XLVII Международная молодёжная научная конференция

XLVII Gagarin Science Conference

«Гагаринские чтения – 2021»

Сборник тезисов докладов

Москва
2021 г.

УДК 629.7.01
ББК 39.6
С23

С23 **Сборник тезисов работ международной молодежной научной конференции XLVII Гагаринские чтения 2021.** – М.: Издательство «Перо», 2021. – Мб. [Электронное издание].

ISBN 978-5-00189-126-0

Международная молодёжная конференция «Гагаринские чтения» в 2021 году прошла в 47-й раз. Конференция является площадкой для обсуждения научных исследований молодых учёных в области инновационных высокотехнологичных технологий по аэрокосмическому направлению. Выступление в научных секциях конференции для многих участников является шагом к написанию кандидатской диссертации, возможностью рассказать о своих научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, узнать о трендах и достижениях других организаций.

Конференция проходит по 9 направлениям:

- авиационные системы;
- авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки;
- системы управления, информатика и электроэнергетика;
- информационно-телекоммуникационные технологии авиационных, ракетных и космических систем;
- ракетные и космические системы;
- робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение;
- математические методы в аэрокосмической науке и технике;
- новые материалы и производственные технологии в области авиационной и ракетно-космической техники;
- экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса.

Цели конференции:

- развитие навыков научно-исследовательской работы и приобретение опыта публичных выступлений с научными докладами студентами, аспирантами и молодыми учёными;
- обсуждение и решение текущих задач авиационной, ракетно-космической и оборонной отраслей, выявление новых научно-технических результатов в высокотехнологичных областях;
- вовлечение молодёжи в научно-исследовательскую работу;
- обсуждение приоритетных задач развития высокотехнологичных отраслей в среднесрочной и долгосрочной перспективе;
- обсуждение перспективных направлений развития высокотехнологичных отраслей, в том числе с целью реализации приоритетов научно-технологического развития в соответствии с подпунктами «а», «б», «е» пункта 20 Стратегии научно-технологического развития России, утвержденную Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642;
- обмен опытом между профильными научными, производственными предприятиями, вузами авиакосмического комплекса России, ближнего и дальнего зарубежья с привлечением учёных, специалистов, научных сотрудников, аспирантов, студентов и различных представителей научного сообщества;
- определение новых «точек роста» и прорывных направлений развития авиации и космонавтики;
- профессиональная ориентация учащихся средних образовательных учреждений с целью привлечения их к инженерной деятельности и к поступлениюв технические вузы страны.

Проведение конференции способствует развитию авиационной и ракетно-космической науки и промышленности на всей территории России и стран зарубежья, а также установлению международных отношений.

Тезисы участников конференции публикуются в сборнике на русском языке, который постатейно размещается в электронной библиотеке и входит в Российский индекс научного цитирования.

Также в рамках конференции будет проведена междисциплинарная англоязычная секция для иностранных студентов, обучающихся в технических университетах России.

Заседания конференции проводятся как на основной площадке МАИ в г. Москве, так и в филиалах вуза "Стрела", "Взлёт" и "Восход" в городах Жуковский, Ахтубинск и Байконур (Республика Казахстан).

В рамках конференции проводятся также школьные секции, в которой принимают участие со своими проектами учащиеся школ Москвы и Московской области.

УДК 629.7.01
ББК 39.6

ISBN 978-5-00189-126-0 © Авторы статей, 2021

Дорогие друзья!

Приветствуем Вас на нашей конференции «Гагаринские чтения»!

В 2021 году исполняется ровно 60 лет со дня первого в мире полёта человека в космос. 12 апреля 1961 года с космодрома Байконур стартовал космический корабль «Восток–1» с первым человеком на борту — Юрием Алексеевичем Гагариным. Юбилею именно этого события посвящена конференция в этом году.

Юрий Алексеевич отмечал, что полет в космос — это не только его персональное достижение. *«Это не моя личная слава. Разве я бы мог проникнуть в космос, будучи одиночкой? Это слава нашего народа»,* — уверял космонавт. Из его слов мы можем сделать вывод, что каждый, кто трудится на научном поприще, прославляет свою страну. И не сегодня–завтра целеустремлённые и активные исследователи могут оказаться в команде, достигшей новых выдающихся высот не только всероссийского, но и мирового масштаба.

Отрадно видеть, что наша конференция из года в год привлекает молодых перспективных изобретателей, молодых учёных и даже космонавтов. На наших площадках можно поделиться своими идеями и получить экспертную оценку своих работ, найти единомышленников.

Я так же благодарю научных руководителей участников нашей конференции за ту поддержку, которую они оказывают своим ученикам в решении самых сложных задач.

Мы надеемся, что участие в конференции принесёт вам множество позитивных эмоций, вдохновение и новые открытия.

Желаем вам успехов в научно-исследовательской деятельности, целеустремлённости и новых открытий!

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

Оглавление

Направление №1 Авиационные системы 5

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки 113

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика 212

Направление №4 Информационно-телекоммуникационные технологии авиационных, ракетных и космических систем 523

Направление №5 Ракетные и космические системы 581

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение 720

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике 758

Направление №8 Новые материалы и производственные технологии в области авиационной и ракетно-космической техники 851

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса 1096

Направление №11 International session (in English) 1468

Направление №12 Филиал «Восход» (г. Байконур) 1486

Направление №13 Филиал «Взлёт» (г. Ахтубинск) 1502

Направление №1 Авиационные системы

Секция №1.1 Аэродинамика, динамика и управление полётом ЛА

Численный анализ методов снижения шума предкрылка и закрылка на режимах взлёта и посадки

Багхдади М.Д., Джадхав С.Г.
Научный руководитель — Тихоновец А.В.
МАИ, Москва

Снижение шума – проблема, которая проявилась в середине прошлого столетия в связи с началом интенсивной эксплуатации реактивных пассажирских самолётов и продолжает оставаться актуальной. Она составляет важную часть общих проблем обеспечения экологической безопасности.

Известно, что значительный вклад в шум планера вносят пять основных механизмов:

1. многомасштабная вихревая динамика шасси и связанная с этим многочастотная нестационарная сила, приложенная к компонентам шасси,
2. нестабильность потока в рециркуляционном пузыре за предкрылком,
3. вихрь от задних кромок предкрылка/основного корпуса и возможное возбуждение щелевого тона из-за нелинейной связи в нишах предкрылка/закрылка,
4. сворачивание вихря на боковой кромке закрылка,
5. переход на задней кромке крыла турбулентной кинетической энергии пограничного слоя в акустическую энергию.

Начиная с семидесятых годов, большинство этих механизмов были изучены как эмпирически, так и теоретически.

Шум обтекания воздушным потоком элементов механизации крыла генерируется в основном сложными вихревыми структурами, образующимися в процессе формирования подъёмной силы крыла. В настоящее время важная задача – установить связь между интенсивностью генерируемого шума и геометрическими параметрами элементов механизации. Доминирующий источник шума, который образуется при обтекании механизации крыла – турбулентный поток, ускоряемый в щели и движущийся мимо задней кромки.

Во многом снижению шума может способствовать улучшение характеристик при наборе высоты за счёт снижения сопротивления. Значительную долю шума создаёт высокоскоростная струя воздуха, вытекающая через щель между закрылком и основной частью крыла.

Современные методы, используемые для снижения шума:

1) изменение формы, или профилирование щели между механизацией и основным крылом. Основная идея оптимизации формы — минимизировать акустическое излучение в дальней зоне за счет управления геометрией крыла.

2) использование бесщелевой механизации (адаптивно управляемое крыло). Конструкция такого крыла позволяет плавно (за счет гибкой обшивки) отклонять носовую и хвостовую части крыла, изменяя таким образом кривизну по размаху в зависимости от высоты, скорости полета и перегрузки.

В работе рассматриваются различные методы снижения авиационного шума. Даны примеры этих методов, такие как оптимизация формы крыла и использование бесщелевой механизации.

Исследование эшелонированного крейсерского полета пассажирского самолета

Бикинеева А.П., Гришина А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мальцев Ю.И.
МАИ, Москва

Целью работы являлось выбрать такой режим полета, при котором соблюдается условие минимального километрового расхода топлива при эшелонированном полете. Для этого были произведены расчеты расходов топлива на разных высотах крейсерского полета при различных условиях.

В качестве объекта исследований выбран пассажирский самолет с четырьмя турбореактивными двигателями Boeing-747.

Развертывание работы по экономии топлива выявило много следующих интересных предложений от авиаинженеров и работников авиационной отрасли, например:

- Выбор наивыгоднейших эшелонов полета и режимов работы двигателей, позволяющих достичь наибольшей экономичности;
- Спрямление маршрутов, устранение предпосадочного маневрирования;
- Снижение массы бортового снаряжения для увеличения коммерческой загрузки;
- Объединение рейсов при неполной загрузке;
- Сокращение времени работы двигателя на земле и многое другое.

Была поставлена следующая задача: рассчитать расход топлива при трех различных вариантах крейсерского полета, то есть, первый вариант – при постоянной скорости на одном эшелоне, второй вариант- полет по оптимальной траектории (расчет минимального километрового расхода на каждом шаге интегрирования) и третий вариант- полет со сменой эшелона.

Актуальность работы заключается в том, что предлагается способ минимизировать километровый расход топлива при длительных перелетах. А как мы знаем, дальность и продолжительность полета являются важнейшими летно-тактическими характеристиками самолета, а уменьшение расхода топлива в транспортной авиации является залогом успеха любой авиакомпании, а также приводит к уменьшению статьи затрат перевозчика.

Некоторые вопросы применения адаптивного крыла на легких самолетах

Бусыгин А.Э.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Классический подход в проектировании крыльев самолетов в настоящее время не позволяет существенно повысить их аэродинамические свойства и улучшить взлетно-посадочные характеристики. Достижение больших значений максимального коэффициента подъемной силы при изменяющихся режимах полета трудноосуществимо ввиду широкого использования подвижных механических элементов - их использование повышает полное лобовое сопротивление крыла, таким образом снижая аэродинамическое качество. Для легких самолетов вопрос аэродинамического совершенства конструкции имеет большое значение в силу частоты эксплуатации летательных аппаратов данного типа на различных режимах полета. В условиях, при которых необходимо оптимизировать аэродинамические характеристики при различных параметрах полета, адаптивное крыло может привнести наибольший эффект.

Основной целью данной работы является всестороннее рассмотрение фактора употребления адаптивного крыла в легких многоцелевых самолетах. Проведено сравнительное исследование крыльев стандартного и адаптивного типа применительно к изменению их основных аэродинамических характеристик, рассмотрены основные проблемы материаловедения и технологии производства, препятствующие разработке и широкому применению адаптивного крыла. Также проведен анализ эксплуатационных свойств крыльев данного типа - надежности, живучести, долговечности.

Применение новых адаптивных крыльев в конструкции летательных аппаратов способно значительно повысить их аэродинамическое качество, прочность, весовую эффективность и топливную эффективность, увеличить общую маневренность и аэродинамическое совершенство самолета.

Оптимизация работы двигателей транспортного самолета

Гришина А.Ю., Бикинеева А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чернышев А.В.
МАИ, Москва

Одно из важнейших направлений развития транспортной авиации связано с задачей оптимизации работы двигателей, то есть минимизацией расхода топлива. Успешное решение этой задачи определяется множеством параметров летательного аппарата. Борьба за повышение топливной эффективности связана с ограниченными ресурсами углеводородного топлива (керосина) на Земле, а как следствие с увеличением стоимости авиаперевозок.

Целью работы было минимизировать километровый расход топлива в крейсерском полёте путем перевода двух двигателей в режим «малый газ», а также выбрать для каждой взлетной массы оптимальный режим полета, предусматривающий максимальную дальность с минимальным километровым расходом топлива.

В качестве объекта исследований выбран тяжелый военно-транспортный самолет с четырьмя турбореактивными двигателями ИЛ-76.

Была поставлена следующая задача: рассчитать расход топлива при различных целевых нагрузках с учетом, выбранного РРД на нескольких высотах с целью выбора оптимального РП при минимальном расходе топлива.

Актуальность работы заключается в том, что снижение расхода топлива при перелетах является одним из важнейших направлений развития авиации. От показателя расхода топлива зависит эффективность работы авиакомпании и ее финансовые показатели. Увеличение расходов потребления топливной смеси приводит к увеличению статьи затрат перевозчика. В результате авиакомпаниям придется значительно увеличивать стоимость своих услуг. Также с уменьшением расхода топлива, увеличивается дальность полета, что позволяет доставлять грузы на большие расстояния без вынужденных дозаправок на земле.

Исследование влияния параметра нерасчетности на результаты аэродинамических испытаний

Епифанова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва

Широкое применение реактивных двигателей в ракетно-космической технике требует наиболее полного изучения влияния струй двигательных установок (ДУ) на аэродинамику изделий на всех участках их траектории полета.

В настоящее время вопросам исследования влияния струй ДУ на аэродинамические характеристики изделий все большее внимание уделяется при наземной отработке летательных аппаратов (ЛА).

Огромный вклад в наземную отработку аэрогазодинамики таких изделий вносят исследования, проводимые в аэродинамических трубах (АДТ).

При отработке аэрогазодинамики изделий в АДТ используются выполненные в масштабе модели с ДУ, к которым подводится воздух под высоким давлением, что позволяет проводить моделирование истечения реактивных струй из двигателей ЛА.

При испытаниях струйных моделей, задача которых заключается в изучении влияния струй ДУ на аэродинамику изделий ракетно-космической техники (РКТ), основным ограничением является струйное затенение рабочего потока АДТ, заключающееся в значительном расширении реактивных струй после их истечения. Расширение струй связано

с необходимостью обеспечения больших степеней нерасчетности истекающего газа, которые реализуются при полете изделий на больших высотах.

Целью исследования является анализ влияния параметра нерасчетности струй двигателей модели ракеты-носителя на режим работы гиперзвуковой аэродинамической трубы и результаты испытаний.

Актуальность темы заключается в том, что анализ полученных экспериментальных данных позволит найти зависимость предельной допустимой нерасчетности истекающих из модельных струй, не приводящую к разрушению рабочего течения вокруг модели. Практическая же значимость будет состоять в использовании полученных данных при создании новых моделей и проведении экспериментов в дальнейшем.

Основные задачи исследования:

• Ознакомление с параметром нерасчетности;

• Описание хода испытаний в АДТ;

• Рассмотрение максимальных возможных показателей параметра нерасчетности во время проведения испытаний на разных числах маха;

• Получение и анализ данных с испытаний;

• Выводы о зависимости предельной допустимой нерасчетности истекающих из модельных струй, не приводящей к разрушению рабочего течения вокруг модели.

Научная новизна будет состоять в определении зависимости предельного значения параметра нерасчетности.

Становится ясно, что данное исследование имеет огромные перспективы дальнейшего влияния на подготовку к испытаниям в АДТ, на требования к испытуемым моделям и общий спектр знаний в данном вопросе.

Исследование эффективности системы управления, построенной на базе принципа «обратная динамика» при висении вертолета

Ефремов Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва

Исследование целесообразности синтеза системы управления на базе принципа «обратная динамика» при выполнении задачи висения

Предметом настоящей работы является оценка целесообразности синтеза системы управления на базе принципа «обратная динамика» вертолета при выполнении задачи висения. Рассмотрены три варианта автоматизации:

1) Система управления, построенная на базе использования обратных связей;

2) Система управления, построенная на базе принципа «обратная динамика», обеспечивающая наилучшие характеристик по угловой скорости тангажа;

3) Система управления, построенная на базе принципа «обратная динамика», обеспечивающая наилучшие характеристик по углу тангажа.

Суть задачи висения состоит в сохранении заданной высоты и линейного положения относительно какого-либо земного ориентира. Такая задача характеризуется высоким порядком астатизма объекта управления в области средних и высоких частот, в результате чего для выполнения задачи летчику необходимо вводить дополнительные контуры управления. Традиционно в качестве такого контура рассматривается контур по углу тангажа. В настоящей работе исследуется целесообразность альтернативного варианта образования летчиком контура по углу визирования. Результаты экспериментальных исследований показывают, что альтернативный вариант сопровождается более высокой точностью отслеживания линейного положения вертолета. В случае если в системе управления используются лишь обратные связи, то при альтернативном варианте образования летчиком внутреннего контура дисперсия ошибки отслеживания уменьшается в 2.4 раза, при построении системы управления на базе принципа «обратная динамика» по угловой скорости тангажа — в 7.7 раз, для системы управления на базе принципа «обратная

динамика» по углу тангажа — в 1.5 раза. При этом по точности пилотирования наилучшим вариантом является системы управления на базе принципа «обратная динамика» по углу тангажа.

Публикация тезисов подготовлена в рамках реализации Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020-2025 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение от 8 декабря 2020 г. № 075-11-2020-023).

Подбор параметров передаточной функции в математической модели управляющих действий летчика

Журавский К.А., Шевцов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

В настоящее время автоматика является одной из ведущих отраслей науки и техники. Она охватывает все этапы построения систем управления техническими процессами, действующими без участия человека. Автоматика актуальна в авиации, а именно в создании комплексных систем управления современных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (ЛА). Одним из направлений развития автоматики в авиации является создание искусственного интеллекта заменяющего операторскую деятельность летчика в процессе управления ЛА (управляющие действия летчика).

Целью исследования является создание и подбор параметров передаточной функции для выполнения целевой задачи пилотирования на оценку «отлично».

На вход математической модели управляющих действий летчика подается сигнал рассогласования управляющего фактора (в конкретной модели это крен, высота и тангаж), а на выходе из модели определяется соответствующее управляющее воздействие на командный рычаг управления. Объектом управления является модель динамики движения современного маневренного боевого самолета. Математическая модель управляющих действий летчика, состоит из трех звеньев передаточной функции [1], каждое их которых описывает свойство летчика (реальное поведение летчика), как элемента в системе управления. Первое звено характеризует запаздывание, необходимое для прохождения сигнала возбуждения нервной системы и восприятия информации. Оно описывается временем запаздывания, равным 0,1 с и коэффициентом усиления летчика, равным 1. Второе звено характеризует деятельность нейромускульной системы, то есть запаздывание между командой, идущей в нейромускульную систему и перемещением конечностей летчика. Это звено описывается постоянной времени, равной 0,1 с. Третье звено характеризует осознанные действия летчика, заключающиеся в форсирующем воздействии на командный рычаг управления и запаздывания в ответ на входное воздействие. Третье звено описываются постоянные времени, равные, соответственно, 1 с и 0,1 с. Все параметры передаточной функции определены эмпирическим путем таким образом, чтобы обеспечить наилучшее выполнение целевой задачи пилотирования.

На полученной математической модели управляющих действий летчика была выполнена целевая задача пилотирования – вираж с набором высоты. После обработки результатов моделирования и оценки кинематических параметров полета по критериям оценивания данных маневров, был сделан вывод что математическая модель летчика реализовала целевую задачу пилотирования следующим образом: перерегулирование по крену составляет 3,5 град., статическая ошибка по высоте -10 м, выдерживание установленного тангажа в наборе высоты. Согласно общепринятой методики оценки выполнения вертикальных маневров и установившегося полета – виража с креном до 60 град., характеристики выполнения целевой задачи пилотирования соответствуют оценки «отлично».

Итак, данную математическую модель управляющих действий летчика, основанную на передаточной функции, целесообразно использовать для исследования характеристик и параметров систем управления современных ЛА.

Исследование влияния знакопеременного сдвига ветра на безопасность полёта при выполнении посадки

Зыбин В.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов В.Н.
МАИ, Москва

Сдвиг ветра – опасное явление, заключающееся в резком изменении скорости и/или направлении ветра в двух относительно близких точках пространства, градиент которого может быть достаточно большим, чтобы существенно отклонить воздушное судно от заданной траектории.

Проблема стала наиболее актуальной с появлением реактивных авиалайнеров, у которых большее время приёмистости двигателей, чем у самолётов с винтовыми движителями, а потому они имеют меньшие возможности по парированию сдвига ветра. Рост интенсивности авиаперевозок, расширение географии полётов и снижение допустимых погодных минимумов так же увеличили вероятность попадания самолёта в сдвиг ветра.

Явление сдвига ветра не всегда предсказуемо, а лётчику, согласно исследованиям, требуется не менее 5 секунд на распознание попадания в сдвиг ветра. ИКАО рекомендует категоризацию сдвигов ветра по величине градиента скорости ветра на определённой разности высот, однако эта категория не учитывает природу сдвига ветра.

В наше время широко используются системы автоматического управления полётом, облегчающие процесс управления самолётом. В данной работе поставлена цель исследования влияния знакопеременного сдвига ветра на самолёт с системой автоматического управления при выполнении посадки и сравнения допустимых по условиям безопасности полёта сдвигов ветра различной природы.

В ходе выполнения работы исследованы условия возникновения сдвига ветра; собрана статистика серьёзных авиационных инцидентов и катастроф; созданы математические модели: динамики полёта самолёта, системы автоматического управления, различных видов сдвигов ветра; определены и дополнены с учётом конкретных характеристик выбранного самолёта эксплуатационные ограничения, связанные с безопасностью полёта на исследуемом режиме (заход на посадку); проведена серия математических моделирований с определением допустимых значений сдвигов ветра различной природы, парируемых автопилотом захода на посадку с учётом скорректированных требований безопасности полётов.

В заключении работы приводятся рекомендации для дальнейших работ по этой теме и рекомендации к учёту знакопеременного сдвига ветра при сертификации и эксплуатации самолётов.

Средства автоматизации при управлении вертолетами

Карев И.Е., Грешнов Н.В., Федоров А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Кузнецов А.Д.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Степень автоматизации при управлении вертолетами существенно различается, однако во всех случаях применяемые автоматические системы обеспечивают решение следующих задач:

- Автоматическую стабилизацию угловых положений вертолета (углов крена, рыскания и тангажа);
- Автоматическое демпфирование колебаний в каналах крена, рыскания и тангажа;
- Автоматическую стабилизацию высоты;
- Автоматическую стабилизацию скорости.

Автоматические системы, выполняющие перечисленные функции, принято называть 4-х канальными вертолетными автопилотами. Наиболее распространены автопилоты типа АП-34Б (все модификации Ми-8) и ВУАП-1 (все модификации Ми-24, Ми-35, Ми-26, Ка-27, Ка-29, Ка-31, Ка-32). Автопилоты осуществляют управление вертолетами через отдельные

комбинированные электрогидромеханические рулевые приводы (комбинированные агрегаты управления - КАУ) или блоки комбинированных рулевых приводов:

• РА-60Б (канал шага рулевого винта), КАУ-30Б (каналы крена, тангажа, общего шага несущего винта) на вертолете Ми-8;

• КАУ-110 (в каждом из 4-х каналов) на вертолете Ми-24;

• КАУ-115 (в каждом из 4-х каналов) на вертолете Ми-35;

• КАУ-140 (в каждом из 4-х каналов) на вертолете Ми-26;

• КАУ-150 (каналы крена, тангажа, общего шага несущего винта), КАУ-155 (канал шага рулевого винта) на вертолете Ми-28Н;

• Рулевая система РС-60 (блок из 4-х комбинированных агрегатов управления) на вертолетах Ка-27, Ка-29, Ка-31, Ка-32;

• Блок рулевых приводов РС-80А (блок из 4-х комбинированных агрегатов управления) на вертолетах Ка-50, Ка-52;

• Блок из 4-х комбинированных агрегатов управления КАУ-165 на вертолете Ка-226;

На вертолете Ансат-У с комплексной электродистанционной системой управления КСУ-А применяются электрогидравлические рулевые приводы РПД-14, нашедшие широкое применение на самолетах и являющиеся исполнительными механизмами, как в канале ручного, так и автоматического управления.

В комбинированных агрегатах управления электрогидромеханического типа реализована дифференциальная схема сигналов управления. Это дает возможность обеспечить одновременное и раздельное управление вертолетом, как летчиком, так и автопилотом. При этом сигналы от автопилота на командные рычаги управления вертолетом не передаются.

В упрощенном виде комбинированный агрегат управления состоит из подвижного корпуса со штоком, шарнирно закрепленного гидроцилиндра, гидромеханической части с распределителем в виде плоского золотника, электрогидравлической части с распределителем в виде «сопла - заслонки», рычага, опирающегося на тяги к распределителям и в шарнирах, и на тягу от командного рычага управления.

Вертолетный автопилот работает в 3-х режимах:

• Режим согласования;

• Режим стабилизации;

• Комбинированный режим.

Таким образом, современные вертолеты имеют высокоавтоматизированные системы управления.

Анализ систем моментных уравнений различных порядков и уравнений Навье-Стокса-Фурье для течений высокой степени неравновесности

Красавин Е.Э.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитченко Ю.А.

МАИ, Москва

В вычислительной аэродинамике больших скоростей определение температуры нагрева поверхности является одной из актуальных задач в настоящее время. Так как поток в этой области является невозмущенным, около поверхностей большой кривизны образуется высоко градиентная область, что часто приводит к существенным неточностям в решении.

Модель Навье-Стокса-Фурье является системой неполного второго порядка. Порядок моментной системы, в которой определены моменты функции распределения не выше второго порядка, причем не полностью. Как правило данная модель используется для решения задач в сплошной среде. Применение такой модели для расчета неравновесных течений, приводит к количественным неточностям.

Система моментных уравнений третьего порядка с учетом производных моментов четвертого порядка позволяет использовать уравнения для тепловых потоков и неравновесных напряжений в полном соответствии с молекулярно-кинетической теорией.

Отметим, что система третьего порядка с производными моментов четвертого порядка не замкнута, поэтому не подлежит решению. Данная система используется для структуры, а все члены уравнений берутся из кинетического решения. Указанные неравновесные величины позволяют выразить члены моментных уравнений в структурной форме.

На примере решения задачи о профиле плоской ударной волны проанализирован вклад различных членов системы моментных уравнений и сопоставлен с решением полученным с использованием модели Навье-Стокса-Фурье.

Получено решение при различных числах Маха (M=2…8) для одноатомных и многоатомных газов.

Проблемы аэродинамического проектирования воздушных винтов, работающих на малых числах Рейнольдса

Луханин В.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва

В настоящее время при аэродинамическом расчёте воздушных винтов, работающих на малых числах Рейнольдса, возникает две основные проблемы: 1) правильное определение зависимостей аэродинамических коэффициентов профиля лопасти от угла атаки и числа Рейнольдса; 2) учёт трёхмерных эффектов, возникающих в пограничном слое вращающейся лопасти.

Первая проблема для малых углов атаки приближённо решается в программах, использующих теорию пограничного слоя и различные модели турбулентности, однако ошибки могут быть значительны [1], на большие углы атаки зависимости аэродинамических коэффициентов продляются с помощью известных круговых продувок профилей, близких к исходному, поэтому наиболее надёжным путём определения характеристик профиля всё ещё является продувка в аэродинамической трубе, что ограничивает выбор профиля лопасти. Вторая проблема также не решена окончательно, существуют эмпирические зависимости [2], приближённо учитывающие трёхмерные эффекты.

Преодолеть указанные трудности можно с помощью комбинации современных методов решения уравнений Навье-Стокса, например, относительно экономичного в вычислительном плане бессеточного метода диффузионных скоростей [3], [4], с моделями развития трёхмерных эффектов, которые также требуют дополнительной доработки. При этом следует ожидать роста вычислительных ресурсов, поэтому для их снижения необходимо оптимизировать процесс аэродинамического проектирования воздушного винта, разделив его на два этапа: на первом этапе выполнять предварительное определение оптимальной геометрии существующими приближёнными методами, на втором – окончательное с помощью новых методов.

Список использованных источников:

1. Maughmer, M. D. and Coder, J. G., Comparisons of theoretical methods for predicting airfoil aerodynamic characteristics. Technical report, The Pennsylvania State University, August 2010.

2. Snel, H., Houwink, R. and Bosschers, J., Sectional prediction of lift coefficients on rotating wind turbine blades in stall. Technical report, National Aerospace Laboratory (NLR), Netherlands, December 1994.

3. Ogami Y., Akamatsu T. Viscous flow simulation using he discrete vortex model // Comput. and Fluids. 1991.V. 19. № 3/4. P. 314-324.

4. Дынникова Г.Я. Лагранжев подход к решению нестационарных уравнений Навье-Стокса // Докл. РАН. 2004. Т. 399. № 1. С. 42-46.

Метод решения многокритериальных задач с нелинейными критериями на основе многоцелевого подхода

Маркевич П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва

Многокритериальные задачи представляют собой разновидность задач, целью которых является поиск компромиссного решения в условиях множества целей. В настоящее время выбор решения чаще всего осуществляется на основе субъективных методов или путем упрощения исходной задачи. В данной работе автор представляет новый метод поиска оптимального решения многокритериальных задач, который выражается в виде линейной комбинации частных критериев, имеющих первую производную, а также строго неотрицательную вторую производную. Метод основан на гипотезе существования стационарной точки линейной комбинации частных критериев для всех элементов множества допустимых решений (множества, на котором определены частные критерии). С целью количественного оценивания значимости каждого варианта решения (как элемента множества допустимых решений) между парами частных критериев было введено понятие бинарного отношения конфликта, мерой которого является коэффициент конфликта. Исследование показало, что коэффициенты конфликта позволяют определить весовые коэффициенты, отражающие в линейной свертке долю участия отдельного частного критерия в формировании значения целевой функции. Результатом исследования стало, в том числе, доказательство того, что коэффициенты конфликта позволяют рассматривать и решать многокритериальную задачу в гарантирующей форме, хотя весовые коэффициенты остаются по-прежнему в интегральной форме. В работе доказано, что в многокритериальных задачах с нелинейными частными критериями значения весовых коэффициентов зависят от элементов множества допустимых решений. В случае с линейными частными критериями данная зависимость отсутствует. В работе также представлено доказательство того, что решение многокритериальной задачи с использованием гарантирующего подхода зависит от отношений безразличия между парами частных критериев. Автор предлагает и обосновывает метод нормирования частных критериев, позволяющий решать многокритериальные задачи. На основе анализа отношений конфликта между частными критериями автором было определено правило формирования множества допустимых решений, а также способ установления его границ. В качестве примеров решения многокритериальных задач предлагаемым методом приведены алгоритмы решения двухкритериальных и трехкритериальных задач с частными критериями в виде комбинаций элементарных функций. Кроме того, распространяя предложенный метод на практическую сферу, автор представляет новый алгоритм поиска параметров крейсерского режима полета в качестве одного из примеров решения трехкритериальных задач.

Исследование влияния атмосферной турбулентности на перегрузку в кабине экипажа маневренного самолета

Митин В.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Овчаренко В.Н.
МАИ, Москва

Современные самолёты способны осуществлять управляемое движение в неспокойной атмосфере с порывами ветра, порядка 10 м/с и более. Однако, все же существует предел безопасности для скорости ветра при полёте самолёта в турбулентной атмосфере. Известны случаи (правда, единичные), когда сильные порывы ветра переворачивали в воздухе даже большие самолёты.

Высокую опасность представляет сильный порывистый или шквалистый ветер при полёте на предельно малой высоте, а также на взлётно-посадочных режимах полёта. В этих случаях при резких изменениях скорости ветра летательный аппарат может столкнуться с землёй. Также, атмосферная турбулентность имеет достаточно серьёзное влияние на технику

пилотирования и на штурманскую работу, то есть оказывает непосредственное влияние на состояние экипажа самолёта, и как следствие, на его способность своевременной реакции на изменение текущих лётных параметров, а также на его способность адекватно оценивать текущую лётную обстановку.

В данной работе использовалась математическая модель атмосферной турбулентности Драйдена – она позволяет с достаточной степенью точности проводить различного вида моделирования, связанные с атмосферной турбулентностью. В ходе выполнения работы была разработана математическая модель продольного короткопериодического движения всепогодного истребителя-перехватчика с учётом влияния атмосферной турбулентности.

На основе данной модели, используя аппарат стохастического анализа, было проведено исследование влияния атмосферной турбулентности на перегрузку в кабине экипажа самолёта. Полученные результаты были обработаны с использованием шкалы оценки турбулентности лётчиком в зависимости от среднеквадратических значений перегрузки.

В результате исследования были построены области оценок интенсивности турбулентности: субъективной оценки лётчика, и объективной оценки интенсивности турбулентности из модели турбулентности Драйдена, а также проведено сравнение вышеперечисленных оценок интенсивности турбулентности для ряда расчётных режимов полёта.

Численное исследование аэродинамических характеристик соосного несущего винта вертолета на режиме висения методами вычислительной гидродинамики

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

Соосный несущий винт является привлекательным техническим решением для использования на аппаратах вертикального взлета и посадки, например вертолетах. Дело не только в том, что при использовании соосного несущего винта отсутствует необходимость затрачивать мощность на вращение рулевого винта (для вертолета), но и возможность реализации сравнительно высокого коэффициента полезного действия на режиме висения.

В связи с развитием вычислительных электронной техники, и как следствие ростом вычислительных мощностей, в последнее время вопрос исследования аэродинамики соосных несущих винтов на различных режимах работы является темой большого количества отечественных и зарубежных научных работ и не теряет своей актуальности.

Работа посвящена расчету аэродинамических характеристик соосного несущего винта вертолета на режимах висения. Моделирование работы несущего винта выполнено с применением двух методов вычислительной гидродинамики CFD (computational fluid dynamics): нелинейной вихревой модели и метода URANS (Unsteady Reynolds-averaged Navier Stokes equations).

Результатом работы является полученная и проанализированная: структура вихревого следа за несущим винтом, картины линий тока, поля завихренности и индуктивных скоростей, получены суммарные и распределенные аэродинамические характеристики соосного винта. Определен относительный коэффициент полезного действия на висении. Проанализировано соотношение тяг между верхним и нижним винтами. Получены траектории концевых вихрей, сходящих с концов лопастей как верхнего, так и нижнего винтов. Проведено сопоставление результатов расчетов полученных обоими вычислительными методами между собой. Проведено сопоставление результатов с известными данными экспериментов и расчетов других авторов [1].

Показано удовлетворительное совпадение расчетных данных, подтверждающее достоверность применяемых моделей. Показаны основные особенности и возможности практической реализации рассмотренных вычислительных методов для решения практических задач аэродинамики соосного несущего винта. Сделан вывод о

целесообразности совместного последовательного применения обоих методов при решении задач аэродинамики соосного несущего винта.

Список использованных источников:

1. Бурцев Б.Н., Рябов В.И., Селеменев С.В. (2007) Математическое моделирование колебательного движения лопастей несущего винта вертолета Ка-226 / Ка-26 при разгоне / торможении несущего винта в условиях ветра // Труды 33-го Европейского форума вертолетов, Казань, Россия.

Исследование особенностей конструкции входных устройств сверхзвуковых самолетов, воздействие скачков уплотнений на работу воздухозаборников

Николаева А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.

МАИ, Москва

Несмотря на явные сложности, связанные с эксплуатацией сверхзвуковой авиации в различных сферах деятельности человека (оборонная промышленность, коммерческая авиация), с уверенностью можно сказать, что на данный момент эта область авиации имеет право на существование по многим причинам и многочисленные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, как отечественные, так и зарубежные, являются тому подтверждением.

Полет на сверхзвуковых скоростях потребовал не только увеличение тяги двигателей, но и разработки новых конструкторских решений всех агрегатов самолета. Одной из главных проблем развития является «волновое сопротивление» и качественное изменение аэродинамических форм обтекания ЛА при переходе на сверхзвуковой режим полета. Так же, необходимо обеспечить оптимальные взлетно-посадочные характеристики (ВПХ). С этой целью предлагается использовать различные типы двигателей на разных режимах полета. Таким образом, при конструировании самолетов данного типа, необходимо тщательное изучение всех агрегатов, так как их взаимовлияние имеет большое значение для работы всей системы в целом.

От эффективности и правильной работы входного устройства зависят такие важные параметры, как тяга двигателя, расход топлива и воздуха и стабильность полета. Опасные явления «помпаж» и «зуд» могут привести к аварии или даже катастрофе.

Основные виды воздухозаборников, существующие на настоящее время:

- Центральные (осевые);
- Нерегулируемые/ регулируемые;
- С внешней/ внутренней или комбинированной компрессией;
- Плоские или трехмерные.

В данной работе выявлены основные характеристики и требования, которые влияют на работу авиационного двигателя. Основное требование и сложность проектирования воздухозаборников для сверхзвуковых самолетов заключается в обеспечении постоянной эффективности работы при большом диапазоне эксплуатационных скоростей полёта самолета.

Максимальная скорость полета, расположение двигательной установки на фюзеляже, форма и принцип действия входного устройства двигателя требуют организация системы скачков уплотнений, которые будут создавать необходимые скорость и давление воздуха, поступающего в компрессор и определяют конструкцию и характеристики воздухозаборника.

Целью работы является определение воздействия скачков уплотнении на работу воздухозаборника, способы контроля скорости и давления потока, приходящего к компрессору двигателя, методы проектирования воздухозаборников.

В данной работе рассмотрены преимущества и недостатки каждого из существующих видов, диапазон из применения, а так же способы для предотвращения опасных явлений и методов борьбы с недостатками каждого вида.

Список использованных источников:
1. Константинов В.Д., Уфимцев И.Г., Козлов Н.В. Авиационное оборудование самолетов. М.: Ордена Трудового Красного Знамени Военное Издательство Министерства Обороны СССР, 1970. 340 с.;
2. Письменный В.Л. О концепции развития авиационных двигателей общего назначения. М.:Изд.«Машиностроение», Общероссийский научно-технический журнал «Полёт», 2008 г. С. 55-59.
3. В.М. Краев, А.И. Тихонов, С.В. Новиков. Перспективы развития сверхзвуковой пассажирской авиации в России [Электронный ресурс]/URL:http://engine.aviaport.ru/issues/115/pics/pg14.pdf (дата обращения 19.02.2021)

Моделирование обтекания кругового цилиндра на основе численного решения 10-моментной системы уравнений

Носов Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Попов С.А.
МАИ, Москва

В работе на основе численного решения 10-моментной системы уравнений смоделировано обтекание кругового цилиндра в широком диапазоне чисел Рейнольдса. Хорошо известно, что кривая сопротивления цилиндра изменяется довольно сложным образом с локальными нелинейными эффектами. В диапазоне умеренных и больших чисел Рейнольдса решение имеет существенно нестационарный характер. Ранее эту задачу удалось решить в области малых и средних чисел Рейнольдса до 2×10^3. Полученные результаты хорошо согласовались с экспериментом [1]. Даже локальный нелинейный эффект, имеющий место на кривой коэффициента сопротивления цилиндра при, воспроизводился с хорошей степенью точности. В этот момент в потоке за цилиндром появляется так называемая дорожка Кармана.

Задача рассмотрена в 2D постановке. 10-моментная система уравнений взята в не дивергентной форме. Производные от компонент вектора теплового потока выделены отдельно в правую часть системы. Они аппроксимированы центральными разностями второго порядка. При построении разностной схемы для левой части системы использовался метод полных дифференциалов [2]. Пространственные производные аппроксимировались противопоточными разностями 3 порядка точности. Для аппроксимации производной по времени использовался метод Адамса 3 порядка точности для переменного шага по времени. Аппроксимация уравнений для компонент тензора напряжений строится на основе аналитического интеграла линейного дифференциального уравнения. Интегралы с переменным верхним пределом в решении вычислялись методом Симпсона.

При числах в вихревой дорожке за цилиндром крупные вихри активно распадаются на все более и более мелкие. С ростом числа Рейнольдса эти процессы происходят более интенсивно. В данной работе для моделирования процессов в следе за цилиндром была разработана трехблочная структурированная сетка П-типа. Блоки связаны между собой вдоль линий сетки. В вычислительных экспериментах использовались сетки с разрешением от 10 до 40 млн. узлов. Расчеты выполнялись в параллельном режиме на 24 ядрах процессоров Intel Xeon. Результаты расчетов показывают хорошее совпадение с данными эксперимента.

К вопросу об отказобезопасности систем автоматического управления современных самолетов

Панов С.А., Мироедов В.Г., Дегальцев Г.Ф.
Научный руководитель — к.т.н. Кузнецов А.Д.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Отказы систем автоматического управления (САУ) возможны в информационном, вычислительном и исполнительном контурах.

Характерными отказами в информационном контуре САУ являются физический обрыв линий информационных связей (исчезновение сигналов управления) и появление ложных сигналов, величины и знаки которых не соответствуют решаемой задаче управления.

При исчезновении сигналов управления автоматическая стабилизация углового положения летательного аппарата и его движение по заданной траектории становится невозможным.

Появление ложных сигналов приводит к нерасчетным изменениям углового положения летательного аппарата и искривлению траектории. Опасность малых по величине ложных сигналов заключается в том, что их сложно распознать, а, следовательно, парировать. Длительный полет с незначительно изменившимися углами крена и тангажа приводит к значительному отклонению от заданной траектории (маршрута). Опасность больших по величине ложных сигналов заключается в энергичном изменении углового положения и отклонения командных рычагов управления. При недостаточно быстром их парировании высока вероятность попадания летательного аппарата в сложное пространственное положение.

В большинстве алгоритмов САУ значения коэффициентов усиления пропорциональных, дифференциальных и интегральных членов корректируются в зависимости от высоты и скорости полета. Некорректная выдача информации от приемников воздушного давления по высоте и скорости приводит к раскачке или затягиванию переходных процессов по углу крена, тангажа, рыскания, нормальной перегрузке.

Отказы в вычислительном контуре САУ сопровождается, как правило, появлением ложных сигналов управления или их исчезновению.

Характерными отказами в исполнительном контуре САУ является остановка штока рулевого агрегата в каком-либо промежуточном положении или его перемещение в одно из крайних положений. Последствия таких отказов зависят от величины и скорости отклонения рулевых поверхностей, но в любом случае, появляется необходимость их парирования путем прикладывания усилий к командным рычагам управления.

При автоматическом управлении летательным аппаратом роль летчика (экипажа) сводится к контролю параметров его движения. Этот контроль осуществляется путем наблюдения индикации в кабине. Отказы элементов индикации приводят к невозможности надежного контроля за параметрами движения, а. следовательно, к самой возможности безопасного выполнения полета в автоматическом режиме.

При полуавтоматическом управлении летчик перемещает командные рычаги управления по крену и тангажу по сигналам директорных планок на командно-пилотажном приборе или пилотажном кадре многофункционального индикатора. Неправильное перемещение директорных планок, вызванное отказами в исполнительных, вычислительных или информационных контурах САУ, а, следовательно и перемещение командных рычагов летчиком может привести к опасному искривлению траектории.

Высокие требования к отказобезопасности элементов САУ привели к необходимости применения систем контроля их работоспособности, которые надежно определяют факт отказа и выдает информационное сообщение летчику. При этом возникает вероятность появления ложных сигналов об отказах или недостаточно надежного их выявления.

Оценка влияния продольного выступающего элемента конструкции на момент крена корпуса беспилотного летательного аппарата

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

Требования к маневренности и управляемости современных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) требуют высокой точности определения их аэродинамических характеристик. При использовании тел вращения большего удлинения в качестве корпусов БЛА возникает необходимость установки на поверхности корпусов БЛА различных

выступающих элементов конструкции. Как правило, эти элементы представляют собой своеобразные обтекатели, которые закрывают различные агрегаты и приборы. Назначение этих обтекателей, с одной стороны, заключается в том, чтобы предохранить соответствующие детали от силового и теплового воздействия внешнего потока или иных факторов в условиях эксплуатации, а с другой стороны «облагородить» аэродинамическую форму установленных на корпусе деталей для наименьшего искажения аэродинамических характеристик БЛА.

Выступающие элементы конструкции зачастую приводят к нарушению симметрии БЛА и возникновению существенного момента крена. Таким образом, представляется практический интерес выяснить общие закономерности того влияния, которое оказывают выступающие элементы конструкции на момент крена корпуса БЛА.

В данной работе рассматриваются основные принципы влияния продольного выступающего элемента конструкции на момент крена корпуса БЛА. В работе представлены результаты численного моделирования обтекания корпуса БЛА в присутствии продольного выступающего элемента конструкции различной формы и при его отсутствии. Численное моделирование проведено в пакете вычислительной газодинамики (CFD). Задача рассмотрена в трехмерной постановке, используемая математическая модель, основана на решении усредненных уравнений Навье-Стокса, замкнутых с помощью SST k-w модели турбулентности.

Расчёты проведены для различных геометрических параметров выступающего элемента конструкции, варьировалась относительная высота и длина элемента, для углов атаки БЛА до 30 градусов и углов аэродинамического крена до 180 градусов, при сверхзвуковых скоростях.

По результатам данной работы предложены аппроксимирующие зависимости дополнительного момента крена от выступающего элемента конструкции в зависимости от относительной высоты элемента, числа Маха, угла атаки и угла аэродинамического крена. Полученными зависимостями может быть дополнена аналитическая методика расчета аэродинамических характеристик БЛА.

Моделирование эволюции вихревого следа за цилиндром на основе численного решения уравнений Навье-Стокса

Романова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Попов С.А.
МАИ, Москва

В работе представлены результаты применения метода математического моделирования к решению классической задачи обтекания цилиндра в широком диапазоне чисел Рейнольдса. Коэффициент сопротивления цилиндра изменяется довольно сложным образом с локальными нелинейными эффектами, что говорит о том, что в потоке происходит нечто интересное. Ранее эта задача была решена в области малых и средних чисел Рейнольдса до 2×103 [1]. Полученные результаты хорошо согласовались с известным решением Блазиуса и экспериментом. Однако момент разрушения двух упорядоточенных вихрей и возникновения дорожки Кармана по числам Рейнольдса происходил с большим запаздыванием.

Задача рассмотрена в 2D постановке. Система уравнений Навь□Стокса была взята в недивергентной форме. Производные от компонент тензора напряжений и вектора теплового потока выделены отдельно в правую часть системы. Они аппроксимированы центральными разностями второго порядка. При построении разностной схемы для левой части системы использовался метод расщепления матричных коэффициентов. Пространственные производные аппроксимировались противопоточными разностями 3 порядка точности. Для аппроксимации производной по времени использовался метод Адамса 3 порядка точности для переменного шага по времени.

При числах в вихревой дорожке за цилиндром крупные вихри активно распадаются на более и более мелкие. С ростом числа Рейнольдса эти процессы происходят все более

активно. В данной работе для моделирования процессов в следе за цилиндром была разработана трехблочная структурированная сетка П□типа. Блоки связаны между собой вдоль линий сетки. В вычислительных экспериментах использовались сетки с разрешением от 10 до 40 млн. узлов. Расчеты выполнялись в параллельном режиме на 24 ядрах процессоров Intel Xeon. Результаты расчетов показывают хорошее совпадение коэффициента сопротивления цилиндра с данными эксперимента [2]. Однако характер эволюции распада крупных вихрей на более мелкие имеет некоторые нефизичные особенности.

Вариант системы увеличения подъемной силы самолёта короткого взлёта и посадки схемы «утка»

Рязанов А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.
ВГТУ, Воронеж

Схема самолёта «утка» достаточно распространена в авиации. Она имеет определенные преимущества и недостатки. К преимуществам можно отнести возможность продольной балансировки ЛА с положительной подъёмной силой на переднем горизонтальном оперении (ПГО), что особенно важно на взлётно-посадочных режимах для увеличения общей подъёмной силы самолёта. Недостатком является сход спутной струи с ПГО с переходом на часть поверхности крыла и, соответственно, - нарушением его аэродинамики.

Известен сверхзвуковой пассажирский самолёт Ту-144 [1], выполненный по схеме «бесхвостка» крейсерского полёта, и трансформируемый в схему «утка» на взлётно-посадочных режимах отклонением ПГО от поверхности фюзеляжа в поток. Данное ПГО – эффективно аэродинамически за счёт многощелевой схемы, но сложно конструктивно как для создания многощелевой схемы, так и для кинематики уборки-выпуска на режимах взлёта и посадки.

Лёгкий итальянский пассажирский самолёт «Аванти» [2] также выполнен по схеме «утка», является самым скоростным самолётом с ТВД в своём классе, крейсерская скорость 593 км/ч, максимальная – 732 км/ч. С полезной нагрузкой 900 кг (взлётный вес 5200 кг) и имеет длину разбега при влёте 869 м, длину пробега при посадке – 872 м. То есть ему для базирования требуется взлётно-посадочная полоса значительных размеров.

С целью получения эффективной системы увеличения подъёмной силы СКВП схемы «утка» рассмотрен ЛА со следующими особенностями. Рули высоты ПГО оборудованы сдвижными панелями, установленными по их верхней поверхности в направляющих с возможностью перемещения за заднюю кромку рулей соответствующим приводом на режимах взлёта и посадки. Это даёт увеличение площади, а также – подъёмной силы ПГО на данных режимах, как части общей подъёмной силы ЛА. Кроме того, в задней части крыла, по верхней поверхности, на пилонах установлены два турбовинтовых двигателя с толкающими винтами (справа и слева относительно плоскости симметрии ЛА) с возможностью разворота соответствующим приводом на значительный угол на режимах взлёта и посадки. При этом, плоскость вращения винтов расположена за задней кромкой двухщелевых закрылков как на данном, так и – крейсерском режиме полёта.

Толкающие винты, расположенные за задней кромкой выпущенных закрылков, обеспечивают дополнительное увеличение подъёмной силы за счёт увеличения циркуляции скорости вокруг крыла, а их разворот относительно вертикального положения на значительный угол, даёт вертикальную составляющую тяги винтов, что также идёт в общую суммарную подъёмную силу ЛА на взлётно-посадочных режимах. При этом увеличенная подъёмная сила на крыле балансируется относительно центра тяжести ЛА увеличенной подъёмной силой на ПГО.

В результате получен эффективный вариант системы увеличения подъёмной силы самолёта короткого взлёта и посадки схемы «утка», обеспечивающий существенное сокращение потребной длины взлётно-посадочной полосы аэродрома базирования.

Список использованных источников:

1. Развитие самолётов мира/ Р.И. Виноградов, А.Н. Понамарев. - М.: Машиностроение, 1991. – 384 с.: ил.

2. Уголок неба. Большая авиационная энциклопедия. //airwar.ru

Исследование интерференции частей оперенного тела вращения в различных аэродинамических компоновках

Сапегин И.М., Салова А.К.
Научный руководитель — Кочурова Н.И.
МАИ, Москва

При рассмотрении аэродинамики летательных аппаратов в виде комбинаций тел вращения, крыльев, оперения и рулевых устройств возникает сложная и важная проблема учета аэродинамической интерференции между отдельными элементами этих комбинаций. Интерференция между частями летательного аппарата зависит прежде всего от его аэродинамической компоновки - аэродинамической схемы летательного аппарата, формы и размеров его частей корпуса (фюзеляжа), крыльев, оперения. Используя знания о различных видах аэродинамической интерференции, можно выявить оптимальную компоновку для каждой задачи, например, добиться максимальной экономичности или достигнуть наибольшей маневренности.

Целью данной работы является исследование интерференции частей оперенного тела вращения в различных аэродинамических компоновках.

Для достижения поставленной цели была спроектирована продувочная модель оперенного тела вращения с возможностью реализации следующих аэродинамических компоновок: нормальная схема, схема «Утка», «Бесхвостка» и изолированный корпус. Разработана вариативная 3D-модель оперенного тела вращения, предназначенная для изготовления методами аддитивных технологий. Также разработаны чертежи отдельных узлов модели для их изготовления на фрезерных станках, а также сборочные чертежи для различных вариантов компоновки модели. Разработанная модель предназначена для проведения эксперимента в аэродинамической трубе «Круглая» МАИ.

Приведена методика определения коэффициентов аэродинамической интерференции для различных конфигурации модели.

Список использованных источников:

1. Аржаников Н.С., Садекова Г. С. Аэродинамика летательных аппаратов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов.- М.: Высш. шк., 1986.- 359 с., ил.

2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. Ч. II. Методы аэродинамического расчета.: Учебник для студентов втузов.- 3-е изд., перераб. и доп.-М.:Высш. школа, 1980.- 416 с. с ил.

3. Горшенин Д.С., Мартынов А.К. Методы и задачи практической аэродинамики. М., Машиностроение, 1977, 240 с.

Методика создания цифрового двойника топливной системы вертолета для обеспечения безопасности полета

Талалаева П.И.
МАИ, Москва

Проектирование, разработка и тестирование топливных систем летательных аппаратов становится все более сложной отраслью. При этом особый уклон направлен на обеспечение безопасности и авариестокости летательного аппарата. Особо жесткие требования по данным критериям в современном мире предъявляются к транспортно-пассажирским вертолетам. Авариестокая топливная система должна выполнять такие функции как защита машины от разлива, воспламенения и взрыва топлива при жестких посадках.

Для того чтобы обеспечить необходимую безопасность полета топливная система должна включать в себя автоматизированные подсистемы, которые обеспечивают поддержку критически важных систем полета, управления, двигательной установки, насосов и других подсистем. Средством проведения исследования жизненного цикла изделия практически на всех этапах являются комплексы полунатурного моделирования систем летальных аппаратов.

Приведенная математическая модель должна включать себя анализ полученных данных в реальном времени, обеспечивать высокоточное динамическое моделирование для полного

комплексного подхода к оценке и тестированию авариестойкой топливной системы вертолета.

При моделировании подсистемы акцент выполнен на быстром моделировании прототипов составляющих агрегатов и трубопроводов. Это необходимо для точного и быстрого моделирования сложных систем. Результаты могут быть использованы для определения оптимальных характеристик для различных агрегатов системы.

Заданный функционал мат модели обеспечивается следующими структурными элементами:

1. Моделью теплогидравлических процессов
2. Моделью системы управления контроля
3. Блоком имитации профиля полета вертолета – носителя
4. Блоком отображения и анализа полученных данных в реальном времени

При создании топливной системы учитывалась напорная характеристика насосов, геометрия трубопроводов и насосов и профиль полета соответствующий реальным условиям. Вдобавок с помощью программирования описаны некоторые внештатные ситуации и различные режимы полета. Подача топлива в каждый двигатель организована по независимым линиям трубопроводов.

Система позволяет получать непрерывную информацию о состоянии и работе топливной системы, количестве выработанного и количестве имеющегося на борту топлива.

Использование нечеткой логики для управления самолетом в поперечном канале

Филатов В.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Проведение натурных испытаний для получения необходимых параметров полета, с целью анализа и определения предельных режимов полета самолета, высотно-скоростных характеристик и т.д. является ресурсозатратным и сложным процессом. Одним из способов оценки пилотажных характеристик самолета является имитационное моделирование, при этом для получения достоверных данных необходимо использование адекватных математических моделей летчика.

Основой для создания такой математической модели послужил нечеткий регулятор, позволяющий управлять самолетом в поперечном канале, пользуясь правилами нечеткой логики. Объектом исследования является математическая модель современного маневренного самолета.

При создании нечеткого регулятора в первую очередь задаются входные (действительный крен и угловая скорость крена) и выходные (угол отклонения элеронов) параметры. Для каждого из параметров выбираются диапазон значений терм-множества (от -35 до 35 для угла крена и угловой скорости крена; от -30 до 30 для угла отклонения элеронов) и термы. Исходя из этого, создается блок правил нечеткой базы знаний mamdani.

Разработанный нечеткий регулятор включен в математическую модель летчика. Рабочее поле имитационной модели самолета включает в себя: блок исходных данных, блок дифференциальных уравнений (для моделирования продольного движения самолета в связанной системе координат), блоки расчетов всех аэродинамических сил и моментов, блок расчета параметров стандартной атмосферы, блок визуализации, а также блок остановки моделирования. Поддерживает постоянную воздушную скорость блок автомата тяги.

Для наглядного представления и оценки результатов моделирования используется блок визуализации, в котором выводится траектория полета модели.

Все данные изменения параметров полета можно записать во внешний файл и в рабочую область workspace, для последующей обработки.

Особенность использования нечеткой логики в математической модели летчика заключается в том, что создание нечеткого регулятора проще и занимает меньше времени, чем создание PID-регулятора. Также нечеткий регулятор компактен и его можно «обучать» для увеличения точности управления.

Голографический аппаратно-программный комплекс дефектоскопического контроля фторорганического авиационного стекла

Хобта Р.Г., Неруш М.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Павлов П.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

При эксплуатации авиационной техники остекление фонаря кабины подвергается негативному воздействию от ультрафиолетового излучения, аэродинамических нагрузок и перепадов температур, что приводит к появлению, развитию и накоплению в органическом стекле различных дефектов, а в конечном счете и к разрушению остекления. Используемые в настоящее время оптические устройства неразрушающего контроля элементов остекления не позволяют точно определить параметры таких дефектов, и оценка производится визуально, что приводит к ошибкам вследствие человеческого фактора.

Для точного определения геометрических размеров и параметров дефектов в ходе проведения регламентных работ на воздушном судне и войскового ремонта элементов остекления кабин воздушных судов предлагается использовать разработанный голографический аппаратно-программный комплекс дефектоскопического контроля, принцип действия которого основан на методе компьютерной голографии [1].

В состав комплекса входит голографическая камера, оптическая система которой, реализованная по осевой схеме записи голограммы и портативное вычислительное устройство с оригинальным программным обеспечением, позволяющее осуществлять операции по восстановлению и расчету параметров дефектов остекления [2]. Возможности комплекса позволяют оператору определять не только ширину и длину дефектов, но и фиксировать глубину его залегания во внутренней структуре материала.

Испытание аппаратно-программного комплекса проводились на образца образец авиационного органического стекла марки АО-120А, заранее прошедших климатические испытания на воздействие УФ-излучения и агрессивной среды.

Для повышения качества восстановленных изображений дефектов за счет исключения дифракционных помех при регистрации голограмм использован итерационный алгоритм обработки изображений, позволяющий автоматизировать процесс дефектоскопического контроля и повысить достоверность результатов измерений [3,4].

Список использованных источников:

1. Павлов П.В., Кусков И.Э., Вольф И.Э., Богданов Ю.Н. Метод компьютерной голографии как инструмент неразрушающего элементов остекления кабин воздушных судов / Журнал. Воздушно-космические силы. Теория и практика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://академия-ввс.рф/images/docs/vks/16-2020/vks_16_2020.pdf (дата обращения 06.02.2021).

2. Программный модуль голографической системы неразрушающего контроля. Павлов П.В., Кусков И.Э., Вольф И.Э., Хобта Р.Г., Евсин А.О., Юдин Н.Н. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020619980, 26.08.2020. Заявка №2020618836 от 10.08.2020.

3. Latychevskaia T. Solution to the Twin Image Problem in Holography // Physical Review Letters. 2007.

4. Latychevskaia T. Iterative phase retrieval for digital holography // Journal of the Optical Society of America. 2019.

Краткая характеристика отказов систем улучшения устойчивости и управляемости современных самолетов

Чирков Р.С., Фатеев И.В., Нестеренко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Макаренко В.Н.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Отказы систем, обеспечивающих заданные характеристики устойчивости и управляемости, способны существенно снизить безопасность полета.

Отказы демпферов и автоматов устойчивости по их последствиям целесообразно разделить на пассивные и активные.

К пассивным отказам следует отнести такие отказы, которые не приводят к отклонению рулевых поверхностей, а, следовательно, не создают возмущений. По сути дела пассивные отказы сводятся к тому, что рулевой агрегат демпфера или автомата устойчивости перестает воздействовать на проводку управления из-за, например, отсутствия управляющего сигнала в электрической цепи или из-за падения давления в гидравлической системе. Такие отказы ухудшают характеристики демпфирования и устойчивости и значительно усложняют пилотирование летательного аппарата (появляются слабозатухающие колебания в каналах крена, рыскания и тангажа). Отказ автомата продольной или путевой устойчивости может привести к невозможности продолжения полета особенно при статически неустойчивой компоновке и на больших скоростях полета.

К активным отказам демпферов и автоматов устойчивости относят такие, которые приводят к отклонению рулевых поверхностей и создают, таким образом, угрозу безопасности полета. Чаще всего активные отказы происходят из-за обрыва цепи обратной связи в рулевом агрегате демпфера или автомата устойчивости и из-за изменения полярности управляющего сигнала на противоположный.

Обрыв сигнала обратной связи приводит к тому, что шток рулевого агрегата своим движением перестает отслеживать входной управляющий сигнал и перемещается в одно из своих крайних положений. Иначе говоря, движение штока перестает соответствовать величине и знаку изменения угловой скорости (для демпфера) или аэродинамического угла и перегрузки (для автомата устойчивости), которые необходимо парировать путем отклонения рулевой поверхности. Такая ситуация опасна тем, что ступенчатые отклонения рулевых поверхностей за счет перемещения штоков рулевых агрегатов приводят к возникновению раскачки летательного аппарата по всех каналах управления. Как правило, частота возникающих колебаний превышает полосу пропускания летчика и его попытки парировать раскачку только усугубляют ситуацию. В таких случаях целесообразно отключать демпферы и автоматы устойчивости.

Изменение полярности входного управляющего сигнала на рулевые агрегаты демпферов и автоматов устойчивости является следствием грубейшей ошибки при монтаже электропроводки при выполнении ремонтных работ. Последствия такой ошибки проявляются чаще всего сразу после отрыва самолета от ВПП при взлете. Именно в этот момент рулевой агрегат демпфера или автомата устойчивости начинает отклонять рулевую поверхность не в сторону компенсации возмущений, а в противоположную сторону. Дефицит времени, высоты и скорости, а, следовательно и эффективности рулевых поверхностей для парирования таких отказов, чаще всего приводит к весьма неблагоприятным последствиям.

Рассматривая отказы систем, обеспечивающих заданные характеристики устойчивости и управляемости, следует отметить, что все эти системы используют сигналы от датчиков первичной информации: датчиков аэродинамических углов, угловых скоростей и линейных ускорений, приемников воздушного давления и т.п. Отказ этих датчиков так же приводит к нештатной работе демпферов и автоматов устойчивости.

Высокая опасность отказов и неисправностей элементов систем устойчивости и управляемости приводит к необходимости применения принципа «короткоходовой автоматизации». Суть этого принципа заключается в том, что рулевые агрегаты демпферов и автоматов устойчивости отклоняют рулевых поверхности не более, чем на 5...10% от их конструктивно допустимого значения. Отказобезопасность систем улучшения устойчивости и управляемости достигается так же резервированием управляющих сигналов (каналов) с автоматическим выделением и отсечкой отказавшего сигнала (канала) за счет кворумирования, а так же применением рулевых агрегатов с параллельным (как правило, 3-х кратным) дублированием распределительных и исполнительных элементов.

Характерные отказы элементов механической системы управления современных самолетов

Чухненко С.Е., Мардеев Д.А., Кузьминов В.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Харченко В.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Элементы механической системы неавтоматического управления являются весьма надежными и их отказы встречаются крайне редко. Тем не менее, вероятность появления неисправностей и отказов этих элементов существует.

Повреждения (разрушения) механической проводки управления могут быть вызваны пожаром на борту летательного аппарата, воздействием средств поражения, действием нерасчетных нагрузок, усталостными явлениями, нарушениями в технологиях монтажа и производства. Расстыковка кинематически связанных элементов (тяг, качалок и т.п.) может произойти в результате их неправильного монтажа и контровки. Разрушение механической части проводки приводит к тому, что управление летательным аппаратом в соответствующем канале становится крайне неудовлетворительным или невозможным.

На практике может встретиться деформация (потеря устойчивости) механических тяг прямой обратимой системы управления под действием значительных осевых сил, вызванных шарнирными моментами на рулевых поверхностях в результате воздействия порывов ветра на стоянке. Такая ситуация возможна в том случае, когда рулевые поверхности не застопорены струбцинами, а командные рычаги управления - специальными стопорными устройствами.

Люфты и повышенное трение проводки управления приводят к искажению управляющего сигнала от командных рычагов управления к рулевым поверхностям или рулевым приводам, что ухудшает характеристики устойчивости и управляемости и негативно оценивается летчиком. Причиной люфтов является износ шарнирных соединений. Увеличение трения может являться причиной неисправностей гермовыводов, шарнирных соединений, узлов навески рулевых поверхностей, золотниковых распределителей рулевых приводов, пружинных механизмов загрузки.

Заклинивание механической проводки, а, следовательно и невозможность управления летательным аппаратом может произойти в результате боевых повреждений, деформаций элементов конструкции планера, а так же из-за попадания в область размещения подвижных элементов системы управления посторонних предметов.

Опасным является соприкосновение подвижных элементов проводки управления с электрической проводкой. Это может привести к истиранию изоляции и замыканию электрической сети.

Существенное ухудшение характеристик устойчивости и управляемости летательного аппарата вплоть до полной потери управляемости происходит из-за растяжения и обрыва тросовой проводки управления, износа реборд и рабочих канавок роликовых направляющих, ослабления заделки тросов в наконечниках, износа, заершенности, заломов и вмятин тросов, обрыва их прядей.

В непрямых необратимых системах управления существенное влияние на управляемость самолета оказывает отказ механизма триммерного эффекта. Шток механизма в результате отказа может переместиться в одно из своих крайних положений или остановиться в каком-либо из промежуточных. Управление самолетом при таком отказе возможно, но при этом летчик будет вынужден создавать на установившихся режимах полета тянущие или толкающие усилия на «не стриммированном» командном рычаге в течении длительного времени. Это может быть весьма утомительным в связи со значительными усилиями, создаваемыми пружинными загрузочными механизмами.

В прямых обратимых системах управления отказ электромеханизма аэродинамического триммера или тросовой проводки управления триммером так же существенно и неблагоприятно изменяет усилия на командном рычаге для балансировки самолета из-за необходимости постоянного противодействия аэродинамическому шарнирному моменту.

Исследование эффективности средств предотвращения возникновения и развития аварийных ситуаций при попадании самолета в микровзрыв на этапе захода на посадку

Щербаков А.И., Воронка Т.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ефремов А.В.
МАИ, Москва

Одним из важнейших требований, предъявляемых к проектируемой, а также эксплуатируемой авиационной технике, является безопасность пилотирования. Одной из причин возникновения аварийных ситуаций в полете является попадание летательного аппарата в зоны с интенсивной атмосферной турбулентностью. Согласно статистике авиационных происшествий, основной причиной всех серьезных авиационных инцидентов и четырнадцати процентов всех катастроф в период с 2014 по 2018 года стало попадание самолета в сложную ветровую обстановку. В настоящей работе рассмотрен вопрос попадания воздушного судна в микровзрыв, а также исследование возможности его подавления с помощью перспективных средств индикации.

В работе подробно описаны последствия попадания самолета в микропорыв на этапе посадки, разработана его математическая модель, а также модель его взаимодействия с самолетом. Для подавления негативных явлений при попадании самолета в микровзрыв предложено использовать прогнозную индикацию, разработанную в МАИ. С целью оценки эффективности предложенного средства проведены исследования на пилотажном стенде. Показано, что использования штатных средств захода на посадку недостаточно для парирования ветровых возмущений, вызванных микровзрывом, поэтому необходимо применение средств отображения прогнозной информации.

Публикация подготовлена в рамках реализации Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020-2025 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (соглашение от «16» ноября 2020 г. № 075-15-2020-924)

Секция №1.2 Проектирование, конструирование и технология производства ЛА

Система поиска 3-х мерных моделей по геометрическому подобию

Аразвелиев Б.Т.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Дмитриенко Г.В.
УлГТУ, Ульяновск

Одним из основополагающих аспектов современного авиастроения, особенно в зарубежной практике, является преемственность решений. Это и становится все более рациональным благодаря тому, что современные компьютеры позволяют запоминать и записывать каждый шаг инженера (как технолога, так и конструктора), его коллег и предшественников. Сейчас инженеры не проектируют деталь или соединение от начала до конца и тем более не делают это вручную. Они используют готовые решения - шаблоны, прототипы.

Процесс проектирования заключается в правильном выборе известной модели (схемы), подстановке в нее известных решений и, наконец, в совершенствовании конструкции отдельных элементов и системы в целом с учетом накопленного опыта эксплуатации и испытаний прототипа и с учетом анализа других вновь появившихся решений. Каждый этап совершенствования не должен быть кардинальным, чтобы не растерять все полезное, что имелось в прежнем решении, и дополнить новые положительные качества конструкции. Самое ценное, чем обладают крупные зарубежные компании - это интеллектуальная собственность (РИД - результат интеллектуальной деятельности), которая сосредоточена в закрытых частных компьютерных банках (баз данных). Поэтому компании способны быстро модернизировать продукцию и осваивать новые поколения машин. Данное обстоятельство недооценивается в нашей стране. Достаточно отметить утрату в последнее время технических архивов многих отечественных предприятий и КБ. Уже сейчас необходимо начинать реанимировать отечественное авиастроение (машиностроение) при помощи создания систематизированных банков конструкций (баз данных), в основу которых может быть положена справочная и патентная литература. Однако, помимо пополнения и сохранения накопленного, остается вопрос в поиске нужного на данный момент модели (конструкции). Вопрос не только в качестве поиска, а в быстроте действия алгоритма, и работы системы поиска в целом.

Создание алгоритма работы системы поиска должна использоваться на всех этапах конструкторско-технологической подготовки производства в различных подразделениях предприятия как инструмент для поиска 3D-моделей, похожих по геометрической форме. Система поиска позволит сократить время разработки проектирования конструкций (деталей) за счет использования ранее созданной конструкторской документации. База данных конструкций (банк знаний), система поиска конструкций (моделей) на основе алгоритмов, способных анализировать геометрия конструкций (моделей), представляют собой начало (возможно один из этапов) создания интеллектуальной системы проектирования.

Список использованных источников:

1. Рот К. Конструирование с помощью каталогов / Пер. с нем. В.И. Борзенко и др.; Под ред. Б.А. Березовского. - М.: Машиностроение, 1995. — 420 с.: ил.

К вопросу об определении эффективности комплексной системы тепловой защиты высокоскоростного летательного аппарата

Аронов Д.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Клягин В.А.
МАИ, Москва

Сегодня актуальной темой для ведущих мировых авиастроительных фирм стал вопрос создания летальных аппаратов с увеличенной сверхзвуковой скоростью полета. Вне зависимости от того, являются такие самолеты пилотируемыми или беспилотными, существенной проблемой для них является обеспечение теплового баланса конструкции планера, силовой установки, самолетных систем и бортового радиоэлектронного оборудования.

Основными факторами, влияющими на тепловое нагружение, являются характер траектории аппарата, достигаемые высотно-скоростные параметры, время полета. Увеличение тепловых потоков в области больших сверхзвуковых скоростей ставит вопрос об организации рациональной теплозащиты высокоскоростного аппарата. Перспективным направлением может считаться создание комплексной системы тепловой защиты, включающей внутреннюю пассивную теплоизоляцию, магистрали активного охлаждения с помощью хладоресурса топлива или дополнительного теплоносителя, а также термоэлектрогенерирующие устройства в особонагруженных зонах самолета. Сочетание различных по принципу действия элементов требует определения общих критериев оптимальности для выявления наилучших вариантов системы тепловой защиты.

В общем случае, критерии или целевые функции, которые предполагается использовать в научном исследовании, должны удовлетворять требованиям однозначности и объективности, должны быть мерой достижения цели или успешности выполнения поставленной задачи. С учетом указанных способов теплозащиты эффективность всей системы будет зависеть от физических характеристик используемых материалов, конструктивных особенностей панелей обшивки, теплофизическими параметрами хладагентов, расходными характеристиками охлаждающих магистралей, удельные электрофизичекие показатели.

В конечном итоге перед разработчиком комплексной системы тепловой защиты будет стоять задача выбора (проектирования) её рационального варианта из множества альтернативных решений с различными показателями эффективности, затратами, сроками и техническими рисками разработки. Такой поиск возможно выполнить по результатам расчета максимального значения обобщённой функции полезности и с использованием методов нахождения Парето-оптимальных решений многокритериальных задач.

Обеспечение требований к малой радиолокационной заметности самолета за счет рационального формообразования носовой части

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

Современные тенденции развития военной авиации диктуют жесткие требования к радиолокационной заметности летательных аппаратов. Данные требования обусловлены развитием средств радиолокационного обнаружения ПВО противника, как наземных, так и установленных на борту самолетов, а также развитием головок самонаведения ракет класса «земля-воздух» и «воздух-воздух». Для обеспечения выживаемости летательного аппарата и эффективного противодействия противнику в современных боевых условиях эффективная поверхность рассеяния современного летательного аппарата военного назначения должна быть менее 1 м2, что является серьезной задачей для промышленности.

Существует ряд методов обеспечения требований к радиолокационной заметности ЛА:

1. Во-первых, это рациональное формообразование, целью которого является минимизация пиков обратного рассеяния электромагнитных волн от поверхности

летательного аппарата и выведения данных пиков из зоны потенциального облучения РЛС противника;

2. Во-вторых, это применение специальных радиопоглощающих покрытий для снижения уровня отраженного от поверхности летательного аппарата сигнала.

Отметим, что применение второго способа нецелесообразно без эффективного применения первого, поскольку нерациональный выбор формы приведет к широким пикам обратного рассеяния и увеличит медианное значение эффективной поверхности рассеяния в десятки раз, что невозможно компенсировать применением специальных материалов и покрытий.

Стоит также сказать, что важнейшей задачей является обеспечение малой радиолокационной заметности самолета в переднюю полусферу, так как именно в данном секторе происходит облучение летательного аппарата при ведении дальнего и среднего воздушного боя, а также при преодолении ПВО противника. Наибольший вклад в эффективную поверхность рассеяния самолета в передней полусфере вносит носовая часть самолета.

Таким образом для обеспечения требований к радиолокационной заметности самолета в передней полусфере необходимо обеспечить рациональное формообразование носовой части самолета и, в случае необходимости, дополнительно снизить уровень обратного рассеяния за счет специальных покрытий и материалов.

Проектирование верхней и нижней панелей крыла самолета на основе прочностного анализа

Бартенев М.Е., Богданов М.В.
Научный руководитель — к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Повышение требований к характеристикам летательных аппаратов, расширение диапазона выполняемых ими задач, влечет за собой совершенствование методик их проектирования и расширение параметров, участвующих при создании оптимизационных алгоритмов. Для обеспечения полета самолета на всех допустимых режимах эксплуатации крыло должно обладать при наименьшей массе конструкции достаточной прочностью и жесткостью. В этой связи, решение задачи прочностного расчета крыла является актуальной. Подобные расчеты используются при определении проектных параметров летательного аппарата на этапах курсового и дипломного проектирования.

Крыло самолета представляет собой статически неопределимую тонкостенную конструкцию, состоящую из обшивки и каркаса. Каркас включает в себя продольный набор (стрингеры и лонжероны) и поперечный набор (нервюры).

С точки зрения прочности основное воздействие на конструкцию оказывают изгибающий момент. Он воспринимается верхней и нижней силовыми панелями, которые работают на растяжение и сжатие. Подкрепленная панель, представляет собой обшивку, подкрепленную продольными силовыми элементами (поясами лонжеронов и стрингерами) является основным силовым элементом конструкции крыла. Поскольку в общем случае, материал элементов панели может быть разным, расчеты панели выполнятся методом редукционных коэффициентов.

Алгоритм расчета растянутой панели сводится к нахождению предельного напряжения, которое возникает в наиболее прочном элементе панели-лонжероне или стрингере, в случае стрингерного крыла. Сжатая же панель рассчитывается на потерю устойчивости и, в этом случае, предельным напряжением будет минимальное из критических напряжений, при котором теряет устойчивость наиболее мощный элемент сжатой панели. Параметрами проектирования являются следующие величины: толщина обшивки; число, шаг и площади стрингеров; площадь, расстояние и число поясов лонжерона. Решается как прямая задача по определению оптимального числа силовых элементов и их параметров, так и обратная когда значение этих величин задано и необходимо определить несущую нагрузку.

Разработанные алгоритмы снижают сроки определения проектных параметров летательного аппарата и востребованы при курсовом и дипломном проектировании.

Список использованных источников:

1. Строительная механика боевых летательных аппаратов: Учебник /С.М. Баранцев, П.С. Костин, А.В. Лещенко, И.С. Моисеева, В.В. Овчинников. Воронеж: ВУНЦ ВВС ВВА, 2020. 327 с.

Определение расхода охлаждающего воздуха в математической модели теплообменного аппарата системы кондиционирования воздуха самолета

Бирлов И.А.

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

МАИ, Москва

В системах кондиционирования воздуха самолетов расход горячего воздуха, отбираемого от двигателей для дальнейшей полдачи в герметичную кабину, определяется в соответствии с заданной программой регулирования. Программа регулирования определяется в соответствии с требованиями Авиационных правил и зависит от количества человек, находящихся в герметичной кабине. Охлаждение горячего воздуха осуществляется в теплообменном аппарате путем продувки холодным воздухом, с целью достижения целевого значения температуры воздуха.

Расход холодного воздуха, подаваемого в охлаждающий контур теплообменного аппарата, является плавающей величиной и зависит от фактической температуры горячего воздуха на выходе из теплообменного аппарата и регулируется при помощи запорно-регулирующего устройства.

Для определения процесса теплообмена в теплообменном аппарате с целью определения возможностей системы кондиционирования воздуха разработана математическая модель. Актуальность данной задачи и возможные пути её реализации ранее рассматривалась в рамках конференции [1].

В случае выполнения расчета теплообменного аппарата в математической модели корректный выбор значения расхода охлаждающего воздуха оказывает существенное влияние на результат. Принимая во внимание, что температура горячего воздуха на выходе из теплообменного аппарата является результатом вычисления в математической модели, то её использование в определение расхода холодного воздуха не представляется возможным.

Для возможности использования корректного значения расхода холодного воздуха, соответствующего фактическому режиму работы теплообменного аппарата, возможно использование теоретической зависимости расхода воздуха от входных параметров горячего воздуха и эффективности теплообменного аппарата. Теоретическая зависимость может быть получена с использованием результатов натурных испытаний теплообменного аппарата. Использование зависимости расхода холодного воздуха от параметров охлаждаемого воздуха призвано приблизить математическую модель к реальной картине теплообмена в существующем агрегате.

Список использованных источников:

1. 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

Использование цифрового режущего плоттера
при производстве изделий из ПКМ

Боровкова С.А., Мязина Н.В.
Научный руководитель — Константинов И.А.
МАИ, Москва

Полимерные композиционные материалы благодаря разнообразию своих технологических и эксплуатационных свойств являются одними из самых востребованных материалов в машиностроении. Благодаря этому, современное производство композиционных материалов и изделий из них стремится не только к ускорению производственных процессов, но и к экономному использованию ресурсов.

Среди полимерных композиционных материалов лидирующую позицию занимают волокнистые углепластики. Производство конструкций и их элементов из углепластиков в значительной степени основано на технологии применения полуфабрикатов изделий (препрегов). Одним из методов сохранения времени, материалов и достижения высокой точности при производстве препрегов является технология плоттерной резки при помощи цифровых режущих плоттеров.

Цифровые режущие плоттеры (каттеры) - это аппараты для точного вырезания любых трафаретов или изображений по заданным параметрам из различных материалов. Высокая степень точности и скоростные качества устройств с программным управлением обеспечивают применимость цифровых плоттеров в самых различных сферах: в авиакосмической отрасли и машиностроении, в рекламной и полиграфической, для изготовления упаковочной продукции, а также в швейной, обувной и стекольной промышленности.

Алгоритм работы каттера состоит из следующих этапов:

Основание перед применением тщательно очищается от пыли, жира и прочих загрязнений;

Листовой или рулонный материал, из которого планируется раскрой, прижимается к основанию;

При помощи теста определяется глубина, на которую должен проникать нож плоттера, точно прорезая материал и не повреждая подложку;

Запускается процесс резки, экспортируя цифровые файлы в раскройное оборудование;

По окончании работы удаляются обрезки материала.

В отличие от ручного, автоматизированный раскрой и применение трехмерного лазерного проецирования повышает производительность, упрощает резку сложных кривых, позволяет эффективно использовать материал и минимизирует расходы, повышает качество резки, плотно фиксирует материал на поверхности, а также исключает необходимость разработки, изготовления и хранения технологической оснастки, трафаретов и шаблонов.

К недостаткам можно отнести необходимость устанавливать плоттер в “чистом” производственном помещении, где особым образом контролируют параметры рабочей среды — любая частица способна испортить заготовку, а также ограниченный срок хранения раскроенных заготовок.

Применение цифровых режущих плоттеров не только сокращает время подготовки производства и самой выкладки препрегов, но и позволяет эффективно использовать производственные ресурсы, а также с легкостью проводить правки в данных для лазерных проекций при любых изменениях в конструкции изделий.

Например, на КнААЗ им. Ю.А. Гагарина такой плоттер используется не только для изготовления полуфабрикатов из стекловолокна, углеткани, но и для резки небольших кожаных деталей для кабины пилота: изделия выполняются в разы быстрее и точнее, чем при ручном раскрое. Это позволяет сэкономить площадь производственного цеха и задействовать меньшее число рабочих за счет автоматизации технологических процессов, но в то же время необходимо проведения инструктажей и повышения квалификации персонала.

Принципы системного подхода к проектированию испытательных стендов

Валынга С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва

В настоящее время экспериментальная доводка современных агрегатов воздушно-реактивных двигателей характеризуется разнообразием применяемых видов испытаний, методов измерений, большим количеством измеряемых выходных параметров, регистрируемых при испытаниях. Постоянное конструктивное изменение объектов испытаний заставляет развивать средства испытаний и специальные испытательные стенды, используемые на стадии научно-исследовательских и экспериментально-доводочных испытаний. Такие стенды позволяют существенно сократить период создания новых агрегатов путем улучшения конструкций стендов, совершенствования оборудования и измерительной техники, применения систем автоматизации сбора и обработки параметров испытаний.

Актуальность темы: сегодня при выпуске агрегатов двигателей летательных аппаратов на предприятиях проводятся их испытания на соответствие всем требованиям и нормам. Такие испытания проводятся для каждого агрегата в отдельности. Многие из них включены в общую топливную систему и работают совместно. Проверка правильности этой работы и окончательная настройка производится уже после установки агрегатов на двигатель и его пробных пусков. Поэтому представляется целесообразным проводить совместные испытания агрегатов топливной системы до установки их на двигатель. Для выполнения этой задачи требуется создание соответствующего универсального экспериментального стенда.

Степень проработанности темы исследования: экспериментальные исследования, проводимые в процессе создания агрегатов и узлов двигателей летательных аппаратов, делят на три основных этапа. На первом этапе, когда разрабатывается принципиальная схема, экспериментальные исследования проводятся на моделях, значительно отличающихся от натурных изделий и узлов. На втором этапе, когда выбирается и отрабатывается компоновка с целью получения оптимальных выходных параметров и характеристик, исследования проводятся на моделях, приближенных к натуре. На третьем этапе при отработке эксплуатационных характеристик, удовлетворяющих техническому заданию, эксплуатационным нормам, государственным и международным стандартам, экспериментальные исследования проводятся на натурных объектах в наземных условиях.

Цель работы: исследования проводились с целью создания комплексного испытательного стенда, способного проводить одновременное испытание четырех агрегатов, максимально отработать на земле их взаимодействие, учесть совокупные отказы и избежать их в дальнейшей эксплуатации.

Объектом исследования является проведение работ по разработке универсального (комплексного) испытательного стенда для одновременной отработки агрегатов САУ авиационных двигателей.

Научная новизна исследования: создание комплексного стенда одновременно обуславливает новизну данной работы, в части отсутствия таковых стендов, что в итоге позволит обеспечить снижение трудозатрат, энергозатрат, сократить площади для установки стенда и др.; создание универсального стенда значительно уменьшит трудоемкость изготовления стенда, сократит расходы на проектирование, сборку и испытания.

В данной работе решаются следующие задачи:

• Проведен обзор современной теории проектирования испытательных стендов;

• Проанализированы принципы системного подхода к проектированию испытательных стендов;

• Проведен анализ надежности испытательных стендов;

• Изучены рабочие процессы агрегатов и влияние различных условий на эти процессы при испытаниях на стендах;

• Спроектирован испытательный стенд для отработки четырех агрегатов одновременно.

Основные результаты исследования. В работе отражено решение ряда задач проектирования универсального испытательного стенда для испытаний агрегатов воздушно-реактивного двигателя.

Основной научный результат исследования. Рассмотрены основы проектирования испытательных стендов, приводятся основные требования к стендам и испытуемым аппаратам, рассматриваются также вопросы надежности и аттестации стендов. Одновременно с этим проанализированы принципы системного подхода к проектированию испытательного стенда.

По результатам исследования можно сделать вывод: что с появлением комплексного стенда появится возможность регулирования агрегатов системы автоматического управления двигателем сразу в составе всего испытательного комплекса, что позволит осуществлять регулировку системы, не используя двигатель. Это ускорит выпуск готовых изделий, повысит надежность работы агрегатов регулирования топлива и приведет к уменьшению затрат на создание систем управления.

Возможные пути и перспективы продолжения работы. В последующем планируется проектировка топливной системы, позволяющей проводить испытания четырех агрегатов одновременно, имитируя полное взаимодействие их между собой. Проработка вопросов проведения испытаний на совокупность внешних воздействующих факторов при функционировании агрегатов и системы управления топливоподачей в целом, а также представления результатов разработки структурных и гидравлических схем создаваемого универсального испытательного стенда и его составных частей.

Применение ТРДД с увеличенной тягой для сокращения потребной ВПП регионального самолета

Васин С.С.

Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.

ЦАГИ, Жуковский

Рассмотрено применение ТРДД с форсажной камерой в концепции регионального самолета для сокращения взлетной и посадочной дистанции. Были оценены взлетно - посадочные и летные характеристики регионального самолета с тремя типами двигателей, кроме того была исследована возможность согласования планера и ТРДДФ в условиях крейсерского полета. Для оценки аэродинамических характеристик был проведен численный эксперимент для скоростей полета (M = 0.75-0.9), на основе полученных данных было выполнено исследование возможности применения ТРДДФ с различной степенью форсирования в крейсерском полете по критерию минимального расчета топлива. Был составлен модуль расчета потребной длины ВПП с учетом особенностей регионального самолета и рассчитана рациональная степень форсирования двигателя.

Расчет аэродинамических характеристик проводился в условиях крейсерского полета: H=11км. для различных скоростей полета (M=0,75-0,9), при значениях угла атаки -2, 0, 2, 4, 5º для M=0,7 -0,8 и 0, 1, 3, 5º для M=0,85-0,9. Исследование было проведено в программном пакете численного решения уравнений Навье-Стокса, осредненных по методу Рейнольдса ANSYS CFX с использованием SST γ-Reθ модели турбулентности. Задача решалась в расчетной области размерами 150x250x250 м. на неструктурированной расчетной сетке, размерностью ~ 80 млн. элементов. Для качественного разрешения пограничного слоя использовалось 40 призматических слоев с заданной высотой первой ячейки 0,013 мм. Для уменьшения времени расчета моделирование работы ТРДД было произведено без полного учета канала воздухозаборника и сопла. Однако, для M=0,8 было произведено сравнение характеристик в полной и неполной конфигурациях, в результате чего была принята неполная конфигурация с условием свободного протока на входе и условием расхода газа на выходе. Для учета работы двигателя в полной конфигурации на входе в двигатель задавалась степень повышения давления для обеспечения расхода воздуха Gв =84.47 кг/с, рв=1.1. На

выходе задавалась степень повышения давления pв=1.6 и температура газа в контуре смешения T*см =368 K. В результате получены картины течения, выявлены особенности обтекания компоновки регионального самолета.

По критерию K/C_R проведен анализ результатов согласования. Показано, что для рассмотренных двигателей наиболее предпочтительная по расходу топлива скорость полета M=0,75. На M=0,8 для двигателя без форсажной камеры максимальное значение согласующего параметра K/C_R =25,08, что на 5% меньше чем на M=0,75, но может быть целесообразным по экономическим критериям. Похожие характеристики наблюдаются для двигателей с форсажной камерой.

Составлена программа для предварительной оценки сбалансированной длины ВПП на основе алгоритма Журихина Ю.П. и Семеновой И.А. С целью получения наиболее точных скоростных характеристик ТРДД для расчета коэффициента падения тяги ТРДД, алгоритм был дополнен интерполяционным модулем для определения тяги по заданному двумерному массиву скоростных характеристик а также процедурой определения оптимального угла атаки при разбеге.

Учитывая предварительных характер исследования ВПХ, в программе были приняты следующие допущения:

1) процесс увеличения угла атаки самолета перед отрывом в расчете не учтен. Принято, что подрыв происходит мгновенно;

2) после выключения двигателей тяга изменяется до нуля по линейному закону в зависимости от времени;

3) тормоза включаются после падения тяги до нуля;

4) коэффициент трения при пробеге постоянный;

5) при включении форсажа тяга двигателей увеличивается по линейному закону в зависимости от времени;

В расчете сбалансированной взлетной дистанции методом последовательных приближений определялась критическая скорость отказа одного двигателя Vef для выполнения условия равенства длины завершенного и прерванного взлета. Аэродинамические характеристики при отрыве определялись из условия нахождения допустимого угла атаки, в соответствии с АП-25. Аэродинамические параметры на воздушном участке посадки (H=15м) до момента касания ВПП определялись исходя из посадочного угла атаки получаемого из условия обеспечения заданного запаса по скорости.

Из проведенных расчетов получено, что приемлемое согласование планера с двигателем возможно на скоростях полета M = 0,75 – 0,8, при этом влияние потерь в канале воздухозаборника и сопла на выбранный критерий согласования незначительно. Также получено, что в данной конфигурации оптимальная степень форсирования (Rф/ R0≈1,3), что свидетельствуют о том, что потребная длина ВПП может быть снижена на 50% благодаря применению ТРДДФ со степенью форсирования (Rф/R0≈1,8), однако, с целью обеспечить базирование на аэродромах с длиной ВПП менее 1800м необходимо улучшить посадочные характеристики.

Особенности проектирования ударных самолётов вертикального взлёта и посадки

Волков А.И., Васильев М.А.
МАИ, Москва

При создании современных боевых авиационных комплексов (АК) авиапроизводители стараются обеспечить максимально короткие длины разбега и пробега самолётов, для возможности обеспечения взлёта и посадки с повреждённой ВПП.

Во всём мире развиваются концепции быстрого глобального удара, а самолёты вертикального взлета и посадки (СВВП), у которых есть возможность базирования на вертолётоносцах и наскоро оборудованных площадках вблизи линии фронта отлично в нее вписываются.

Исходя из анализа уже существующих боевых ударных самолётов были сформированы основные требования для создаваемых АК:

• Многофункциональность (возможность уничтожения наземных, морских и воздушных целей).

• Размещение вооружения во внутренних отсеках.

• Низкая РЛ и ИК заметность.

• Возможность длительного полёта на сверхзвуковых скоростях.

Одним из основных вопросов проектирования СВВП является выбор типа силовой установки (СУ) и ее размещения. В настоящее время существует несколько конфигураций, каждая из которых обладает своими преимуществами и недостатками. Основными конфигурациями являются:

• Единые СУ. К ним относятся установки, у которых один и тот же двигатель создает и вертикальную горизонтальную тягу.

• Многодвигательные (составные) СУ. Такие СУ имеют отдельные двигатели для создания вертикальной тяги отдельные двигатели для горизонтального полета.

• Силовые установки с агрегатами усиления тяги. Это СУ, у которых для горизонтального полета и вертикального взлета и посадки используется один и тот же двигатель, дополненный агрегатами усиления тяги. Сам двигатель в этом случае работает как газогенератор.

Также отличительными особенностями СВВП является наличие дополнительной системы управления на режимах «висения», т. к. классические органы управления в данном случае малоэффективны.

Учитывая всю специфику СВВП, нами был разработан вариант ударного самолета, удовлетворяющий всем современным требованиям. Самолет представляет собой одноместный летательный аппарат, выполненный по схеме «Утка» с многодвигательной СУ, состоящей из двух подъемных двигателей (ПД) и одного подъемно-маршевого двигателя (ПМД). Основное вооружение размещается в двух основных грузовых отсеках (ракеты воздух-поверхность) и двух боковых (ракеты воздух-воздух). Предусмотрен модельный комплекс БРЭО для быстрого переоборудования самолета в истребительный или ударный вариант.

Применение схемы «Утка» позволяет обеспечить хорошие характеристики на сверхзвуковых режимах полета, достичь высоких характеристик устойчивости и управляемости, что весьма ценно при полете на низких высотках. Также схема «Утка» позволяет уменьшить массу конструкции и не имеет вредоносных потерь на балансировку.

Снижение РЛ и ИК заметности обеспечивается применением:

• Маскировочной окраски, поглощающей радиоволны

• Покрытий, поглощающих акустические волны

• Интегральной компоновки, что приводит к уменьшению краевых поверхностных волн.

• Уменьшенных размеров агрегатов, как следствие уменьшения ЭПР.

• Малоотражающих воздухозаборников и сопла

Специальная конфигурация самолета включает:

• Развал килей относительно плоскости симметрии самолета

• Разнесение ГО и ВО по длине фюзеляжа

• Устранение острых «излучающих» очертаний

• Экранирование сопел

• Экранирование кромок воздухозаборников, лопаток компрессора двигателей.

Силовая установка состоит из двух ПД РД-41 в носовой части ЛА и одного ПМД Р-579МК-300 (глубокая модификация Р-79В-300).

Крыло — трапециевидное с адаптивной механизацией (сочетание флаперон +плоская срединная поверхность+носок), что обеспечивает:

• Улучшение поперечной управляемости на больших углах атаки путем синхронного несимметричного отклонения подвесных элементов в носовых и хвостовых частях крыла

• Уменьшение сопротивления при полете с большой скоростью

• Прямое управление подъемной силой путем синхронного управления кривизной крыла и отклонением оперения.

ПГО — цельноповоротное для минимизации выступающих на теоретический контур элементов выполнено по схеме вала. В этом случае привод будет размещаться в фюзеляже над боковым грузовым отсеком.

ВО — двухкилевое цельноповоротное с развалом относительно плоскости симметрии. Гидроцилиндры управления размещаются в хвостовых балках фюзеляжа.

Шасси — трехопорное шасси с носовой опорой. Все опоры телескопические. Основная опора шасси убирается вперед по полету в отсек под кабиной пилота. Основные опоры убираются назад против полета в отсеки, расположенные по бортам фюзеляжа.

Ударный СВВП данного типа хорошо вписывается в концепцию быстрого глобального удара и способен занять нишу между штурмовиком Су-25 и фронтовым истребителем-бомбардировщиком Су-34.

Список использованных источников:

1. Хафер К., Закс Г. техника вертикального взлета и посадки: Пер. с нем. – М.: Мир, 1985. – 376 стр.

2. Курочкин Ф.П. проектирование и конструирование самолетов с вертикальным взлетом и посадкой М., «Машиностроение», 1977, 224 с.

3. Компоновка самолетов/ Под ред. М.Ю. Куприкова. – М.: Изд-во МАИ,2012. – 296 с.: ил.

Методология управления требованиями с помощью цифровых инструментов при проектировании современных самолетов

Вруцкий Д.И.

Научный руководитель — Хван А.В.

МАИ, Москва

Процесс сертификации воздушного судна должен начинаться с начальных этапов проектирования, это необходимо для того, чтобы иметь возможность отследить процесс изготовления изделий, обеспечить полную видимость всего рабочего цикла и корректное выполнение всех предъявляемых требований, а также на начальных этапах процесса выявить возможные ошибки и проблемы. Определение и постановка необходимых требований для воздушного судна является одной из важных исходных задач, ведь их правильность и полнота напрямую влияют на качество процесса производства, а в дальнейшем и на качество будущих самолетов.

Проектирование любого современного самолета — долгосрочная, сложная и высокоинтегрированная инженерная деятельность, в ходе которой формируется большое количество требований. При сертификации каждый самолет проходит два этапа – валидацию и верификацию. Валидация заключается в проверке правильности и полноты предъявленных к нему требований. Верификация необходима для подтверждения того, что самолет полностью удовлетворяет предъявленным к нему требованиям. В процессе разработки самолета эти требования могут подвергаться динамическим изменениям. При этом, изменения требований является большим источником риска при разработке авиационной продукции. Поэтому управление изменением требований играет важную роль в развитии авиации и требует четкого понимания и анализа.

Современные цифровые технологии позволяют ускорить разработку, сэкономить и облегчить проектирование современных самолетов благодаря автоматизации процессов сертификации, моделирования и расчетов. Цифровые инструменты позволяют проследить и наладить весь процесс изготовления изделий, а также спрогнозировать возможные риски, которые могут возникнуть при организации производства. Для управления требованиями инструменты обычно делятся на 2 типа: инструменты управления содержанием требований и инструменты управления процессами требований. Инструменты управления содержанием — это инструменты для управления вводом требований, отслеживания требований и управления базовыми показателями требований. Инструменты управления процессами — это инструменты управления изменениями.

Выбор технологических условий обработки тонкостенных деталей авиационной техники из алюминиевых сплавов для уменьшения их коробления

Гусева А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фоменко Р.Н.
РГАТУ, Рыбинск

Введение

При изготовлении тонкостенных деталей авиационной техники из алюминиевых сплавов, в тех деталях образуются остаточные внутренние напряжения, которые возникают при механической обработке, а также при получении заготовки (отливки, штамповки). При механической обработке точением или фрезерованием нарушается общий баланс остаточных внутренних напряжений, что приводит к нежелательному короблению (искажение формы) деталей или изменению размеров и геометрии деталей после снятия со станочного приспособления. У деталей из алюминиевых сплавов коробление также может возникнуть при хранении или эксплуатации, что приводит к изменениям в работе двигателя. Коробление приводит к дефектам и браку, что усложняет производственный процесс. Изучение зависимости деформаций тонкостенных деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов, от условий их механической и термической обработки является важной и современной производственной задачей.

Причины явления коробления деталей

Остаточные напряжения в деталях из цветных сплавов делятся на остаточные напряжения от механической и термической обработки. Остаточные напряжения при механической обработке подразделяются на напряжения от действия теплового фактора, силового фактора и напряжения от структурно-фазовых превращений в сплаве при его перегреве.

Исходя из этого, для того что бы снизить остаточные напряжения и других видов дефектов, которые влияют на изменение размеров детали и ее формы, необходимо рассчитать режимные параметры обработки.

Оптимальные режимы резания

Для конкретной пары обрабатываемый – инструментальный материал – износостойкое покрытие существуют оптимальные режимы резания. Оптимальные режимы резания обеспечивается минимальный износ инструмента, а также наилучшие показатели параметров качества поверхностного слоя. Оптимальные режимы резания используют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую стойкость режущего инструмента, а так же на чистовом этапе обработки ответственных деталей. Основная задача получения качественной поверхности, заключается в обеспечении оптимальной температуры резания материала заготовки, для чего необходимо найти оптимальную скорость резания.

Исследования и результаты экспериментов

Для преобразования зависимости проведем токарную обработку. Заготовка из алюминиевого сплава обрабатывалась на токарно-винторезном станке NH 22. Во время обработки происходило измерение сил резания и температуры резания.

Рассмотрим три этапа исследования:

На первом этапе выполнялась обработка инструментами из твердого сплава ВК8, IC907 и IC20 (без покрытия) на базовых режимах резания. Проводилось точение кольцевых заготовок.

На втором этапе исследования заготовка из алюминиевого сплава обрабатывалась при разных скоростях резания. Одна заготовка была обработана инструментом из твердого сплава IC907 на скорости v = 4,4 м/с, а другая была обработана на оптимальной скорости vO = 5,6 м/с. Расчет скорости резания проводился по уравнению обрабатываемости. При анализе результатов экспериментов обработки была определена оптимальная скорость резания для инструмента из твердого сплава IC907 (фирма Iscar).

Результаты экспер иментов показывают следу ющее:

1) При про чих разных усло виях тангенциальная си ла резания при обра ботке материала инстру ментом из твер дого сплава IC 907 снижается на 26% по срав нению с инструме нтальным сплавом ВК 8.

2) Так же при про чих равных усло виях составляющие си лы резания при обра ботке материала инстру ментом из твер дого сплава IC 907 ниже сил рез ания на 30- 50% по срав нению с обраб откой твердым спл авом IC20 (б ез покрытия).

На третьем эт апе прово дилось эксперимента льное опред еление параметров каче ства поверхностного сл оя деталей из алюми ниевых сплавов по сле обработки точе нием.

Анализируя резул ьтаты измерений, микроне ровность поверхности обрабо танных образцов практ ически одинаковая, а микротвердость (H V) поверхности вто рого образца вы ше примерно на 15 %, т.к. обр азец обработан на оптим альных режимах реза ния. Это показ ывает влияние тепл ового фактора на повы шение наклепа (упро чнение металла в резул ьтате пластической деформ ации).

Исследование возможности выигрыша по массе гидросистемы за счет применения принципа форсирования давления при отказах

Дёмин Н.А.
МАИ, Москва

Ввиду большого числа функций, выполняемых самолетной гидросистемой (критичных для безопасности полета) к ней применяются соответствующие требования по надежности и отказобезопасности. Основным методом повышения этих двух параметров в настоящее время является резервирование. Совершенно очевидно, что такой способ повышения надежности неизбежно ведет к увеличению массы воздушного судна и уменьшению массы полезной нагрузки.

Несмотря на жесткие требования по надежности и отказобезопасности авиационных гидравлических систем, экономия массы возможна за счет введения на этапе проектирования возможности подстройки внутренних параметров гидросистемы под меняющиеся режимы работы. Например, понижение уровня номинального давления на крейсерском режиме полета и форсирование давления при отказах.

Согласно действующим авиационным правилам вероятность возникновения катастрофической ситуации не должна превышать 10-9 для гражданских воздушных судов и 10-8 для воздушных судов военного назначения, а также существует требования одного отказа в системе управления без последствий.

Для удовлетворения требованию одного отказа без последствий в настоящее время на этапе проектирования гидросистемы площади поршней приводов системы управления выбираются из условий возможности полной компенсации одного отказа силами оставшихся работоспособными элементов.

Согласно ОСТ 1 00095-73 все агрегаты гидравлических систем самолетов проектируются таким образом, чтобы выдерживать трехкратное превышение уровня номинального давления в системе до разрушения, это делает возможным применение принципа форсирования давления.

Принцип форсирования давления состоит в том, что на этапе проектирования устраняется избыточная площадь поршней приводов, и в случае возникновения отказа, результатом которого может быть потеря ВС или невыполнение критически важной боевой задачи, повышается уровень рабочего давления в системе, чтобы сохранить работоспособность системы на прежнем уровне.

Изменение потребной площади поршней приводов системы управления ведет к изменению потребного расхода жидкости, подаваемой в камеру силового цилиндра, для обеспечения заданного перемещения действующей нагрузки на заданное расстояние с заданной скоростью. В свою очередь изменение потребной подачи жидкости ведет к

изменению потребной производительности основных насосов гидросистемы, изменению потребной площади сечения трубопроводов и, как следствие, массы всей гидросистемы.

В данной работе рассматриваются массовые характеристики гидросистемы силового привода сверхзвукового маневренного самолета в зависимости от метода достижения требуемых показателей отказобезопасности (принцип одного отказа в системе управления без последствий).

Цель работы состоит в оценке возможного выигрыша по массе гидросистемы за счет применения современных принципов проектирования её агрегатов относительно исходных показателей.

Для достижения поставленной цели в данной работе проведено сравнение масс агрегатов гидросистемы силового привода сверхзвукового маневренного самолета для системы с возможностью форсирования давления и системы с избыточной мощностью (традиционной). Сравнения масс проводилось для различных уровней номинального давления (от 210 атм. до 560 атм.). Также расчеты масс проводились для различных материалов напорных трубопроводов.

Для вычисления масс агрегатов и трубопроводов системы в данной работе применяются численные методы математического анализа и формулы 3-й теории прочности.

В ходе данной работы устанавливается, что применение принципа форсирования давления снижает установочную мощность системы от 1,3 до 2-х раз.

Также показывается, что применение принципа форсирования давления без упрочнения агрегатов системы, для компенсации последствий работы на форсированных режимах, позволяет добиться существенных выигрышей по массе гидросистемы (до 50%).

В случае, когда в систему закладывается некоторая степень упрочнения агрегатов для полной или частичной компенсации последствий работы системы на форсированном режиме эффект выигрыша по массе все ещё сохраняется и составляет от 8 до 25,5%.

На основании результатов проведенных расчетов можно заключить, что применение систем с возможностью форсирования давления в настоящее время является промежуточным решением между традиционными системами с номинальным давлением до 350 атм. и традиционными системами с номинальным давлением свыше 420 атм.

Проектирование продольных и поперечных элементов фюзеляжа самолета на основе прочностного анализа

Ельцов М.С., Коробец Д.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Баранцев С.М.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Проектирование фюзеляжа летательного аппарата сводится к определению конструкции планера, обладающей высокой прочностью и жесткостью при относительно небольшой массе. Решение задачи определения геометрических размеров и материала конструкции фюзеляжа, представляет интерес, поскольку вес конструкции является одним из ключевых параметров [1]. Подобные расчеты используются при определении проектных параметров летательного аппарата на этапах курсового и дипломного проектирования.

В настоящее время ужесточаются требования к срокам и качеству проектирования самолета. Его несущая способность определяется проектными параметрами фюзеляжа и его конструктивных элементов. Фюзеляж самолёта состоит из оболочки, подкреплённой каркасом. Силы от прикреплённых к нему конструктивных элементов: крыла, оперения, силовой установки, аэродинамические и массовые силы от грузов и агрегатов уравновешиваются на нем. Фюзеляж в отличие от крыла имеет значительную высоту поперечного сечения. Нормальные напряжения вблизи нейтральной линии невелики, поэтому основными напряжениями, которые возникают в этих элементах конструкции являются напряжения сдвига. В зоне сжатия по мере удаления от нейтральной оси увеличивающиеся нормальные напряжения могут привести к потере устойчивости стрингеров. Наступление опасного состояния для фюзеляжа определяется моментом начала

потери устойчивости сжатого стрингера, максимально удалённого от нейтральной оси сечения. Исходными данными для расчетов на прочность фюзеляжа являются: геометрические размеры элементов сечения фюзеляжа стрингеров, лонжеронов и обшивки; физико-механические свойства материалов элементов конструкции и эпюры поперечных сил, изгибающих и крутящих моментов. Решалась как прямая, так и обратная задача, по определению несущей способности фюзеляжа. Выполнены расчёты по определению размеров и количества продольных и сечений поперечных силовых элементов фюзеляжа.

Целью проектирования было нахождение оптимального сочетания геометрических и прочностных параметров элементов конструкции крыла и оперения при заданном или определяемом числе элементов конструкции.

Разработанные алгоритмы снижают сроки определения проектных параметров летательного аппарата и востребованы при курсовом и дипломном проектировании.

Соединение листовых металлических деталей с различными пластическими характеристиками методом клинчевания

Еранов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сосов А.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Клинчевание — это процесс соединения элементов конструкций из листового металла, основанный на холодной местной деформации материала с образованием взаимозацепляемого замка — «зацепа» (клинч-соединение).

В работе рассматривается образование клинч-соединения двух металлов с существенно разными пластическими характеристиками. Для проведения данной операции в более твердом нижнем листе изготавливают профилированное отверстие. При вдавливании пуансоном верхнего листа в отверстие нижнего листа происходит заполнение конусной части профильного отверстия с образованием зацепления. Для исключения отгиба верхнего листа от плоскости нижнего листа используется прижим, который обеспечивает силовое замыкание с наковальней, на которой расположен нижний лист.

Получение качественного клинч-соединения обеспечивается при оптимальном выборе профиля отверстия в нижнем листе и диаметре пуансона.

Основными достоинствами данного метода соединения заключается в:

Обеспечение герметичности соединения

Возможность соединить два материала с существенно разными пластическими характеристиками.

Применение несложной технологической оснастки.

Получение соединения с минимальной массы.

К недостатку можно отнести необходимость в технологической операции изготовления профильного отверстия в нижней соединяемой детали.

Благодаря предложенному способу расширяются технологические возможности процесса клинчевания для создания эффективного герметичного соединения двух деталей с различными пластическими характеристиками.

Исследование вопроса эксплуатации сверхзвуковых самолетов в пассажирской и деловой сферах

Завалишин Е.Г.
МАИ, Москва

Технология полета на сверхзвуковых скоростях активно используется человечеством в военных целях, начиная с 40-ых годов прошлого века. Уже в конце 50-ых ведется разработка первых сверхзвуковых пассажирских самолетов. 31 декабря 1968 года (первый полет Ту-144) становится отправной точкой сверхзвуковой гражданской авиации, но, уже спустя 35 лет (в 2003 году) Конкорд (Aerospatiale-BAC Concorde) совершил последний на данный момент полет на сверхзвуке.

Актуальность: Сегодня, сверхзвук вновь выходит на авансцену гражданской авиации. Lockheed Martin совместно с Aerion, Boom при финансировании Virgin Galactic уже представили концепты самолетов будущего. По прогнозам экспертов, первые полеты второго поколения СПС (сверхзвуковых пассажирских самолетов) состоятся уже в ближайшие 10 лет.

Цель: Дать оценку потенциалу разработки СПС второго поколения и экономически выгодного применения данного проекта на сегодняшний день.

Задачи: Провести анализ работы первого поколения СПС (Ту-144, Конкорд); Провести анализ текущего состояния рынка гражданской авиации; Выявить дальнейший путь развития СПС.

Изучив различные источники, автор исследования определил значимость сверхзвуковой гражданской авиации для современного общества: изнуряющие, долгие полеты на большие расстояния давно стали проблемой, с которой приходится мириться. Этот вопрос остро стоит перед социумом, особенно в условиях современного темпа жизни.

Автор работы акцентирует внимание на опыт эксплуатации первого поколения СПС: во многом судьба сверхзвуковых пассажирских самолетов в конце 20 века была предрешена. Нерентабельность самолета, отсутствии практической необходимости в пассажирской машине со скоростью полета более 2 тыс. км/ч и нефтяной кризис 73-го года нанесли сильный удар по едва вставшей на ноги сверхзвуковой гражданской авиации. Конечно, нельзя утверждать, что именно завтра сложатся идеальные условия для второй попытки использования СПС, но ждать, пока сойдутся все звезды, тоже не имеет смысла.

Значимым примером насущности данной проблемы стала пандемия, охватившая всю планету. Вопрос скорости доставки медицинского оборудования, медперсонала и лекарств решаем именно с помощью сверхзвуковых самолетов (военная авиация не способна в полном объеме выполнить поставленную задачу).

По данной теме исследования автором выделяются основные пункты анализа СПС: технологический фактор, экономический фактор, экологический фактор, фактор мобильности, комитет по защите окружающей среды от воздействия авиации (КАЕП ИКАО), потребительский спрос.

Результаты исследования показали, что:

1. Вопрос использования сверхзвуковой гражданской авиации изучается достаточно давно и по нему уже существуют определенные наработки и опыт
2. Разработкой новых СПС занимаются компании со всего мира, вследствие чего делается вывод о насущности данного вопроса
3. СПС могут стать важной вехой в развитии авиации и международных отношения в различных сферах жизни общества
4. По многим ограничивающим факторам, которые были свойственны еще первому поколению СПС, так и не были разработаны пути решения

Список использованных источников:

1. Статья «6 инноваций в авиации будущего» - https://jets.ru/obzor-samoletov/6-innovatsiy-v-aviatsii-budushchego/
2. Статья «Сверхзвуковые самолеты возвращаются» — https://tass.ru/ekonomika/6779965
3. Статья «Иллюзия возможностей: зачем нужен сверхзвуковой пассажирский самолет» — https://iz.ru/846744/ilia-kramnik/illiuziia-vozmozhnostei-zachem-nuzhen-sverkhzvukovoi-passazhirskii-samolet

Проектирование хвостовой балки вертолета сетчатой конструкции

Казанчеев И.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Артамонов Б.Л.
МАИ, Москва

Одним из основных вопросов, стоящих перед современной авиационной промышленностью, является поиск путей снижения веса конструкций летательных аппаратов (ЛА). Положительный результат достигается за счет применения новых материалов, в том числе композиционных, рациональных технологических процессов и новых конструктивных решений.

В настоящий момент происходит активное внедрение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкцию вертолетов. Одним из наиболее интересных и перспективных вариантов конструктивно-силовых схем с использованием ПКМ для некоторых элементов планера вертолета является сетчатая конструкция, обычно имеющая форму цилиндрической или конической оболочки, состоящей из системы однонаправленных ребер, изготовленных методом непрерывной намотки. Основными преимуществами сетчатой конструкции, используемой в аэрокосмической технике, являются интегральность, меньшая масса по сравнению с аналогичными металлическими, и высокая надежность [1].

В работе была исследована возможность применения сетчатой оболочки в качестве силовой схемы хвостовой балки вертолёта и предложен проектировочный расчет на основе адаптированных методик разработки сетчатых конструкций в космической технике [2].

В результате, спроектированная хвостовая балка вертолета представляет собой сетчатую конструкцию, содержащую сетчатую оболочку вращения из композиционных материалов, образованную повторяющимися по толщине стенки оболочки слоями систем перекрещивающихся спиральных и кольцевых жгутов из однонаправленных нитей, скрепленных полимерным связующим, образующих спиральные и кольцевые ребра. Каркас хвостовой балки состоит из двух стыковочных шпангоутов, замыкающих силовую конструкцию и соединяющих оболочку со средней частью фюзеляжа и килевой балкой.

В зависимости от размерности, предложенная конструкция хвостовой балки имеет выигрыш по массе по сравнению с аналогичной балкой, выполненной традиционно из металла в 20% и более.

Список использованных источников:

1. Прядицкий А.А. Обзор исследований по проектированию сетчатых конструкций из композитов для авиа- и ракетостроения. Сборник научных трудов. Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт». 2014.

2. Васильев В.В., Барынин В.А., Разин А.Ф., Петроковский С.А., Халиманович В.И. Анизогридные композитные сетчатые конструкции – разработка и приложение к космической технике. Композиты и наноструктуры № 3, 2009. 38-50 с.

Особенности проектирования лопастей несущего винта арктического вертолета

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

Развитие методов проектирования обуславливает правило постоянного повышения количества и качества учитываемых связей между элементами технической системы. Среди причин, вызывающих действие этого правила, можно выделить следующие: - стремление к постоянному улучшению показателей эффективности технической системы; - повышающийся уровень знаний об известных связях технической системы; - выявление новых связей технической системы; - увеличение вычислительных возможностей при исследовании и проектировании (за счет развития применяемых вычислительных средств).

Кроме развития методов проектирования эти же причины вызывают развитие методов расчета, поиска новых материалов и технологий.

Специфика настоящей работы заключается в учете явлений ветрового нагружения при проектировании лопастей несущего винта арктического вертолета. Используемые ныне методы проектирования лопастей не содержат формализованных требований, обеспечивающих безопасную эксплуатацию лопастей в условиях ветрового воздействия арктической зоны. Отсюда и возникающие из-за ветра повреждения лопастей в эксплуатации.

В настоящее время задача защиты лопастей несущего винта от повреждений, связанных с воздействием ветра на стоянке может быть решена. Исследованы основные факторы явлений ветрового нагружения, влияющие на характеристики статической и усталостной прочности лопастей, их динамическую и статическую устойчивость.

Учет воздействия ветра на стоянке вносит необходимость учета дополнительных требований:

1. Обеспечение статического свеса лопасти на стоянке, не превышающего возможного по конструктивным соображениям, под действием массовых сил лопасти и ветрового нагружения (нижней границей может быть безопасное расстояние от конца лопасти до элементов планера вертолета, например, до его хвостовой балки, или расстояние до земли, в случае стояночного расположения лопастей по азимутам, при нахождении на которых, исключается возможность их траекторного пересечения с любыми элементами планера вертолета).

2. Напряжения, действующие в сечениях лопасти на стоянке от сил собственного веса лопасти и ветрового нагружения, не должны превышать допустимых напряжений:

• При изгибе лопасти вверх (с учетом швартовки и без ее учета);

• При изгибе лопасти вниз.

3. Обеспечение статической устойчивости лопасти в стояночном положении вертолета в эксплуатационном диапазоне скоростей ветра.

4. Обеспечение отстройки от резонансных вынужденных колебаний на стоянке под действием ветра.

5. Обеспечение динамической устойчивости лопасти в эксплуатационном диапазоне частот и скоростей ветра.

6. Обеспечение приемлемого уровня динамических напряжений в зашвартованной и незашвартованной лопасти несущего винта при нестационарном воздействии ветра.

7. Обеспечение требуемого безопасного полетного ресурса лопастей несущего винта вертолета, с учетом ветровых воздействий в предполагаемых местах его эксплуатации (базирования).

В настоящей работе, на базе вышеуказанных дополнительных и общепринятых требований, предложен метод проектирования лопастей несущего винта арктического вертолета. Алгоритм предлагаемого метода проектирования представлен в виде блок-схемы, а также снабжен комментариями и рекомендациями к каждому блоку.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90028.

Методика проектирования носовой части вертолета из ПКМ

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

Целью работы является разработка методики для проектирования конструкции носовой части вертолета из полимерных композиционных материалов; уменьшение количества крепежа в конструкции носовой части, количества сборочных единиц и производственных циклов при сборке узла. Необходимость решить вопросы, касающиеся метода базирования, как готового узла, так и при промежуточных операциях. Важным достижением, при

успешной разработке методики, можно считать способы унификации конструктивных решений для различных типов как существующих, так и новых вертолетов.

Разработка методики проектирования конструкции носовой части вертолета из ПКМ заключается в подборе алгоритма выбора ключевых параметров конструкции, руководствуясь существующими технологиями производства, конструкциями существующих вертолетов и экономическими ограничениями, моделирования, сопровождения производства и неразрушающего контроля.

Данная работа должна послужить в качестве общей методики и средством первичного анализа целесообразности применения конструкции из полимерных композиционных материалов интегрального типа, в сравнении с традиционными конструкторскими вариантами исполнения.

Была определена основная структура методики:

1) Нормативные ссылки
2) Терминология
3) Общие положения
4) Выбор параметров
5) Разработка
6) Производство
7) Н.К.

Методика заключается в проведении полного цикла разработки конструкции носовой части вертолета из ПКМ. Универсальность методики определяется возможностью разработки конструкции носовой части как на новый вертолет, так и для модификации уже выпущенных машин.

Выбор концепции определяется исходя из пяти основных применяемых и перспективных типов конструкций носовой части из ПКМ и соотносящихся основным классификациям вертолетов: от сверхлегких до тяжелых.

Типы конструкций носовой части из ПКМ применяемые и перспективные:

1. Носовая часть вертолета представляет из себя конструкцию типа полумонокок с переменным сечением. Состоит из поперечного силового набора – шпангоутов и продольного набора – балок и стрингеров. Обшивки носовой части выполнены в виде монолитных деталей из ПКМ.
2. Секционная конструкция фонаря носовой части вертолета из ПКМ. Пол кабины экипажа является продолжением силового набора фюзеляжа и выполнен по схеме полумонокок. Обшивки фонаря разделены на, изготавливаемые раздельно, секции и устанавливаясь связывают каркас в жесткую монолитную конструкцию.
3. Носовая часть вертолета с интегральной конструкцией фонаря из ПКМ и полом кабины экипажа, являющимся продолжением силового набора фюзеляжа и выполнен по схеме полумонокок. Фонарь кабины экипажа интегральной конструкции представляет из себя трехслойную панель из полимерных композиционных материалов с сотовым (пенопластовым) или комбинированным заполнителем.
4. Секционная конструкция носовой части из полимерных композиционных материалов. Силовой набор и обшивки из ПКМ изготавливаются раздельно, после чего производится сборка.
5. Интегральная конструкция носовой части вертолета из полимерных композиционных материалов. Выполнена с наименьшим количеством соединений и крепежных элементов. Представляет из себя совмещенную конструкцию из обшивок (трехслойных панелей) и силового набора.

После выбора общей концепции следует определение технологии изготовления. Этот подраздел тесно связан с технологической составляющей и этапом технологической проработки при постановке на производство.

Раздел методики по разработке включает в себя общие рекомендации по технологичности конструкции из ПКМ, сводка типов применяемых конструкций и решений из ПКМ и выбор оптимального. Немаловажным является подраздел моделирования,

отвечющий технологическим и прочностным требованиям, предъявляемым к конструкции, а также к качеству выходной модели и культуре моделирования.

Следующий раздел описывает постановку разрабатываемого изделия на производство. Включает в себя разработку конструкторского и технологического раскроя материала в модуле FiberSim, определение технологии производства, выбор и изготовление оснастки для изделия, изготовление и контроль.

Раздел неразрушающего контроля готового изделия описывает контроль надёжности основных рабочих свойств и параметров, определяет основные виды НК, их преимущества и недостатки, исследование образцов с заложенными структурными изменениями, проведение зависимости между выбранным типом конструкции и технологии с процессом изготовления детали.

Данная методика по разработке конструкций планера вертолета из полимерных композиционных материалов (ПКМ) предназначена для инженерно-технических работников конструкторских бюро и устанавливает типовые конструктивно-технологические требования и рекомендации при разработке изделий и постановке их на производство с последующим контролем. Необходимость работы - показать слабые и сильные стороны каждого предлагаемого варианта, для выбора оптимального типа конструкции, применимого к конкретным целям проекта вертолета.

Исследование процесса эрозии стенки трубы в результате воздействия твердыми частицами в газовом потоке с помощью методов численного моделирования

Кожевников Г.Д., Пожидаев А.А., Николаев И.А.
МАИ, Москва

Эксплуатация авиационных двигателей и обеспечение их ресурса в сложных климатических условиях является одним из важнейших направлений исследований, связанных с технической эксплуатацией летательных аппаратов (ЛА). В процессе эксплуатации элементы газотурбинных двигателей в условиях запыленности сильно подвержены эрозии, которая приводит к значительному ухудшению основных характеристик компрессора. Наиболее подвержены эрозионному износу вентиляторные лопатки, лопатки КНД, крыльчатки, рабочие и сопловые лопатки газовых турбин [1]. Одним из способов решения проблем эксплуатации ГТД в запыленных климатических условиях является формирования покрытий [2].

На сегодняшний день история интенсивного экспериментального и теоретического исследования проблемы эрозии, процесса разрушения поверхности материалов вследствие механического потока жидкости, газа или пара, насчитывают десятилетия. Несмотря на это, из-за большого количества особенностей, относящихся к характеристикам конкретной задачи, таких как параметры конструкции, используемые материалы и режимы воздействия, постоянное совершенствование методов и методик оценки показателей эродирования остается актуальным. Повышенный интерес к применимости методов, связанных с компьютерными вычислениями, вызывает бурное развитие методик моделирования параметров, описывающих это явление [3].

В данной работе проводится исследование процесса эрозии на базе модельного эксперимента по эродированиию колена трубы твердыми частицами в потоке воздуха с использованием численного моделирования. Моделирование проводилось с помощью методов вычислительной гидрогазодинамики, реализованных в программном комплексе ANSYS, модулях CFX и Fluent. Траектории частиц рассчитывались в Эйлер-Лагранжевой постановке. В качестве материала стенки использовался алюминиевый сплав, в качестве эродирующих частиц – кварцевый песок, В работе проведен анализ чувствительности наиболее распространенных моделей эрозии и их параметров. Исследовано влияние моделей турбулентности на величину эрозионного износа. Изучено влияние моделей эрозии, влияние

настроечных коэффициентов моделей на устойчивость моделей эрозии, на характер и глубину кривых износа.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, тема №FSFF2020-0014.

Список использованных источников:

1. Строкач Е.А., Кожевников Г.Д., Пожидаев А.А., Численное моделирование эрозионного износа твёрдыми частицами в газовом потоке. // 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Тезисы. – М.: Издательство «Перо», 2020. – 980 с.

2. Кожевников Г.Д., Исследование эрозионной стойкости покрытий, полученных на алюминиевых сплавах АК4-1 методом микродугового оксидирования // Тезисы XLV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения». 2019. с. 125.

3. A. Farokhipour, Z. Mansoori, M. Saffar-Avval, G. Ahmadi, Numerical modeling of sand particle erosion at return bends in gas-particle two-phase flow, Scientia Iranica, 25 (2018) 3231-3242.

Потенциал модернизации устаревших отечественных летательных аппаратов

Колениченко Г.С.

МАИ, Москва

Модернизация устаревшего отечественного авиапарка на сегодняшний день приобретает особую актуальность. Причиной этому служит ряд экономических, политических, технологических и прочих аспектов. В силу развития логистики, расширения диапазона и объема научно-исследовательских работ, появления новых отраслей промышленности и т.д., востребованность некоторых типов авиационной техники, обладающих специфическими характеристиками и функциями, увеличивается с каждым днем.

Актуальность данной темы заключается в анализе перспектив развития современной авиационной промышленности России в области применения новейших отечественных разработок, технологий и материалов к модернизации технически уникальных типов и моделей летательных аппаратов для удовлетворения специфических экономических, научно-исследовательских, логистических и иных нужд.

Гипотеза исследования заключается в необходимости анализа целесообразности модернизации устаревших образцов авиационной техники в текущих условиях с учетом современных научно-технических достижений.

В ходе развития отечественной авиационной промышленности было разработано множество типов и моделей авиационной техники, обладающих уникальными летно-техническими характеристиками и конструкционными решениями. Но на данный момент эксплуатация этих летательных аппаратов затруднена или невозможна из-за ряда причин: отсутствия производственных линий и полного прекращения выпуска некоторых серий авиационной техники, отсутствия комплектующих для обслуживания и ремонта, технически и технологически устаревших в силу времени агрегатов и материалов, экономической нерентабельности эксплуатации данных моделей техники в современных условиях и т.д.

При этом, с учетом достижений в области техники, технологий, новых материалов и сотрудничества с зарубежными специалистами и производителями, на сегодняшний день возможна успешная модернизация устаревших отечественных летательных аппаратов с сохранением их уникальных функций и характеристик.

Примером подобной модернизации служит проект СибНИА имени С.А. Чаплыгина серии ТВС по ремоторизации самолета Ан-2. В результате установки турбовинтового двигателя Honeywell TPE331 – 12UAN, современной авионики, переработке конструкции крыла и применения композиционных материалов, удалось обеспечить:

- Улучшение лётно-технических характеристик самолёта на 15-20%;
- Использование авиационного керосина вместо дорогостоящего авиационного бензина;
- Снижение уровня шума и вибраций от силовой установки;
- Увеличение дальности полёта при полной загрузке в 2 раза;

• Улучшение температурных условий в пассажирской и пилотской кабинах за счёт использования системы отбора воздуха от силовой установки;

• Снижение удельного расхода топлива;

• Работу противообледенительных систем двигателя и винта;

• Возможность автономной эксплуатации самолёта;

• Использование существующей инфраструктуры и авиационного персонала с опытом эксплуатации самолётов Ан-2.

Однако у этого проекта есть серьезные недостатки, такие как отсутствие отечественных аналогов двигателя и применяемых материалов. По мнению автора, возможно добиться подобных успехов в модернизации других типов авиационной техники, используя современные российские разработки, технологии и материалы.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1) В некоторых случаях модернизация летательных аппаратов, обладающих удачными и/или специфическими техническими решениями и функциями, целесообразнее создания новых моделей и типов авиационной техники.

2) Вопрос о переработке уже имеющихся в распоряжении специалистов образцов авиационной техники рассматривается как перспективный в ряде зарубежных стран.

3) С учетом развития современного отечественного промышленного и научно-технического комплекса возможна и целесообразна модернизация некоторых моделей и типов авиационной техники.

Список использованных источников:

1) Доклад. Прогноз развития и приоритеты импортозамещения парка самолетов российских авиакомпаний. ГосНИИ ГА, 2017 г. [Электронный ресурс]/ Платформа «Авиационная мобильность и авиационные технологии». Доступ свободный, заголовок с экрана.

URL: https://aviatp.ru/files/strategicaccents/Prezentatsiya_IV_Lesnichiy.pdf

2) СибНИА им. С.А. Чаплыгина. «Модернизация самолета Ан-2» [Электронный ресурс]/ Платформа «СибНИА им. С.А. Чаплыгина». Доступ свободный, заголовок с экрана.

URL: https://sibnia.ru/an-2/

3) Н.В. Якубович. «Все самолеты О.К. Антонова»[Печатное издание]. Издательство: Астрель, АСТ. Год выпуска: 2001

Перспективный авиационный комплекс гражданской авиации

Кудряшов В.А.

МАИ, Москва

В настоящее время большую долю рынка гражданской авиации захватили иностранные производители пассажирских самолетов, такие как Airbus и Boeing, Россия же испытывает трудности с выходом на мировой рынок авиаперевозок, более того, значительная часть пассажиро-грузопотока внутри страны также обеспечивается воздушными судами иностранного производства. Таким образом, возникает необходимость создания авиалайнера, по своим характеристикам значительно превосходящего зарубежные образцы авиатехники. Анализируя успешные разработки мировой авиационной промышленности и спрос со стороны авиакомпаний, можно выделить нишу рынка гражданской авиации, наиболее востребованную в ближайшем будущем в России и за рубежом. Предварительный анализ указывает на необходимость создания авиалайнера с вместимостью 100-150 пассажиров и дальностью полета 3-5 тыс. км. Следовательно, востребованным может стать среднемагистральный пассажирский самолет умеренной пассажировместимости. Для создания конкурентоспособного авиалайнера в данной размерности предлагается рассмотреть концепцию Перспективного авиационного комплекса гражданской авиации (ПАК ГА).

Концепция подразумевает комбинированную аэродинамическую схему, совмещающую преимущества нормальной балансировочной схемы и схемы «Летающее крыло». Фюзеляж

самолета выполнен несущим и плавно сопряжён с центропланом, который имеет развитый хвостовой наплыв, включающий в себя полноценный двухсекционный руль высоты. Оптимальное соотношение площади хвостового наплыва и руля высоты позволяет обеспечить балансировку и управляемость в канале тангажа без использования S-образных аэродинамических профилей, необходимых схеме «Летающее крыло». Наличие полноценного руля высоты позволяет включить в состав механизации крыла щелевые закрылки. Отсутствие классического горизонтального оперения снижает лобовое сопротивление. К несущему фюзеляжу, интегрированному в центроплан, пристыковываются отъёмные части крыла (ОЧК) большого удлинения, оканчивающиеся гребневыми законцовками для снижения индуктивного сопротивления. Применение суперкритических аэродинамических профилей большой относительной толщины обеспечивает большие строительные высоты в агрегатах планера, что способствует снижению массы силовых элементов. Конструктивно-силовая схема крыла-преимущественно моноблочная. Возможно широкое применение в конструкции композиционных материалов и технологии вакуумной инфузии для изготовления, например, ОЧК, центроплана, элементов оперения. Пассажирский салон отличается от современных вариантов более широким проходом между креслами, размещёнными по схеме «3+3», увеличенным размером иллюминаторов, отсутствием верхних багажных полок, что повышает уровень комфорта на борту. Безопасное покидание самолета за 90 секунд обеспечивается за счёт наличия основных и аварийных выходов, размещённых по бортам фюзеляжа. Грузовой отсек расположен в нижней части центроплана и способен вмещать багаж и стандартные грузовые контейнеры. Силовая установка самолета может состоять из двух отечественных ТРДД нового поколения ПД-8, размещённых на пилонах под крылом для удобства эксплуатации. Система регистрации и передачи полётных данных обеспечит постоянный обмен информацией между самолётом и наземным постом приёма и обработки данных, который будет регистрировать возникающие отказы в реальном масштабе времени и выдавать экипажу необходимую информацию в аварийных ситуациях, что повысит безопасность полёта и обеспечит более индивидуальный и гибкий подход к эксплуатации и ремонту авиалайнера за счёт сбора и анализа данных о нагрузках и ресурсе конструкции каждого воздушного судна.

В целях предварительного анализа характеристик устойчивости и управляемости на взлётно-посадочных режимах в рамках концепции ПАК ГА была спроектирована и построена радиоуправляемая модель лайнера в масштабе 1:30, успешные испытания которой подтвердили принципиальную возможность создания пассажирского самолета подобной компоновочной схемы, обеспечивающей в среднем 20-ти процентный прирост аэродинамического качества, что в совокупности с перспективной силовой установкой значительно повысит топливную эффективность, снизит себестоимость эксплуатации и обеспечит конкурентоспособность данного авиационного комплекса.

Разработка и обоснование технических концепций ДМС

Курочкин Д.С.
Научный руководитель — д.т.н. Бузулук В.И.
ЦАГИ, Жуковский

Для обеспечения конкурентоспособности с зарубежными аналогами перспективные концепции должны быть в первую очередь максимально импортонезависимым. При этом такие основные тактико-технические требования к ВС, как: дальность, пассажировместимость, потребная длина ВПП должны в наибольшей степени соответствовать отечественному рынку гражданских авиаперевозок. Характеристики перспективных технических концепций (уровень технического совершенства) должны быть не хуже зарубежных аналогов с учетом прогноза на ~10 лет вперед.

После обработки и анализа расписания отечественных аэропортов были сформированы данные о распределения количества авиалиний РФ по дальности и интенсивности среднегодового пассажиропотока, показывающий, что пик пассажиропотока приходится на

дальность полета около 2 тыс. км, Наибольшая доля от суммарного пассажиропотока (80-90%) приходится на диапазон дальности от 0 до 4 тыс. км.

Следует отметить, что все внутренние российские маршруты имеют дальность, не превышающую 8 тыс. км; самым протяженным является маршрут Симферополь – Петропавловск Камчатский (7,93 тыс. км по дуге большого круга), а международные авиатрассы из Москвы в большинстве не превышают дальность 8 тыс. км и охватывают географические регионы практически всего континента и близлежащих зон Америки и Африки. При этом охват составляет ~71% всех наиболее значимых аэропортов мира.

Необходимо упомянуть о распределение авиапарка РФ по воздушным судам по состоянию на 2019 г. Около 55% составляют узкофюзеляжные (УФ) ВС, в том числе зарубежные семейства B 737 и семейства A 320 с дальностью полета около 6 тыс. км.

В диапазоне дальности свыше 6 тыс. км используются широкофюзеляжные ДМС – устаревшие B757, B767, B747 и современный B 777, имеющий наибольшую дальность в мире.

Также рассмотрены 50 наиболее загруженных пассажирских аэропортов России в 2019 г., всего через эти аэропорты перевезено 209,2 млн. чел. Анализ данных показывает, что из 50 наиболее загруженных аэродромов РФ 18 относятся к классу В, 19 – к классу Б и 13 – к классу А. Наименьшие длины ВПП соответственно равны 1800 м; 2600 м и 3200 м. Таким образом обосновывается наименьшая возможная длина ВПП, составляющая LВПП = 2500 м, что соответствует аэродрому класса В.

Определен прогнозный уровень относительной массы коммерческой нагрузки, на который необходимо ориентироваться при разработке перспективных концепций дозвуковых гражданских самолетов.

При выборе пассажировместимости необходимо отметить два важнейших фактора. Во-первых, пассажировместимость должна быть востребованной, особенно на малонагруженных линиях. Во-вторых, расчетной пассажировместимости должен соответствовать отечественный двигатель подходящей размерности. В ближайший период можно рассматривать использование ТРДД ПД 14 с взлетной тягой 14 тс. В этом случае будет иметь место унификация с МС 21, что позволит уменьшить суммарные затраты на разработку ДМС и изготовление двигателя.

Известно, что основными показателями самолета являются техническое совершенство конструкции и коэффициент крейсерской дальности, который характеризуется скоростью полета, аэродинамическим качеством самолета и удельным расходом двигателя. Однако дальнейший поиск технических решений, позволяющих улучшить основные показатели ВС, продолжается. Здесь можно выделить два важных направления: увеличение аэродинамического качества за счет интеграции крыла и фюзеляжа, и перехода к схеме типа «летающее крыло», интеграция силовой установки с аэродинамической компоновкой самолета за счет размещения СУ внутри конструкции крыла, что позволяет увеличить степень двухконтурности двигателя и увеличить аэродинамическое качество (за счет большего удлинения крыла и уменьшения суммарной омываемой поверхности самолета), что и может быть реализовано в концепции нового ДМС интегральной схемы.

Одной из совершеннейших воплощений концепции самолета в схеме типа «летающее крыло» является самолет в схеме «Flying-V».

Таким образом актуализирована потребность в новых концепциях перспективных ДМС со стороны международного сообщества. В концепцию Flying-V заложено несколько привлекательных идей: более простая возможность организовать аварийные выходы в узкой кабине, размещённой вдоль крыла; большое число окон; экранирование шума двигателей элементами планера без увеличенного интерференционного сопротивления между мотогондолами и планером; панели, ограничивающие пассажирскую кабину не плоские, а с некоторой кривизной; эффективное использование внутренних объёмов; возможность выделить большие объёмы под грузовые отсеки.

В процессе уточнению аэродинамических характеристик концепции определялась способность конкретной компоновки обеспечить полет на при M=0.85 и $\alpha=3^{o}$ и при $\alpha=6^{o}$.

Расчетно получено значение КМАХ = 24,5. В первом случае на угле атаки α=3º срывная зона меньше чем на большем угле атаки. Это говорит о некоторых ограничениях на полет с большими углами атаки, в связи с расположением в этой зоне крыла механизации.

Расчет на прочность консоли крыла, выполненной из экструзионного пенополистирола с композитной оболочкой

Лебитков В.К., Балакшина Д.В., Мальцева О.А.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

При проектировании беспилотного летательного аппарата существует проблема, связанная с малым количеством достоверной информации о прочностных характеристиках применяемых технологий изготовления, а именно: классическим методом, где набор продольных и поперечных силовых элементов покрывается упругой оболочкой (например, лавсановой пленкой), и более современным методом, в котором посредством механической обработки из вспененных пластмасс изготавливается болван, который в последующем покрывается композитной оболочкой.

Обе технологии изготовления являются достаточно распространенными, однако последняя является более современной и позволяет в большей степени механизировать процесс изготовления и улучшить повторяемость изделий при массовом производстве. Однако, информация о прочностных характеристиках таких изделий и методиках их расчета является недостаточной, что повлекло разработку собственной методики при разработке БПЛА.

Так как встроенные инструменты в используемых CAD-системах не позволяли описать всю геометрию БПЛА в виде тела, выполненного из экструзионного пенополистирола (ЭППС) и покрытого тонкой композитной оболочкой, было предложено выполнить его в виде цельного тела из условного материала со следующими характеристиками:

- Модуль упругости: 3000 МПа
- Коэффициент Пуассона: 0,29
- Модуль сдвига: 300 МПа
- Массовая плотность: 160 кг/м3
- Предел текучести: 20 МПа

Их выбор обоснован требованиями к материалу, а именно: низкая плотность, прочность, жесткость, упругость.

Применение такого допущения требует достаточного обоснования его применимости, соответственно, на примере детали с наиболее простой геометрией, а именно- консоли крыла, был произведен её прочностной расчет в двух исполнениях: в виде цельной детали и в виде тела из ЭППС с оболочкой из углепластика.

В связи с особенностями расчета ортотропных материалов (композитов) был произведен анализ имеющихся данных об их прочностных характеристиках и выбран усредненный вариант свойств материала.

Характеристики рассматриваемого композита:

- Модуль упругости: 1,4*105 МПа
- Коэффициент Пуассона: 0,35
- Модуль сдвига: 8000 МПа
- Массовая плотность: 1500 кг/м3
- Предел текучести: 1700 МПа

Характеристики рассматриваемого ЭППС:

- Модуль упругости: 2000 Н/мм2
- Коэффициент Пуассона: 0,3
- Модуль сдвига: 10,2 Н/мм2
- Массовая плотность: 42 кг/м3
- Предел текучести: 19,9 Н/мм2

Была произведена серия расчетов консоли крыла в обоих исполнениях на различных режимах полета БПЛА, при этом среднее отклонение результатов расчета составило менее 5%, что позволяет считать результаты расчетов коррелирующимися между собой.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что предложенная методика расчета изделий, выполненных из нескольких материалов со свойствами, дополняющими друг друга, годна для дальнейшего использования при проектировании разрабатываемого БПЛА.

Список использованных источников:

1. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А.А. Алямовский. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 448 с.

2. Пособие по физико-механическим характеристикам строительных пенопластов и сотопластов / М. Стройиздат, 1977 г. — 98 с.

Анализ влияния дискретизации расчетной области и моделей турбулентности на процесс горения в горелочном устройстве ГТУ

Литвиненко З.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чечет И.В.

Самарский университет, Самара

При проектировании горелочного устройства для газотурбинной установки неизбежно возникает задача оценки ее газодинамической эффективности. Дороговизна изготовления прототипа и дальнейшее проведение экспериментов, невозможность проводить наблюдения для отдельных физических процессов и измерить характеристики внутри испытуемого изделия без вмешательства в рабочий процесс. Вышеописанное обуславливает необходимость проведения газодинамических расчетов, позволяющих анализировать и отслеживать обширный набор параметров, а также значительно снижать потребные затраты.

Исключение ошибки дискретизации расчетной области, а также выбор корректных подходов к решению позволяют повысить точность численного исследования. В то же время, подробное сеточное разбиение и использование детальных расчетных механизмов и моделей требует значительных вычислительных мощностей, что может привести к частичному нивелированию экономических выгод конечно-элементных расчетов.

В данной работе была создана геометрическая модель расчетной области горелочного устройства малоэмиссионной камеры сгорания наземной газотурбинной установки. Проведено исследование влияния сеточного разрешения характерных областей проточной части горелочного устройства на изменение его пропускной способности, получены количественные и качественные параметры эпюр скоростей в контрольных сечениях. На основании полученных результатов сеточной сходимости выбраны оптимальные параметры конечно-элементной сетки с точки зрения двух факторов: длительности расчета с одной стороны и ошибки дискретизации с другой. Для выбранного варианта сетки проведено исследование влияния моделей турбулентности различной детализации и ресурсоемкости на качественное и количественное распределение контролируемых физических величин - при неизменных моделях горения и механизме образования продуктов сгорания метано-воздушной смеси.

Проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными: в ходе сопоставления сделан вывод об их удовлетворительном качественном и количественном совпадении. Сформированы рекомендации по выбору моделей турбулентности, подхода к декомпозиции и дискретизации расчетной области для исследуемой модели горелочного устройства.

Исследование проблемы замены Ан-2 современным воздушным судном

Малинина Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Исаева С.Ю.
МАИ, Москва

Ан-2 является легким многоцелевым самолетом с поршневым двигателем, производство которого было начато в 1947 году в СССР. Благодаря простоте конструкции и возможности его применения в труднодоступных регионах данный аппарат востребован уже более 70 лет. В настоящее время на территории РФ эксплуатируется более 100 воздушных судов (ВС) данного типа. Однако возраст этих ВС превышает 35 лет, поэтому с каждым годом все острее встает вопрос замены Ан-2 более современным самолетом.

Он предназначен для выполнения работ в сельском хозяйстве и освоения Крайнего Севера. Также данный самолет эксплуатируется в коммерческом секторе местными авиакомпаниями и служит для перевозки пассажиров и доставки грузов в труднодоступных регионах. Вместимость Ан-2 составляет 12 кресел с дальностью 990 км и массой ВС 3400 кг.

Существует множество модификаций данного типа ВС, однако ни одна из них не смогла полностью заменить его. Правительство РФ серьезно обеспокоилось этой проблемой еще 10 лет назад, поэтому Сибирский научно-исследовательский институт авиации им. С.А. Чаплыгина начал разработку самолета ТВС-2ДТС «Байкал». Конструкция этого ВС полностью выполнена из композиционных материалов. Однако позже было принято решение отказаться от этого самолета из-за нарушения требований по массе аппарата (превышение почти в 2 раза). Кроме того, композитные материалы сложнее металлов с точки зрения обслуживания и ремонта, что затруднило бы эксплуатацию самолета в труднодоступных регионах.

Согласно требованиям правительства РФ новый самолет должен как минимум не уступать по характеристикам заменяемому Ан-2, а в идеале превосходить его в технической и эксплуатационной части. В настоящее время Уральский завод гражданской авиации занимается разработкой легкого многоцелевого самолета ЛМС-901. Планируемая вместимость воздушного судна составляет 9 кресел. Также по предварительным данным масса ЛМС-901 будет почти в 1,5 раза меньше массы Ан-2, при этом максимальная скорость нового самолета будет в 1,5 раза больше, что позволит увеличить радиус полета в 3 раза.

Таким образом, ЛМС-901 может быть рассмотрен как замена Ан-2 после производства первых летных образцов, что позволит судить о реальных характеристиках самолета.

Разработка алгоритма накопления повреждений на примере металло-композитных соединений

Маскайкина А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Дудченко А.А.
МАИ, Москва

При эксплуатации композитных материалов возникает явление снижения механических и прочностных свойств, которое называется деградацией. Это связано с процессом накопления повреждений в материале.

Наиболее подходящий микромеханический подход, в котором параметры модели определяются через микромеханические параметры.

Рассматривается узел крепления вертолетной лопасти. Необходимо определить накопления повреждений в композите и в болте. Принимаем, что лопасть испытывает циклическое нагружение, причем в течение одного цикла компоненты напряжения меняются пропорционально.

Для различных циклов нагружения определяются разные амплитудные коэффициенты, которые описывают разную степень поврежденности каждого слоя композитного материала.

В результате получаем кривые изменения модулей упругости с ростом поврежденности в каждом слое композитного материала по числу циклов при различных значениях амплитуд

напряжений. Также благодаря данному алгоритму можно определить величины нагрузок, при которых в слоях происходят разрушения.

Работа выполняется согласно гранту РФФИ № 20-38-90122\20.

Список использованных источников:

1. Kashtalyan M., Soutis C. Mechanisms of internal damage and their effect on the behavior and properties of cross – ply composite laminates. Int. J. of Fracture. 2001;112:L3-L8.

2. Morozov E.V., K.E. Morozov, V. Selvarajalu Damage model development for SMC composites // Composite Structures 62. – 2003. – P. 373–378.

3. Дудченко А.А., Лурье С.А. «Моделирование процессов роста поврежденности и деградации механических свойств слоистых композитов», Изд-во МАИ, 2019г

Дирижабль — транспорт Севера

Мирончук Е.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов В.В.
МАИ, Москва

Доклад посвящен созданию транспортного дирижабля с полезной нагрузкой до 32 тонн, предназначенного для перевозки различных грузов, в том числе крупногабаритных таких, например, как мачты буровых вышек, на бескрайних просторах Сибири и Дальнего Востока. Также такие дирижабли могли бы успешно использоваться для международных перевозок контейнеров весом 32 тонны от ж/д станции «Нижний Бестях», что расположена недалеко от г. Якутска (на другом берегу реки Лена), до морского порта «Тикси», что находится на берегу Ледовитого океана. Далее груз доставляется Северным морским путем до Европы, что существенно удешевить стоимость перевозок и сократить время доставки груза до заказчика.

Дирижабль выполнен по полужесткой схеме, так как такая схема является наиболее предпочтительной как с точки зрения надежности и живучести, так и с точки зрения безопасности эксплуатации. Для повышения надежности конструкции он состоит из 2-х оболочек: внешней и внутренней, вставленных друг в друга. Внешняя оболочка имеет объём 80000 м3. Между оболочками подается подогретый воздух, благодаря чему при неблагоприятных погодных условиях снижается вероятность обледенения внешней оболочки, а внутренняя гелиевая оболочка выполнена секционированной.

Длина дирижабля с грузоподъемностью 32 т составляет 148 м, диаметр оболочки – 30 м. Высота гондолы - 6 м, длина - 40 м, а ширина - 3 м. Гондола снабжена нишей под крепление контейнера с размерами 12м х 3,0 м х 2,7 м.

Предлагаемый дирижабль может выполнять полеты со скоростью 100 км/ч в любое время суток при скорости ветра не более 20 м/с, в том числе и в сложных метеоусловиях при температурах воздуха от - 40 до + 40 °С.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №20-38-90028.

Проектирование межпланетной траектории перелета к Марсу

Мьо Зо
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ельников Р.В.
МАИ, Москва

Проектирование межпланетной траектории перелета к Марсу

В работе анализируется межпланетная траектория перелета к Марсу для эпохи 2028-2029 гг. Нахождение оптимального сочетания даты старта от Земли и даты подлета к Марсу базируется на построении системы изолиний энергии геоцентрической отлетной траектории.

Положение и скорость планет в момент старта и подлета находится с помощью веб-ресурса: http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi

Анализ гелиоцентрического участка межпланетной траектории осуществляется с использованием численного решения уравнения Ламберта относительно большой полуоси перелетной орбиты в среде MATLAB®

На основе полученного решения определяются векторы гелиоцентрической скорости КА в начальной и конечной точках гелиоцентрического участка.

Затем вычисляются шесть Кеплеровых элементов перелетной траектории, используя которые строится проекция гелиоцентрического участка на плоскость эклиптики. Положение космического аппарата в каждый конкретный момент времени находится с помощью уравнения Кеплера, численно решаемого относительно эксцентрической аномалии.

Анализ геоцентрического участка сводится к нахождению орбитальных элементов и построению геоцентрической отлетной траектории, обеспечивающей требуемую величину и направление вектора гиперболического избытка скорости. Кроме того, была построена трасса движения КА и проанализированы зоны радиовидимости на начальном этапе полета.

На этапе анализа ареоцентрического участка движения космического аппарата получены затраты рабочего топлива, требуемого для выхода на заданную орбиту вокруг Марса.

К вопросу обоснования выбора проектного значения коэффициента максимальной нормальной перегрузки воздушно-космического самолета военного назначения

Назымов М.В.
Научный руководитель — Безуглов В.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Использование воздушно-космических самолетов (ВКС) в военных целях может быть в рамках реализации концепции глобального удара, при перехвате воздушных целей в любой точке земного шара, а также для решения задач разведки и радиоэлектронной борьбы.

Цикл применения ВКС многоразового использования может включать следующие этапы: подготовка к полету, вывод на орбиту, дежурство на орбите, сход с орбиты, выполнение поставленной задачи, посадка (приводнение), доставка в пункт базирования. Таким образом, свое предназначение ВКС реализует по завершении орбитального этапа полета, при снижении до высоты, на которой он будет способен применить бортовое вооружение или специальное оборудование. В качестве исходной рассматривалась круговая орбита, для снижения ВКС переводился с круговой на эллиптическую орбиту, в перигее которой полностью теряется высота [1].

В качестве критерия боевых возможностей ВКС принята величина бокового отклоне-ния от проекции начальной траектории снижения ВКС на земную поверхность по достиже-нии высоты 20 км. Предполагалось, что в процессе снижения до высоты 20 км, ВКС откло-нял аэродинамические органы управления для осуществления разворота вектора скорости на 90 градусов, а после разворота снижался по прямолинейной траектории. Газодинамические органы управления ВКС не использовал.

Для выполнения расчетов задавались следующие исходные данные: масса ВКС 2800 кг, размах крыла 5,2 м, удельная нагрузка на крыло 3500 Па. Начальная высота орбиты 200 км. Величина коэффициента лобового сопротивления при нулевой подъемной силе и другие аэродинамические характеристики приняты соответствующими характеристикам истребителя 4 поколения, а прирост коэффициента лобового сопротивления за счет применения аэродинамических тормозов принят равным 0,1. При расчетах варьировалась величина коэффициента максимальной эксплуатационной перегрузки, характеризующая маневренные возможности ВКС.

Анализ результатов проведенных расчетов позволяет сделать вывод о наличии эффекта насыщения и отсутствии целесообразности назначения максимально допустимой перегрузки перспективного ВКС более 6 единиц. Максимальное боковое отклонение от проекции начальной траектории снижения составило около 1000 км. С учетом прицельной дальности пуска управляемых ракет класса «воздух-воздух» 200 км, потребная орбитальная группировка ВКС для обеспечения глобального перехвата воздушных целей составит 17 единиц. Количество дежурящих перехватчиков может быть снижено исходя из текущих условий военно-политической обстановки, определяющих положение предполагаемых зон применения.

Список использованных источников:

1. Крылов В.И. Основы теории движения ИСЗ. Часть I. – М. МИИГАиК, 2015. – 52 с.

Исследование конструктивных особенностей ЛА
с малой радиолокационной заметностью

Осипов В.Ю.
Научный руководитель — Лебедев Р.С.
МАИ, Москва

В современном мире гонка вооружений приводит к постоянному развитию технологий, техники, вооружения и тактик их применения. Конструкторские бюро различных стран работают над созданием принципиально новых машин и оборудования, способных выполнять широкий спектр поставленных задач.

Начало 20-го века можно считать зарождением принципиально новых, крылатых машин – самолетов. Развитие авиации началось с совсем простых одноместных самолетов. На них ставились рекорды скорости, дальности и продолжительности полета, а уже потом на них возлагались новые, уникальные для того времени задачи.

Военные разных стран видели перспективы в дальнейшем применении крылатых машин. Авиационные заводы и конструкторские бюро (КБ) работали над улучшением тех или иных характеристик самолетов. Шла активная борьба за завоевание превосходства в воздухе, которая сохраняется и на сегодняшний день.

С каждым годом авиационная техника стремительно прогрессировала. С каждым новым периодом менялась специфика её развития, связанная с новыми тактиками выполнения поставленных задач. Уже сегодня ведущие конструкторские бюро мира занимаются разработкой самолетов 5-го поколения. В связи с высоким уровнем развития радиолокационных систем, средств поражения и противодействия, на самолеты нового класса наравне с другими жесткими требованиями возлагаются и требования на низкую радиолокационную заметность, которая является неотъемлемой частью военной техники будущего.

Для постройки самолета принципиально нового поколения конструкторским бюро необходимо не только учитывать собственный опыт проектирования прошлых лет, но и учитывать опыт проектирования конструкторских бюро других стран. В машинах принципиально нового поколения присутствуют некоторые ограничения на внешние обводы планера, а также применяются новые радиопоглощающие покрытия. Применяемые меры связанны с обеспечением его низкой отражательной способностью. Основной характеристикой, определяющей это специальное свойство летательного аппарата (ЛА), как отражающего электромагнитные излучения объекта, является его эффективная площадь рассеяния (ЭПР), выраженная в м2.

Низкие значения ЭПР военной техники позволяют замаскировать её в радиочастотном диапазоне. Достижение требуемых значений ЭПР в необходимых угловых секторах позволяет снизить шанс обнаружения и идентификации малозаметной воздушной цели при подлёте к границе противовоздушной обороны (ПВО) противника. Долгий анализ подлетающей цели уменьшает время принятия решения противником на применение авиационных средств поражения (АСП), а как следствие снижает шанс поражения объекта. По этой причине малая радиолокационная заметность военной авиационной техники в современных реалиях является одним из главных показателей, обуславливающим уровень защищенности.

Данное исследование направлено на выявление достоинств и недостатков технических решений, направленных на снижение ЭПР планера, примененных на существующих самолетах пятого поколения разных стран мира. Проведенное исследование должно помочь при дальнейшем проектировании новых типов авиационной техники.

Анализ примененных на самолетах средств снижения заметности проводился по информации, представленной в открытом доступе, а именно по статьям и фотоматериалам. Геометрические параметры летательных аппаратов снимались с фотоизображений, а затем для наглядности переносились на эскизы 3-х проекций исследуемых самолетов.

В результате проведенной работы были исследованы и проанализированы самолеты F-22, F-35, J-20, J-31, X-2, Су-57, составлены таблицы, где выведены основные (общие) конструктивные требования для самолетов 5-го поколения, по которым были подведены окончательные итоги исследования.

Проведенная работа позволила выявить основные преимущества и недостатки каждого из исследуемого самолета, что позволило выявить эффективность примененных средств снижения заметности. На основе полученных результатов была проведена сравнительная характеристика существующих самолетов 5-го поколения и выведена перспективность применения технологии снижения заметности для будущих летательных аппаратов. Дополнительно в ходе исследования были отмечены некоторые конструктивные решения иностранных самолетов, которые требуют дальнейшего исследования для реализации их на отечественных самолетах 5-го и будущих поколений.

Реализация концепции БЭС в задачах проектирования перспективных самолётов. Выявленные проблемы и направления совершенствования моделей для внешнего проектирования

Панченко М.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва

В настоящее время в мире разработан и поступил в эксплуатацию ряд самолётов нового поколения, разработанных на базе концепции «Более электрического самолета» (БЭС). Принципиально новые решения в типовую конструкцию, силовые установки и системы этих самолётов, обусловленные внедрением концепции БЭС, позволили получить летательные аппараты с передовыми основными тактико-технико-экономическими характеристиками и эксплуатационными свойствами.

Реализация концепции БЭС оказалась тесно увязанной с масштабным использованием в конструкции планера самолётов композиционных материалов и силовых установок нового поколения. Внедрение концепции БЭС потребовало от самолётостроителей разработки и использования новых подходов к отдельным задачам проектирования самолётов нового поколения, но использование этих методов в отечественной практике затруднительно, так как они носят закрытый характер и являются «ноу-хау» иностранных корпораций.

В Российской Федерации по объективным причинам длительное время не удавалось сформировать комплексный подход к должному развитию в отрасли концепции БЭС и реализации её на серийных образцах самолётов нового поколения. Особенно критично отставание от западных компаний во внедрении концепции БЭС в практику конструкторских работ имеет место в области гражданских самолётов, а реализация новых проектно-конструкторских решений фактически пока не вышла за стадию поисковых научно-исследовательских работ и этапа концептуального проектирования. Поэтому проблема глубокого системного анализа концепции БЭС с получением, как новых результатов теоретических исследований, так и формирование методических подходов для решения практических задач проектирования самолётов нового поколения на ранних стадиях, остаётся значимой для отечественного авиастроения.

К числу проблем, которые потребуют совершенствования моделей для внешнего проектирования можно отнести:

• Отсутствие верифицированных статистических данных, параметрических зависимостей и граничных условий, доступных для практического использования;

• Отсутствие систематизированных данных по научно-техническим заделам в отечественном авиастроении и смежных отраслях доступных для внедрения в самолётах использующих концепцию БЭС, уровням готовности и ожидаемым срокам внедрения этих технологий;

• Ограниченные возможности использования зарубежных данных из-за существенных различий в уровне доступных технологий и решений, связанных с техническим обликом

силовых установок, комплектующих, агрегатов и систем российских и иностранных разработки и производства.

Анализ отечественного и зарубежного опыта, конструкторских решений по внедрению концепции БЭС, а также данных по их эффективности в практической эксплуатации самолётов нового поколения, позволит уточнить методические подходы [1, 2], используемые на этапе внешнего проектирования и сформировать инструменты определения требований к подобным летательным аппаратам (лётно-техническим, эксплуатационным, маркетинговым характеристикам и др.).

Список использованных источников:

1. Скопец Г.М. Внешнее проектирование авиационных комплексов: Методологические аспекты. – М.: ЛЕНАНД. 2017. с.80-82.

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

Перспективы использования конструкций с дискретным заполнителем в авиационной технике

Парусимов М.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зотов А.А.

МАИ, Москва

В процессе проектирования и производства перед специалистами, создающими новый самолет, встает множество задач, одна из которых – получение минимально возможной массы всех компонентов самолета.

Решения данной задачи можно достигнуть, во-первых, путём уменьшения массы конструкции за счет: использования новых, обладающих большей прочностью материалов или материалов с большей выносливостью; выбора конструктивно-силовых схем агрегатов, оптимальных для данной конструкции и применения более совершенных методов расчета на прочность; во-вторых, уменьшение массы конструкции достигается использованием более совершенного и легкого бортового оборудования.

В данной работе исследована возможность использования предкрылка с дискретным заполнением с целью потенциального уменьшения массы конструкции.

Предлагаемый в данной работе тип трехслойной структуры гарантирует точное образование и сохранение формы, пригоден для восприятия распределенных нагрузок, а также имеет высокую изгибную и крутильную жесткость во всех направлениях при наименьшем весе. Дискретный заполнитель в виде конусообразных ячеек, повторяющихся в шахматном порядке, позволяет снизить трудоемкость и решить проблемы удаления конденсата и обеспечения надежности соединения несущих слоев с заполнителем, присущие традиционным сотовым конструкциям.

В рамках данной работы было проведено исследование конструкции предкрылка. С помощью современных систем автоматического проектирования была создана 3D-модель конструкции, а разработанная конечно-элементная модель позволила провести прочностной анализ исследуемой структуры и сделать вывод о поведении трехслойного пакета с дискретным заполнителем в диапазоне расчетных нагрузок. Полученные массовые характеристики позволяют судить о возможном уменьшении расхода топлива и, как следствие, снижении стоимости полета.

Применение программного комплекса ANSYS для модернизации проточной части дренажного клапана

Петров А.С., Ламтюгина А.В., Бруцкий М.А.
Научный руководитель — Трофимов А.А.
МАИ, Москва

При проектировании систем жизнеобеспечения летательного аппарата, основным вопросом, влияющим на масса-габаритные характеристики, является уменьшение гидравлического сопротивления каждого элемента системы.

В рамках данной работы рассмотрен алгоритм формирования гидравлической (проточной) части агрегата, входящего в состав авариестойкой топливной системы (АСТС) типа Дренажный клапан, особенности математического моделирования сложной геометрии агрегатов, а также влияние результатов расчёта на конечный облик модели.

Дренажный клапан предназначен для предотвращения вытекания топлива через дренажную магистраль топливной системы летательного аппарата при любом его пространственном положении. Перекрытие дренажной магистрали должно осуществляться путём линейного перемещения подвижного элемента клапана.

Выполнен поэтапный гидравлический расчёт 3D модели клапана:

1. Построение модели согласно опыту предыдущих разработок.
2. Расчет модели в программной среде ANSYS
3. Корректировка модели по результатам расчета
4. Расчет получившейся модели в программной среде ANSYS
5. Добавление элементов конструкции, которые могут улучшить характеристики агрегата на рабочих режимах
6. Окончательный расчет модели

Доработка конструкции выполняется итерационно, каждое изменение проточной части считается отдельно, а затем, совместно с другими доработками, так как на гидравлические характеристики потока влияет и пред и пост истерия течения.

Так же в данной работе произведен сравнительный анализ конструкций агрегатов, одна из которых выполнена согласно предыдущим наработкам, а другая получена в результате доработки конструкции при применении программного комплекса ANSYS.

Список использованных источников:

1. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик – М.: Книга по Требованию, 2012 – 466 с. ISBN 978-5-458-39006-4

2. D. I. Smagin, R. S. Savelev and A. A. Satin, "Methods for the Design of Modern On-Board Systems of Advanced Aircraft", 2019 IEEE 10th International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (ICMAE), pp. 97-101, 2019.

3. К.С. Напреенко, Р.С. Савельев, А.А. Трофимов, А.В. Ламтюгина, А.И. Зинина, “Моделирование гидравлических характеристик дренажного клапана и разрывного фитинга авариестойкой топливной системы летательного аппарата”, Comp. nanotechnol., 2020, № 3, 37–44

4. Патент № 2084740 F16K31/22 отсечной дренажный клапан, владелец патента: Научно-исследовательский институт химического машиностроения, автор: Кучкин В.Н.

5. Заявка на патент SU 682718 A1 поплавковый клапан, автор: Наволоцкий Леонид Николаевич

Определение структуры металлополимерного композиционного материала для обшивки стрингерной панели

Печенюк В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Попов Ю.И.
МАИ, Москва

При проектировании тонкостенных (обшивочных) конструкций на начальных этапах, для определения толщины металлического листа поток нормальных усилий, действующую на заданную ширину, делят на допустимое расчетное напряжение. [1] Для обшивки из

полимерного композиционного материала действия аналогичные, но для металлополимерного композиционного материала процесс сложнее. Металлополимерный композиционный материал состоит из материалов разных по своей природе: из изотропного и ортотропного материалов, поэтому следует определять его структуру по одному из материалов. Для простоты вычислений целесообразней определять структуру металлополимерного композиционного материала по его металлической составляющей, так как внешними слоями в металлополимерном композиционном материале служат металлические листы. Так как металлические листы и полимерные композиционные материалы в составе металлополимерного композиционного материала воспринимают нагрузку неравномерно [2], поэтому следует ввести коэффициент для общего потока нормальных усилий в пакете металлополимерного композиционного материала. В качестве допустимых расчетныхх напряжений следует брать сумму пределов прочности металлического листа и полимерного композиционного материала.

Список использованных источников:

1. Ендогур А.И. «Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов»: Учебное пособие – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009.

2. Печенюк В.С., Попов Ю.И. «Концептуальное проектирование конструкции крыла или фюзеляжа магистрального самолета из металлополимерных композиционных материалов», Вестник ПНИПУ, 2021. (в печати)

Разработка и исследование мало операционной технологии изготовления решетчатых изделий

Поздеев И.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саушкин Б.П.

Московский Политехнический Университет, Москва

Пространственно-сложные решетчатые изделия изготовляют с применением сборочных операций сварки и пайки. Технология характеризуется высокой трудоемкостью и достаточно длительным циклом изготовления. Вместе с тем, современные технологии механообработки позволяют получить изделие в виде цельной детали.

В работе представлена и обсуждается мало операционная технология изготовления пространственно-сложной решетчатой конструкции, включающая в себя следующие технологические операции:

005. Заготовительная.

010. Фрезерная с ЧПУ (получение баз, габаритных размеров и заданной формы).

015. Гидроабразивная (получение решетчатой структуры).

020. Электроэрозионная с ЧПУ (доработка конструктивных элементов решетки).

Предложена схема электроэрозионной обработки вращающимся цилиндрическим инструментом на 5-координатной установке с ЧПУ, обеспечивающая получение заданной геометрии конструктивных элементов решетки.

Рассмотрена возможность реализации указанной схемы путем модернизации фрезерного станка с требуемой кинематикой относительного перемещения инструмента и заготовки. Обсуждаются технические мероприятия, необходимые для модернизации и включающие в себя разработку рабочей головки с диэлектрической вставкой, дооснащение станка генератором импульсов, доработка системы управления станком, дооснащение блоком подачи рабочей жидкости.

Для обеспечения равномерного износа электрода-инструмента предложено использовать дополнительное возвратно-поступательное перемещение его вдоль собственной оси в течение машинного времени обработки.

Выполнено технико-экономическая оценка эффективности предложенной технологии и показана возможность существенного снижения длительности технологического цикла и повышения эксплуатационной надежности изделия.

Особенности проектирования конструкции крыла легкого спортивного самолета

Поморцева А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва

Каждый летательный аппарат имеет свое назначение. Именно поэтому легкие самолеты подразделяются на подклассы, которые выполняет различные задачи, которые связаны с авиационным спортом.

Облик самолета, который является акробатическим, создают пилотажные требования. Именно они оказывают влияние на выбор не только аэродинамических параметров, но и геометрических и весовых, а также помогают определить характеристики управляемости и устойчивости.

Компоновочные требования оказывают влияние на выбор схемы пилотажного самолета. В основном они определяются его маневренными характеристиками. Ведь существует необходимость обеспечить уникальный обзор из кабины летчика и придать акробатическому самолету штопорные характеристики, которые ему требуются.

Отличительная черта спортивных самолетов - это высокая интенсив-ность полетов во всём диапазоне высот и скоростей полета, определённых лётно-техническими характеристиками (требованиями) к данному классу самолётов. Для таких условий эксплуатации характерен процесс постепенного накопления повреждений в конструктивных элементах крыла, под действием знакопеременных нагрузок.

Для определения нагрузок, действующих на спортивно-пилотажный самолёт, в нормах прочностных требований, установлен ряд расчётных случаев нагружения. В ходе проведения теоретических расчётов и лабораторно-статических испытаний принимается, что летательный аппарат будет соответствовать условиям прочности в эксплуатации.

Случаи нагружения самолёта (принимаемые как расчётные) делятся на полётные (A, A/, B, C, D, D/) и посадочные (E, G, R, T и др.). При разработке конструкции крыла расчётными являются полётные случаи нагружения.

Каждый из расчётных случаев определяет следующие исходные дан-ные:

- Коэффициент безопасности f;
- Действующую перегрузку ny;
- Коэффициент подъёмной силы cy;
- Скоростной поток q.

Наиболее нагруженными случаями можно считать «случай A», криволинейный полёт самолёт на предельном скоростном напоре, с максимально допустимой эксплуатационной перегрузкой, и «случай D» криволинейный полёт самолёт на предельном скоростном напоре, с минимально допустимой эксплуатационной перегрузкой (перевёрнутый полёт). Данный случай введён в нормы прочности для проверки прочности конструктивно-силовой схемы крыла при действии отрицательной перегрузки, так как силовые элементы работающие в случае A на сжатие, в случае D будут работать на растяжение.

Свободнонесущее крыло и монопланная схема, на данный момент, используется чаще всего на современных пилотажных самолетах. Намного реже используется схема одностоечного биплана. Также не столь популярна подкосная схема конструкции крыла, хотя в истории есть самолеты с такой схемой крыла, которые используются для прямого пилотажа. Когда выполняются фигуры обратного пилотажа, подкосами, которые расположены снизу, воспринимаются высокие сжимающие нагрузки. Именно поэтому происходит возрастание их массы и сечения. Такие подкосы используются, когда крыло расположено по схеме высокоплан.

Если у низкорасположенного крыла средние подкосы, то их масса увеличивается в несколько раз больше. Это происходит потому, что допустимые в эксплуатации отрицательные перегрузки чаще всего меньше положительных. Из этого можно сделать вывод, что для пилотажных самолетов подкосная схема невыгодна. Также необходимо учитывать, что самолет, который имеет крыло данной схемы, не в полной мере соответствует требованиям симметрии в перевернутом и прямом полете.

Проектирование беспилотного летательного аппарата (БПЛА), предназначенного для разведки местности и поисково-спасательных операций

Приймаченко Н.С.
МАИ, Москва

Разностороннее использование и развитие БПЛА является одной из главных частей авиационного промышленного комплекса. В настоящее время беспилотные ЛА имеют широкое применение в различных сферах деятельности человека. Главным плюсом использование беспилотного летательного аппарата, является отсутствие риска для пилота, функции которого выполняет оператор.

Стоит отметить преимущество «беспилотников" перед пилотируемыми аппаратами, которое заключается в меньшей стоимости их создания, эксплуатации и обслуживании.

Одним из главных недостатков БПЛА является уязвимость его систем дистанционного управления, это особенно важно для решения военных задач. Так же управление самого беспилотного ЛА ограничено дальностью действия сигнала наземных систем управления.

В настоящее время на отечественном рынке мало производителей беспилотных летательных аппаратов, которые используются в гражданских целях. Основная "масса" эксплуатируется и проектируется для решения военных задач. Цель моей работы заключается в составлении технического задания для БПЛА под условия его использования в поисково-спасательных операциях и разведывании местности, проектирование внешнего вида, учитывая ожидаемые условия эксплуатации и цель его применения.

Составим техническое задание. Рассмотрим несколько компоновочных схем для определения наиболее подходящей под условие ТЗ. Сравним их по экономическим и технологическим критериям, простоте изготовления и надёжностью.

Спроектированный беспилотный летательный аппарат позволит выполнять ряд задач, которые дают возможность организовывать и осуществлять разведку и наблюдение за определённой областью, поиск необходимых объектов и людей, доставку мало габаритных грузов в труднодоступные места, без непосредственного участия пилота. Это снижает риск гибели экипажа при нештатных ситуациях.

Методы улучшения эффективности элерона

Ресулкулыева Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва

Элероны – отклоняемые поверхности управления полетом, располагаются в задней кромке консоли крыла самолета. Они используются попарно для управления самолетом в поперечном канале. Элероны, относительно оси симметрии самолёта, располагаются симметрично, близко к концевой части крыла, на наибольшем плече от центра тяжести, что позволяет создавать максимальный управляющий момент в поперечном канале управления. Некоторые самолеты (Ту-134а, бомбардировщик Боинг В-2) на крыльях дополнительно имеют вторую пару элеронов. Для элеронов данных самолетов используются понятия «внутренних» и «внешних» элеронов. «Внутренние» элероны работают на протяжении всего полета, а «внешние» элероны используются только на малых скоростях полета.

При полетах на максимальных скоростях самолеты подвержены аэроупругому влиянию. Реальная конструкция самолета не является идеально жесткой и как следствие имеет статическую и динамическую гибкость. Авиационные материалы, (алюминий, композиты и т. д.) из которых изготавливаются элероны и само крыло также имеют гибкую структуру. Эта гибкость не позволяет сохранить целостность и геометрию крыла и элеронов; особенно на больших скоростях полета. Кроме того, гибкость конструкции крыла приводит к закручиванию законцовки консоли крыла на уменьшение угла атаки (со стороны опущенного элерона). Закручивание приводит к падению эффективности элеронов. При увеличении скорости крутка крыла усиливается и возможно наступление момента, когда

уменьшение угла атаки законцовки крыла, от опускающегося элерона, приведет к уменьшению суммарной подъемной силы консоли крыла. Это явление создаёт кренящий момент противоположный тому, который необходим для управления траекторией полёта. Описанное явление называется реверсом элеронов. Обычно, чтобы избежать влияния реверса элеронов, увеличивают жесткость их поверхности или количество узлов крепления элеронов к крылу. Как следствие увеличивается масса конструкции элерона, а большое количество узлов крепления, несет опасность заклинивания элерона при деформировании крыла в полете. Кроме того, на эффективность работы элерона влияет наличие возможности возникновения флаттера. Под эффективностью элеронов понимается реакция самолета на их отклонение. Если при отклонении элеронов вверх или вниз угловая скорость крена увеличивается в соответствии с требованиями, то элероны можно считать эффективными. Если же самолет медленно реагирует на отклонение элеронов, то эффективность их невысока.

В данной работе для улучшения эффективности элеронов предлагается рассмотреть различные точки соединения элеронов с крылом. Место расположения крепления элерона к крылу может влиять на вес конструкции и величину действующей нагрузки. При рассмотрении продольного силового набора, состоящего из двух балок с одинаковыми известными параметрами, нагрузками и из одно и того же материала, но с различными точками опоры (на первой балке опора расположена по середине, на второй на 1/3 от края балки), можно увидеть, что максимальное напряжения на первой балке будет больше, чем на второй. Так же на примере моделирования двух пластин можно прийти к заключению, что различное расположение опор влияет на равномерное распределение нагрузки по поверхности элерона.

Другим способом увеличения эффективности элерона является формирование профилированной щели между крылом и носком элерона при его отклонении вниз. Щелевой элерон по конструкции схож с закрылком с фиксированной осью вращения, геометрия и форма щели которого выбраны с возможностью его дополнительного отклонения вверх на умеренные углы, исключающие срыв потока.

Следующим устройством, использованным для повышения эффективности элеронов, являются мини-щитки, упоминаемые в зарубежной литературе как Gurney Flap, которые представляют собой механическое устройство, состоящее из пластины малой высоты, установленной перпендикулярно к поверхности давления вдоль ее задней кромки.

Список использованных источников:

1. Ju Qiu and Haisong Ang. Improving Aileron Effectiveness Based on Changing the Position of Aileron Connectors // International Journal of Aerospace Engineering. 2019. ID 5046395

2. Власов В.А., Коган М.Н., Наливайко А.Г. Исследование мини-щитков. Труды ЦАГИ. 2007. Вып. 2677. С. 3–24.

Обеспечение безопасного отделения основной опоры шасси с узлами навески при аварийной посадке

Рожков Д.М., Шелков К.А.

Научный руководитель — Трифонов Р.Д.

МАИ, Москва

Аварийные посадки воздушных судов – опасные происшествия. Один из наиболее неблагоприятных вариантов развития событий – нарушение целостности топливных баков с последующей утечкой топлива с последующим возгоранием.

В кессоне магистрального самолёта размещается запас топлива, а задней стенкой кессон-бака служит задний лонжерон. На этот же задний лонжерон приходят узлы навески ООШ.

Одна из задач конструкторов – сведение к минимуму факторов, которые могут повлечь за собой разрушение кессона крыла. Опасность нарушения целостности появляется при

отделении основной опоры шасси. Необходимо обеспечить разрушение узлов навески таким образом, чтобы задний лонжерон оставался неповреждённым.

Первым воздушным судном, сертифицированным по требованиям по безопасному отделению ООШ, стал Boeing 777. Он имеет распространённую в коммерческой авиации схему шасси: трёхопорное с передней стойкой. Двухподкосная ООШ. Шассийная балка приходит с фюзеляжа на задний лонжерон. Траверса одним концом крепится к шассийной балке, другим - к заднему лонжерону. Уборка и выпуск шасси производится посредством гидроцилиндра, навешенного на кронштейн на заднем лонжероне. Подобную систему навески ООШ имеет ряд воздушных судов: B-777, B-787, SSJ-100. Одноподкосную стойку имеют B-737, МС-21, А-320. Поэтому тема актуальна из-за распространённости данной конструкции.

Тема актуальна ещё и в том смысле, что довольно мало изучена и практически не освещена в литературе.

Требования авиационных властей

АП-25, CS-25 и FAR-25 – российские, европейские и американские нормы лётной годности включают в себя требования по безопасному отделению ООШ. Все документы содержат схожие формулировки: производитель воздушных судов обязан обеспечить отделение основной опоры шасси в случае аварийной посадки таким образом, чтобы не допускалась утечка топлива в количестве, достаточном для возникновения пожара. При этом предполагается для расчётных случаев, что к оси колёс прикладывается комбинация из трёх составляющих, направленных по осям.

Безопасное отделение ООШ нужно обеспечить в следующих случаях:

• Касание со значительным превышением расчётной нагрузки;

• Посадка с невыпущенной одной или более опорой шасси.

Принцип безопасного разрушения предусматривает создание конструкции, которая гарантировано будет в расчётных случаях разрушаться без катастрофических последствий. Безопасное отделение ООШ происходит путём разрушения «слабых» узлов. «Слабые» узлы чаще всего представляют собой болтовое или штифтовое соединение двух элементов конструкции, имеющее меньшую несущую способность, чем остальные элементы. При превышении расчётной нагрузки разрушение происходит именно в месте такого соединения без выламывания части лонжерона и разлёта фрагментов.

Примером самолёта с системой навески ООШ, спроектированной в соответствии с принципом безопасного разрушения, является Boeing 777. Система навески включает в себя большое количество «слабых» узлов.

Для анализа отделения опоры шасси необходимо решить динамическую задачу упругопластического деформирования. Решение такой задачи можно получить численно с помощью метода конечных элементов. В данном случае используется явная динамическая схема решения, реализованная в решателе Abaqus Explicit программного пакета Simulia Abaqus. Узлы навески ООШ и их окружение необходимо смоделировать твердотельными элементами для учета контактных взаимодействий и моделирования прогрессирующего разрушения. Остальную часть модели допускается выполнять оболочечными элементами для снижения вычислительной ресурсоемкости.

Список использованных источников:

1. Авиационные правила часть 25, «Нормы лётной годности самолётов транспортной категории», Межгосударственный авиационный комитет, 2015 г.;

2. Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes CS-25, European Union Aviation Safety Agency, 10 January 2020;

3. Federal Aviation Regulations Part 25: Airworthiness Standards: Transport Category, Federal Aviation Administration;

4. Отчёт об аварии Boeing 777-236ER, б/н G-YMMM, в аэропорту Хитроу 17 января 2008 г, Air Accidents Investigation Branch, URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5422f3dbe5274a1314000495/1-2010_G-YMMM.pdf.

Проектирование композитных панелей стабилизатора

Рыжова Е.С., Гавриляк В.Э.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Митрофанов О.В.
МАИ, Москва

Currently, improving the efficiency and safety of aircraft operation requires deep optimization of all aircraft systems. In this case, an important role is played by issues related to the optimization [1] and study of the nature of stress distribution over the structural elements of the tail unit - one of the most loaded and important parts of the aircraft.

Reinforced panels are typical elements of all modern thin-walled aircraft structures. The problem of determining the rational parameters of the reinforced panels is one of the most common tasks in the design of aircraft assemblies. It becomes necessary to take into account several types of restrictions. This work takes into account the limitations on static strength, stability, as well as on the bearing capacity.

One of the main criteria determining the perfection of the aircraft design is its minimum weight [1 - 2]. The use of polymer composite materials, formed on the basis of carbon fibers and an epoxy binder, in the power section of the airframe (in the horizontal tail structures) of a passenger aircraft allows not only to reduce the weight of the airframe, but also to increase its aerodynamic perfection. Such materials have high strength and stiffness characteristics [2 - 3].

The main feature of creating a structure from composite materials, in contrast to the traditional use of metals, is that the product design process begins with the creation of the material itself. In this case, the properties of the material are formed during the manufacture of a particular structure.

In this work, the stress-strain state of stringer panels in the structure of the stabilizer was determined according to the beam theory. The problem of optimal design of a stabilizer with finding the minimum reduced thickness of a stringer panel under constraints on the bearing capacity, static strength and stability is considered. The problem of optimal reinforcement of a composite panel with a stability constraint is considered. The FEM-calculation of the composite structure of the stabilizer and a comparative analysis of the results obtained have been carried out.

References:

[1] Tytaev E., Yin Y. Optimization of vertical stabilizer structure diagram. AS 3, 97–105 (2020). https://doi.org/10.1007/s42401-020-00051-0

[2] Elkin A.S., Ryzhova E.S. The accelerate structural optimization of composite wing box and horizontal stabilizer under certain static loads 18th International Conference “Aviation and Cosmonautics – 2019” 18-22 November, 2019. Moscow. Abstracts. – p. 487

[3] Mitrofanov O.V., Ryzhova E.S. Compressed stiffened composite panels design taking stringers elasticity and skin post-buckling behavior into account 19th International Conference “Aviation and Cosmonautics” (AviaSpace-2020). 23-27 November, 2020. Moscow. Abstracts. — p. 776

Проблемы трассирования бортовой кабельной сети в исследовательских модулях международной космической станции

Рылева Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва

Одной из существенных проблем при проектировании моделей прокладки бортовой кабельной сети (БКС) является ее адекватность и соответствие требованиям государственных и отраслевых стандартов аэрокосмической техники. В настоящее время не существует четко сформулированной регламентирующей методики прокладки трасс конкретно в крупногабаритных космических аппаратах, ориентированных на реализацию исследовательских миссий. Один такой исследовательский модуль при максимально оптимизированном размещении сложных технических систем может содержать порядка семи тысяч кабелей, не включая технологическую бортовую кабельную сеть, предназначенную для наземной отработки систем модуля.

В представленной ситуации важным является решение проблемы расположения и увязки трасс снаружи и внутри изделия, электромагнитной совместимости и крепления к элементам конструкции. Для этого создаются 3D модели в выбранной системе автоматизированного проектирования (САПР), ориентированные на специалистов, которые будут проводить установку БКС в сборочном цехе.

Такая модель должна быть максимально упрощенной, понятной, систематизированной, содержащей все необходимые сведения, легко управляться и должна быть защищенной от внесения изменений не ответственными за разработку монтажа подразделениями. Такую модель легко реализовать для небольших спутников и малогабаритных космических аппаратов, но при разработке исследовательских модулей с этим возникают большие трудности. Необходимо разработать методику и входящую в нее базу данных необходимых элементов формирования модели.

В данной работе были проанализированы основные проблемы трассирования бортовой кабельной сети в крупногабаритных космических аппаратах и предложены пути их устранения. По ходу выполнения работы был получен основной вывод о том, что создание максимально унифицированной, ограниченной и содержащей все необходимые компоненты для проведения монтажа электронной модели кабелей и обстановки позволит сократить сроки сборки электрических макетов изделий и самих агрегатов и сократить их стоимость. Также был проведен поиск оптимальных решений для прокладки бортовой сети и сформирован целостный подход к подбору необходимых конфигураций кабелей. Была дана оценка всех систем космического аппарата с целью выявления наиболее эффективного метода декомпозиции бортовой сети и аппаратуры на отдельные блоки, осуществлен поиск закономерностей, которые позволяют максимально автоматизировать процесс трассирования.

Результаты проведенной работы могут быть использованы при проектировании российского сегмента перспективной орбитальной базы, которая придет на смену Международной космической станции.

Анализ эффективности электрических аккумуляторных источников энергии для беспилотных летательных аппаратов

Савельев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Арбузов И.В.
МАИ, Москва

Основным параметром характеризующий эффективность аккумуляторов – это удельная энергоемкость (количество запасаемой энергии на единицу массы). Для проектирования беспилотных самолетов (далее по тексту БПЛА) с электрической силовой установкой этот показатель является критическим. Так же, большое значение имеют такие показатели как удельная энергоплотность (количество запасаемой энергии на единицу объема), число циклов заряд/разряд, скорость саморазряда, деградация, рабочие температуры.

Самые высокие показатели удельной энергоемкости имеют лантан-фторидные, литий-серные, натрий-серные, цинк-воздушные, однако они имеют рад особенностей, которые делают их не пригодными для использования на БПЛА, как основного источника энергии.

- Лантан-фторидный (La-Ft) имеет рабочую температуру (400-500°C);
- Литий-серный (Li-S) имеют малое количество циклов заряд/разряд, около 50-60;
- Никель-солевой (Na/NiCl) имеют рабочую температуру от 270°C;
- Натрий-серный (Na-S) имеет рабочую температуру (300-350°C);
- Цинк-воздушный (Zn-air) имеют высокий саморазряд, связанный с высыханием электролита.

Сегодня, наиболее подходящие аккумуляторы для БПЛА с точки зрения их показателей – это литиевые аккумуляторы, такие как литий-ионные (Li-ion), литий-полимерные (Li-Po) и литий-железо-фосфатный (LiFeP). Однако, даже лучшие из них показывают энергоемкость в

районе 200 Втч/кг. Для сравнения энергоемкость керосина – 12 188 Вт*ч/кг (44МДж/кг), что в 60 раз больше.

В традиционном подходе проектирования самолетов, такие параметры как относительная масса топлива, дальность полета, удельный расход топлива связаны в формуле Бреге. Для формирования облика самолета с электрической силовой установкой эта формула не подходит, поэтому теоретически была получена зависимость между относительной массой, удельной энергоемкостью аккумуляторной батареи и дальностью полета.

$m(отн)_акк = Lg/(\eta KC)$,

где

$m(отн)_акк$ – относительная масса аккумуляторных батарей;

L – дальность полета;

g – ускорение свободного падения;

η – суммарный КПД энергокомплекса;

K – аэродинамическое качество;

C – удельная энергоемкость аккумуляторов.

Эта формула для равномерного прямолинейного движения без учета затрат мощности на взлет и приземление, и на работу полезной нагрузки.

Анализ полученной зависимости показывает, что дальность полета самолетов с электрической силовой установкой в основном ограничена максимальной энергоемкостью аккумуляторных батарей доступных на сегодняшнее время. Помимо увеличения удельной энергоемкости батарей, дальность полета можно увеличить за счет увеличения аэродинамического качества ЛА, увеличения относительной массы аккумуляторных батарей, увеличения КПД электродвигателей и движителей.

Так как масса аккумуляторных батарей не меняется во время полета, то мощность, расходуемая электродвигателем для поддержания равномерного прямолинейного полета, постоянная (при условии, что и масса самолета не меняется). Отсюда зависимость дальности полета от относительной массы аккумуляторных батарей линейная.

Развитие конструкции самолёта от многокомпонентной конструкции к однокомпонентной конструкции

Селин А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Столяров Д.В.

МАИ, Москва

С начала массового производства летательных аппаратов в первой четверти 20-ого века, самолёт по мере усложнения своей конструкции становился всё более многокомпонентным, количество деталей достигало немыслимых чисел. Однако, с 70-ых годов 20-ого века наблюдается уменьшение количества деталей каркаса летательных аппаратов за счёт внушительного развития технологий производства, сборки, создания новых материалов, а также из-за экономических соображений.

Например, если смотреть на шпангоуты истребителей 3-его, 4-ого и 5-ого поколений, то можно установить, что зачастую данный конструктивный элемент из многокомпонентной сборной конструкции сначала стал сборной конструкцией с меньшим количеством деталей, а затем превратился в цельно-фрезерованную готовую деталь. Найти аналогичные примеры в других частях самолёта не составит какой-либо затруднения.

С чем связаны данные изменения?

Во-первых, значительно возросли нагрузки, приходящиеся на компоненты самолёта. При достижении определенного порогового значения, сборная конструкция становится менее надежной и более тяжелой, нежели цельно-фрезерованная деталь. При прочих равных, сборная деталь скорее всего будет дешевле, но об этом скажем ниже.

Во-вторых, технологические возможности значительно расширились. Площадь рабочего стола фрезеровального станка увеличилась, и при этом габариты шпангоутов вписываются в

габариты рабочего стола, что дает реальную возможность изготовить деталь цельной из одной плиты.

В-третьих, цена истребителей (и других высокотехнологических ЛА) с каждым поколением значительно увеличивается. И если самолёт выпускается ограниченно (к примеру, Су-57 с планом в 76 самолётов), то изготовление оснастки для сборных конструкций становится неокупаемой в связи с малым объёмом выпуска.

Очевидно, что данная тенденция к применению цельно-фрезерованных деталей имеет как плюсы, так и минусы, которым нужно уделить должное внимание, во избежание излишних трат по доводке ЛА или нештатных ситуаций в полёте.

Из плюсов стоит отметить:

• Уменьшение массы изготавливаемой детали

• Уменьшение количества сборной оснастки

• Возможность применения разнообразных конструктивных решений

Из минусов:

• Дорогостоящее фрезерное оборудование

• Малый коэффициент использования материала

• Высокая цена обработки

• Моно-деталь более склонна к свободному развитию трещин, нежели сборная конструкция

Отмечу, что если с первыми тремя вышеперечисленными минусами можно ещё смириться, то оставить без решения последний минус категорически нельзя. В рамках единой детали развитие трещин можно предупредить обработкой с меньшим числом Ra, уменьшением количества концентраторов напряжений в виде отверстий, прямых углов, больших сосредоточенных нагрузок. Однако если мы начинаем говорить о гипотетическом монолитном ЛА/монолитном отсеке ЛА, то данные меры не смогут полностью исключить проблему развития усталостных и иных трещин, поскольку рано или поздно повреждения всё равно проявят себя.

По моему личному мнению, в будущем авиационные конструкции по объему монолитных деталей достигнут своего предела, ограничившись монолитностью в пределах конструктивно-технологического деления: ОЧК, ГЧФ, СЧФ, ХЧФ и т.д. или перейдут к иному подходу создания конструктивно-силовой схемы каркаса. Под иным подходом я подразумеваю, например, переход к ферменным конструкциям с большим количеством удельных элементов, при повреждении некоторого числа которых и последующего вывода их из рабочего состояния, оставшиеся элементы незначительно догрузятся и продолжат исправно выполнять свою функцию. Также возможно смесь двух вышеприведенных гипотетических методов проектирования будущего.

Использование воксельного заполнителя в элементах управления летательного аппарата

Тажибаева А.В., Куликов С.А.
Научный руководитель — Беззаметнова Д.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

В данной статье представлен обзор на новый инновационный вид заполнителя, имеющий воксельную структуру. Актуальность данной темы обуславливается тем, что воксельный заполнитель еще не поставлен на серийное производство. Разработка воксельного заполнителя исследуется NASA с 2018 года. Плотность воксельного заполнителя имеет запредельно низкий показатель и составляет всего не более 5 кг/ м3. Также имеется перспектива снижения данного значения до 0,5 кг/ м3. Термин воксель (voxel) - производное от слов volumetric pixel, что в переводе с английского означает объемный пиксель. Воксельные структуры применяются в компьютерной графике, в медицине для проецирования изображений 3D моделей сканируемого органа аппаратом для компьютерной томографии и в авиастроении. В данной статье рассмотрена возможность применения воксельных структур в элементах управления летательного аппарата.

Концепция использования воксельных структур в авиастроении заключается в построении деталей самолета из одинаковых строительных блоков – вокселей. Данную технологию развивают ученые из Массачусетского технологического института. Основная идея воксельной конструкции – любую деталь можно собрать из одинаковых элементов «вокселей» по аналогии с конструктором Lego. NASA совместно с Массачусетским технологическим университетом разработали крыло треугольной формы, состоящее из сотен одинаковых деталей – вокселей. Данная конструкция является основой для самолетов с гибкими крыльями, которые динамически трансформируются в полете, создавая оптимальную форму для разных условий полета. Воксельный заполнитель в сверхлегких самолетах одновременно является и силовым набором, и механизацией крыла. Основными строительными блоками воксельного заполнителя являются октаэдрические элементарные ячейки. Длина одного луча вокселя составляет 5 см. При соединении вокселей в узлах образуется кубоктаэдрическая решетчатая структура. Кубоктаэдрическая геометрия была выбрана вследствие того, что такая геометрия обеспечивает высокие характеристики удельной жесткости. Блоки соединенных вокселей не образуют гладкую аэродинамическую поверхность, поэтому в данной конструкции было разработано специальное устройство для соединения вокселей с обшивкой, представляющее собой лучи, исходящие из вершины октаэдра к обшивке. В качестве перспективного метода сборки воксельных конструкций выступает роботизированная сборка на машине BILL-E. Устройство для сборки BILL-E представляет собой роботизированную руку, на которой установлены приспособления для крепления воксельных конструкций друг к другу. Движение робота подобно движению гусеницы, робот последовательно пристегивает один октаэдр к другому. Одним из преимуществ такой сборки является то, что ремонт и техническое обслуживание можно легко выполнить с помощью того же вида роботизированного процесса, что и первоначальная сборка. Поврежденные секции могут быть демонтированы и заменены новыми. В качестве технологии изготовления составного элемента воксельной структуры NASA предлагают литьевую технологию с использованием материала Ultem. В разработке NASA используются воксели из двух разных материалов: полиэфиримид (PEI) с 20% армированного короткого рубленого стекловолокна и неармированный PEI (Ultem 2200 и Ultem 1000 соответственно). Материал решетки Ultem 2200, из которого было произведено большинство тестируемых образцов, продемонстрировал поведение абсолютной жесткости = 8,4 МПа, которое сопоставимо с объемным эластомерным материалом, таким как силикон. К основным преимуществам воксельного заполнителя можно отнести: возможность создания из простого вокселя различных конструкций с заданными характеристиками; возможность создания адаптивной конструкции; уменьшение веса конструкции, так как воксельная конструкция является стержневой конструкцией; перспектива автоматизированной сборки воксельной конструкции; реализация максимальных свойств композиционных материалов, так как композиты в воксельной конструкции являются однонаправленными. На основании проделанного исследования можно сделать вывод о том, что воксельный заполнитель – это перспективная разработка будущего. Такие преимущества как: запредельно низкий показатель плотности заполнителя, адаптивность конструкции и отказ от механизации, открывают новые возможности в современной авиационной промышленности.

Расчетно-экспериментальное исследование несущей способности двухсрезных композитных соединений

Толкачев М.А., Больших А.А., Еремин В.П.
МАИ, Москва

В данной работе исследуется несущая способность образца из полимерного композиционного материала (ПКМ), армированного высокомодульными волокнами, при растягивающем нагружении. Под действием нагрузки в зоне контакта образца с болтом возникают сжимающие деформации, с помощью которых определяется несущая способность.

Для оценки полученных результатов проведены расчетно-экспериментальные исследования, при которых композит нагружается до предельно-допустимых нагрузок. Расчетные испытания проводятся методом конечных элементов (МКЭ) [1,2], экспериментальные данные были получены путем проведения стендовых испытаний. Для получения наиболее точных результатов, образец послойно моделируется с учетом когезионного (связующего) слоя.

При выполнении данного исследования важно учитывать: тип и геометрию образца; тип и материал крепежа; использование шайб (при необходимости); опорное приспособление (при необходимости). Образец нагружается до наступления разрушения, после чего испытание прекращается. Далее строится график зависимости действующего напряжения от деформации и отмечается вид разрушения. Предельная несущая способность материала определяется по максимальной нагрузке, при которой происходит смятие [3].

Предложенный способ моделирования испытания по стандарту ASTM 5961 позволяет учитывать сложную структуру композитного материала за счет метода послойного моделирования и когезионного (связующего) слоя.

Для оценки характеристик образца используется конечно-элементный программный комплекс со встроенными модулями для подготовки модели [4]. Модель материала учитывает анизотропные свойства полимерного композиционного материала.

Используемый метод послойного моделирования и когезионного (связующего) слоя, основанный на МКЭ, позволяет существенно сократить количество испытаний. Также метод позволяет получать более точные результаты при моделировании болтовых соединений в конструктивно - силовых схемах. Построенная математическая модель образца применяется не только для определения напряжения смятия, но и в других стандартах ASTM с модификациями (количество слоев, свойства материала, углы укладки, размеры образца).

Список использованных источников:

1. J. Soderberg,, A finite element method for calculating load distributions in bolted joint assemblies, Linkoping.
2. F. Gunbring, Prediction and Modelling of Fastener Flexibility Using FE, Linkoping University Institute of Technology, 2008.
3. ASTM D 5961-13, “Bearing Response of Polymer Matrix Composite Laminates,” ASTM International (W. Conshohocken, PA, US), 2013 (first issued in 1996).
4. Abaqus Users Manual, Version 6.14-4. Dassault Syste’mes Simulia Corp, Providence

Моделирование влияния количества слоёв на вес нагруженного слоистого композиционного материала

Тытаев Э.М.
Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.
МАИ, Москва

Решение задач оптимального проектирования [1] деталей из ПКМ дает возможность наиболее полно реализовывать их уникальные упруго-прочностные свойства в конструкциях. Регулирование параметров слоёв позволяет подбирать укладку согласно необходимым требованиям прочности, устойчивости, теплопроводности и т.д. Одной из важных составляющих оптимизации является количество возможных разнонаправленных слоёв (схема армирования). Вариативность их количества даёт возможность проектировать изделия, обладающие разными свойствами в требуемых зонах. В данной работе был проведен анализ слоистых пакетов с одинаковой прочностью, но с разным количеством разнонаправленных слоёв с целью выявления зависимости характера приложенных нагрузок и массы пакетов, отличающихся друг от друга разнообразием армирования пакетов.

В качестве примера были взяты 2 пакета с 3 и 4 слоями соответственно. Эксперимент проводился в системе MATLAB. Задавались различные комбинации [N_x,N_y,N_xy,M_x M_y,M_xy] (нормальные и касательные усилия; изгиб, кручение, скручивание) и к каждой вариации подбирались соответствующие укладки с 3 и 4 слоями, которые бы обладали

одинаковой прочностью. В качестве модели подбора укладок используются наработки алгоритма оптимизации укладок, в которой учитываются симметричные, антисимметричные укладки, со срединным слоем и без него. В качестве критерия прочности используется критерий Цая-Хилла [2], как наиболее приближенный с эмпирической точки зрения. К полученным пакетам подбираются толщины каждого из слоёв. В конце эксперимента сравниваются итоговые массы двух пакетов одинаковой прочности.

В результате проведенной работы было обнаружено, что при нормальной нагрузке с касательным усилием ⟦ [N]⟧ _x,N_y,N_xy] антисимметричный пакет с 3 слоями является наиболее приоритетным в весовом качестве при больших нормальных и меньших касательных напряжений. Симметричный пакет с 3 слоями выгоден при большем значении сдвига, пакет с 4 слоями обладает или равной массой (нормальные усилия с небольшим сдвигом), или более тяжелой (большое значение сдвига) ввиду невостребованности второй пары слоёв. С увеличением многообразия нагрузок [M_x M_y,M_xy] трёхслойного симметричного пакета уже недостаточно ввиду одновременного действия нормальных продольных и поперечных усилий со сдвигом. Трёхслойный антисимметричный пакет выгоден при продольном или поперечном изгибах [M_x M_y], однако в случае большего значения скручивания [M_xy], четырёхслойный антисимметричный пакет имеет равную, а при наличии дополнительных нормальных усилий, меньшую, чем у трехслойного пакета массу. Таким образом, многообразие нагрузок и их величина напрямую влияет на тип используемой укладки.

При учёте дополнительных критериев (устойчивость, теплопроводность и т.д.), выбор укладки становиться более очевидным. Вместе с тем, уже на этапе расчета прочности можно судить о функциональном потенциале пакета за счёт вариативности количества разно армированных слоёв.

Список использованных источников:

1. Tytaev E., Yin Y. Optimization of vertical stabilizer structure diagram. AS 3, 97–105 (2020). https://doi.org/10.1007/s42401-020-00051-0

2. Tsai S. W., Wu E. M. A general theory of strength for anisotropic materials // J. Compos. Materials. 1971. V. 5. P. 58–80.

Прогнозирование результатов топологической оптимизации

Устинов Д.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Завалов О.А.

МАИ, Москва

Топологическая оптимизация (ТО) детали – поиск оптимального количества материала и его расположения в объеме детали. Начальные условия для таких задач - это заданная область объема детали, а также характеристики материала. Граничные условия – это условия работы детали. Граничные условия могут определяться решением задач статической прочности, динамической прочности, а также термодинамическими или аэродинамическими условиями.

В данной работе рассматривается микроструктурная топологическая оптимизация по условиям статической прочности, реализуемая с помощью применения метода конечных элементов. Подробное описание процесса такой топологической оптимизации приведено в [1].

Основным критерием результата ТО является процент уменьшения массы оптимизируемой детали. Удовлетворительным результатом считается уменьшение массы на 30% и более. Однако не во всех случаях можно достичь такого результата. Для некоторых деталей ТО дает результат уменьшения массы на 10% и менее. В связи с тем, что ТО является итерационным процессом, требующим большого количества вычислительных ресурсов и времени, очень важна предварительная оценка результатов оптимизации.

Целью исследований является вывод эмпирической формулы расчета результатов топологической оптимизации. Данная формула учитывает зависимости от начальных и граничных условий задачи. Из начальных условий учитываются геометрические

характеристики детали – отношение площади поверхности детали к ее объему, количество крепежных отверстий, отношение объема прототипа к заданной области оптимизации, а также количество и расположение прилагаемых деталей. Из граничных условий учитываются нагрузки и расчетные случаи, а также минимальная толщина материала и отношение объема рабочего материала к общему.

Полученная формула позволит определять детали, для которых целесообразно проводить топологическую оптимизацию.

Список использованных источников:

1. Eschenauer H.A., Olhoff N., Topology optimization of continiuum structures: a review, Appl Mech Rev vol. 54,No. 4, July 2001, p. 331-390.

Расчёт оптимальных геометрических параметров НЧФ сверхзвукового делового самолёта типовой размерности с учётом проектных ограничений

Феоктистова М.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.

МАИ, Москва

В настоящее время имеет место заметная активность авиационных фирм в сфере сверхзвуковой деловой авиации второго поколения. В работах по созданию СПС наиболее характерно проектирование специализированных сверхзвуковых деловых самолетов (СДС). Это является следствием как упрощения способов решения ряда технических проблем, в первую очередь по снижению интенсивности звукового удара, определяемой во многом длиной самолета, так и наличием платежеспособного спроса на сверхзвуковую перевозку именно среди деловых пассажиров.

Наиболее популярным вариантом реализации данного проекта, «лицом» ниши сверхзвуковой деловой авиации, на данный момент выступает СДС, перевозящий 10 человек на расстояния 7000-8000 км с максимальной взлётной массой порядка 50 т.

Критической проблемой полноценного внедрения СДС в обыденную практику является создаваемый им звуковой удар на местности, технологии уменьшения которого также активно исследуются. Обусловлены они комплексным проведением ряда мероприятий, связанных с оптимизацией геометрических параметров ЛА, компоновки, траекторий полёта, а также – мероприятий, связанных с энергетическим воздействием на воздушный поток для непосредственного влияния на параметры ударной волны.

Однако увязать на одном конкретном самолёте все технологии по уменьшению ЗУ практически невозможно – более того, полученные в ходе оптимизационных расчётов рекомендованные геометрические параметры зачастую неприменимы к самолёту из-за не учитываемых дополнительных ограничений по массе, аэродинамике, степени продольной статической устойчивости, а также и по степени компоновочного совершенства.

В данной работе намечается путь к увязке наиболее популярного метода уменьшения ЗУ – оптимизации геометрии НЧФ для уменьшения интенсивности ударной волны. Известно, что уровень ЗУ является функцией удлинения фюзеляжа и НЧФ, в частности, а потому критичными факторами в такого рода мероприятии будут нелинейный прирост массы, а также – значительное смещение центра парусности вперёд. Учёт этих факторов позволил в ходе проведённых расчётов предъявить уточнённые рекомендации по геометрии НЧФ, сформулировать для СДС избранной размерности дополнительные проектные ограничения, а также – оценить в первом приближении жизнеспособность ряда существующих вариантов облика СДС, полученных методами математического моделирования.

Список использованных источников:

1. Шейнин В.М., Козловский В.И. «Весовое проектирование и эффективность пассажирских самолётов. Т.1». «Весовой расчёт самолёта и весовое планирование». М., «Машиностроение», 1977, 344 стр.

2. Чо Кючул. «Метод проектирования аэродинамической компоновки сверхзвукового пассажирского самолета с учетом ограничений на звуковой удар». Москва, 2009

Дверь-трап легкого самолета

Цивенко К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кириакиди С.К.
ВГТУ, Воронеж

Дверь-трап пассажирского самолета является удобным конструктивным элементом ЛА, обеспечивающим его мобильность и удобство в эксплуатации при посадке-высадке пассажиров вне зависимости от наземных средств обеспечения данных функций.

Существуют конструкции двери-трапа как для тяжелых самолетов, так и для легких. Для первых – это более сложный агрегат, т.к. необходимо, кроме разворота лестницы совместно с дверью, дополнительное ее смещение (удлинение) [1] в связи со значительным расстоянием от пола пассажирского салона фюзеляжа до земли. Этим существенно усложняется конструкция двери с соответствующим увеличением веса. Для легких самолетов удлинение лестницы не требуется (расстояние при стоянке от пола салона до земли небольшое). Тем не менее, например, одно из известных технических решений [2] достаточно громоздко, т.к. содержит составные ступеньки, которые могут быть установлены в рабочее положение (при посадке-высадке пассажиров) специальным устройством с механизмом синхронизации положения ступенек. Предусмотрена дополнительная функция конструкции двери – весовая балансировка, необходимая для снятия нагрузок при единственном ручном варианте открытия-закрытия входной двери со встроенным трапом. Это усложняет и утяжеляет данную конструкцию и требует ручного управления экипажа воздушного судна.

С целью упрощения конструкции входной двери-трапа легкого пассажирского самолета, а также снижения ее веса при обеспечении удобства эксплуатации, рассмотрен вариант двери со следующими особенностями. Дверь-трап установлена на двух узлах навески, размещенных в нижней части, оборудована замками фиксации крейсерского положения. Приводом является гидроцилиндр, который установлен на шпангоуте фюзеляжа и шарнирно соединен с нижним звеном складывающейся тяги управления поворотом двери, при этом верхнее ее звено подвижно связано с кронштейном навески.

Дверь-трап содержит две подвижные ступени, расположенные вблизи борта фюзеляжа при выпуске в стояночное положение, и одну неподвижную у поверхности земли. Ступени выполнены из композиционных материалов и компактно укладываются по внутренней обшивке входной двери в закрытом положении. Жесткое неподвижное положение двери относительно фюзеляжа на стоянке обеспечивают дверные упоры и ограничители перемещения опор-поручней.

Принципиальное отличие входной двери заключается в едином управлении выпуском двери-трапа в рабочее положение при стоянке с одновременным переводом (разворотом) ступенек и опор-поручней в необходимое (стояночное) положение.

В результате данная конструкция входной двери обеспечивает снижение веса и эффективность работы при ее выпуске на стоянке за счет кинематической связи двери, подвижных ступенек и опор-поручней.

Список использованных источников:

1. Житомирский Г.И. Конструкция самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов. – М.: Машиностроение, 1991. – 400 с.: ил.
2. Патент РФ 2339539. Дверь-трап транспортного средства, например летательного аппарата, 2008, Бюл. № 33

Оценка влияния различных факторов на бафтинг горизонтального оперения пассажирских широкофюзеляжных самолётов

Цюцюра С.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гуревич Б.И.
ЦАГИ, Жуковский

Достаточно актуальной является проблема повышение ресурса конструкции магистральных самолётов. Бафтинг горизонтального оперения (ГО) является одним из факторов снижения усталостной прочности его конструкции. Колебания ГО при посадке возникают практически у каждого широкофюзеляжного самолёта с палубным оперением. В этой связи целесообразно проведение анализа причин явления бафтинга ГО на посадке и поиск способов уменьшения интенсивности колебаний.

С целью анализа причин возникновения бафтинга и способов уменьшения его интенсивности рассматривались видеоматериалы, на которых запечатлены пробеги после посадки современных широкофюзеляжных самолётов с палубным оперением и ТРДД под крылом (Boeing 747, Boeing 767, Boeing 777, Boeing 787, A330, A350, A380 Ил-96-300, MD-11). Для сравнения рассматривался самолёт с Т-образным ГО - Ил-76.

Предварительно было установлено: что бафтинг ГО вызывает неравномерность потока, вызванная отклонением крыльевых интерцепторов и включением реверса тяги двигателей.

Из видеоматериалов удалось установить частоту колебаний ГО и их угловую амплитуду.

Величина угловой амплитуды колебаний, для рассмотренных типов самолетов, проводилась путем наложения видеокадров, выделенных из рассмотренных видеоматериалов, и фиксирующих нижнее и верхнее положение концевой хорды ГО

Частота колебаний ГО определялась подсчетом количества полных циклов колебаний за единицу времени.

Для повышения достоверности получаемых результатов, в тех случаях, когда имелась такая возможность, рассматривались несколько файлов с посадкой одного и того же типа самолета и определялись средние значения искомых параметров.

На основе анализа видеоматериалов выявлены предполагаемые геометрические и конструкционные факторы, влияющие на возникновение и интенсивность колебаний ГО

- Превышение положения ГО над крылом;
- Угол поперечного V крыла и ГО;
- Положение крыльевых тормозных щитков (воздушных тормозов) относительно борта фюзеляжа, а также размеры этих щитков;
- Тип реверса двигателей (ковшовый, сетчатый);
- Соотношение между положением двигателей по оси Z и размахом ГО;
- Конструкционный материал ГО (алюминиевые сплавы, композиты).

У самолета Ил-76 колебания ГО при посадке отсутствуют, как и у других самолётов с Т-образным ГО, и ТРДД под крылом. Это связано с тем, что ГО максимально поднято над крылом и, возмущения потока, вызванные выпуском интерцепторов и включением реверса двигателей, проходят мимо ГО Для некоторых самолётов была установлена зависимость между интенсивностью колебаний ГО и разностью углов поперечного V крыла и горизонтального оперения (с увеличением угла поперечного V интенсивность колебаний уменьшается). Однако рассмотрение всего широкого класса отобранных самолетов показало очень большой разброс рассматриваемых характеристик и, вследствие этого, слабую зависимость интенсивности бафтинга ГО от данного угла.

Наиболее явно интенсивность колебаний ГО зависимости от положения и размеров внутренних тормозных щитков на крыле, а именно: чем дальше находится щиток воздушного тормоза от фюзеляжа и чем меньше площадь щитков в пределах размаха оперения, тем меньше интенсивность колебаний. Подтверждает этот эффект и пример самолета MD-11, у которого площадь внутреннего воздушного тормоза по отношению к площади ГО в три раза меньше, чем у самолета Boeing 787.

Было рассмотрено влияние реверса тяги на интенсивность бафтинга. Из видео материалов было установлено, что колебания ГО возникают и при отсутствии реверса тяги, но с меньшей интенсивностью. Конструкция реверсивных устройств не влияет на интенсивность колебаний. Прослеживается слабая зависимость интенсивности колебаний от расстояния от оси самолёта до двигателя, отнесённого к размаху ГО только для некоторых из рассмотренных самолётов.

Полученные зависимости помогут принять решение о размещение тормозных щитков и скорректировать параметры ГО на ранних этапах проектирования. Ведь рассчитать бафтинг обычно представляется возможным только на поздних этапах проектирования самолёта.

Проектирование одноступенчатой АКС на основе суборбитального космоплана

Черкунов М.А.
МАИ, Москва

В 21 веке человечество лишь незначительно приблизилось к созданию авиационно-космических систем (АКС), позволяющих выходить на суборбиту (свыше 100 км) или же на орбиту. Причиной тому является недостаток данных о таких типах полёта, так как большинство проектов были закрыты в стадии разработки, вследствие их неэкономичности и отсутствии технологий. Наиболее успешными проектами воздушно-космических кораблей (ВКС), являющимися частью АКС можно считать полёты ракетоплана X-15 (191 полёт, из них 13 полётов на высоту свыше 80 км), многоразовых транспортных космических кораблей Space Shuttle (135 полётов) и Буран (1 беспилотный полёт), а также суборбитальных космопланов SpaceShipOne (17 полётов, 3 из них суборбитальных) и SpaceShipTwo (14 полётов, из них 1 суборбитальный). Все вышеперечисленные ВКС являются космопланами вследствие того, что они, как вторая ступень АКС, выводятся на орбиту не только с помощью своих двигателей, но и с помощью разных видов разгонщиков (ракеты-носители, самолёты-разгонщики и т.п.).

Актуальность данной темы состоит в создании новых АКС, позволяющих проводить исследования орбитальных полётов и полётов на гиперзвуковых скоростях в атмосфере Земли и, помимо этого, выполнять широкий ряд задач, варьирующихся от доставки груза на низкую околоземную орбиту (НОО) и космического туризма до стратегических действий, в интересах вооружённых сил.

Основной задачей является анализ существующих АКС, выявление их недостатков, и создание нового типа АКС, используя наработки и нереализованные идеи похожих проектов.

Стоить отметить, что на данный момент не существует ни одного космолёта, то есть одноступенчатой АКС, выходящей на орбиту за счёт собственных двигателей. Главным отличием космолётом от космопланов является то, что для вторых необходимо использовать разгоняющую ступень, это ведёт к дополнительным затратам, так как приходится проектировать несколько ступеней АКС, а если в качестве ступени будет выступать одноразовая ракета, то это накладывает необходимость затрачивать финансы на её создание при каждом запуске.

Из вышесказанного вытекает недостаток одноразовости некоторых компонентов АКС, включающих в себя космоплан. Одноступенчатая же АКС таким недостатком не обладает, так как космолёт проектируется с возможностью самому совершать полный период полёта от взлёта до посадки без использования иных ступеней. Но использование одной ступени требует использования мощных двигателей, способных реализовать такой полёт, следовательно, одной из главных целей при проектировке будет являться выбор силовой установки, способной выводить летательный аппарат с поверхности Земли на орбиту/суборбиту.

По результатам исследований темы орбитальных полётов с использованием АКС можно сделать выводы, что:

1) Требуются большие наработки в сфере ВКС, вследствие малого количества аппаратов, использующих различные способы выведения на орбиту/суборбиту.

2) Основной проблемой при проектировке космопланов является выбор силовой установки.

3) Космолёты имеют преимущество перед космопланами, в виде отсутствия необходимости проектировать специальную разгонную ступень.

Список использованных источников:

1. «На крыльях в космос» [Электронный ресурс] / платформа «Naked science». Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://naked-science.ru/article/ nakedscience/na-krylyah-v-kosmos (Дата обращения 20.02.2021)

К вопросу исследования источников шума в герметичных отсеках пассажирского воздушного судна

Чечуля А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.

МАИ, Москва

Шум в гермокабинах воздушного судна (ВС) является фактором неблагоприятно воздействия на экипаж и пассажиров, а в отдельных случаях влияет и на безопасность полёта. Одним из весомых внутренних источников шума в салоне пассажирского самолёта является система кондиционирования воздуха. В связи с этим представляется целесообразным решение задач, нацеленных на получение следующих результатов:

• Оценка источников шума систем кондиционирования воздуха (СКВ);

• Развитие методики исследования источников шума для пассажирских самолётов;

• Разработка и предложение новых конструктивных способов снижения уровня шума, которые станут дополнением к существующим рекомендациям.

Указанные задачи поставлены в ходе анализа текущего состояния вопроса. Установлено, что существующие методики исследования и имеющиеся рекомендации составлены на основе экспериментов, которые ориентированы на прошлые технические возможности. Для уменьшения уровня шума в интерьере используются звукопоглощающие материалы. Их активное развитие является позитивной тенденцией, однако новый виток работы непосредственно с источниками звуков позволит снизить вес отделки интерьера и увеличить объём салона, что является очень важной идеей в авиастроении.

Такая модернизация полезна для увеличения конкурентоспособности конечного продукта, ведь, согласно ГОСТ 20296-2014, в целях повышения комфорта вновь разрабатываемых и модифицированных вариантов ВС должны быть приняты меры по снижению уровней шума до значений, соответствующих предельному спектру ПС-65. Этот спектр рассматривается как целевая норма для самолётов будущих конструкций.

Методика исследования шума будет значительно отличаться от процедуры доказывания соответствия межгосударственному стандарту, описанной в ГОСТе. Это связано с разницей в целях мероприятий. Для оценки шума также применяется система предельных спектров, но измерения будут производиться не только во время горизонтального полёта, а при вариациях параметров полёта и режимов работы КСКВ. Выбору характерных точек должно быть уделено отдельное внимание, они размещаются не в местах воздействия на пассажиров, а выбираются исходя из компоновки элементов СКВ. Предварительный анализ конструкций производится на примере элементов СКВ современного пассажирского самолёта.

Важно качественно интерпретировать и визуализировать результаты измерений (предлагается методически подготовиться к выполнению регрессивного анализа и графическому представлению структуры звуковых полей, мест и условий изменения уровней звукового давления при среднегеометрических частотах октавных полос). В результате составляется, своего рода, карта ключевых источников. Шум разбивается по предельным спектрам, а обработанные результаты сравниваются с компоновкой элементов СКВ, устанавливаются по полученным данным конкретные источники и степень их влияния.

В результате исследования будут составление рекомендации, относящиеся к возможным источникам шума, таким как трубопроводы, клапаны, установки охлаждения. Наиболее общими рекомендациями могут стать: воздействие на вихревые потоки течения воздуха, работа над конструкцией вентиляторов систем охлаждения, уменьшение колебаний.

Список источников:

1. Танонин М.С., Костромитинов С.В. Опыт борьбы с шумом в пас-сажирском салоне самолета ту-204 с VIP компоновкой // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2018. - №4(3). - С. 362-369.

2. Зверев А. Я. Механизмы снижения шума в салоне самолёта // Акустический журнал. - 2016. - №4, том 62. - С. 474-479.

Исследование электрогидравлического следящего привода с пониженным тепловыделением при помогающих нагрузках путём имитационного моделирования

Чулков М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волков А.А.

МАИ, Москва

Одной из основных тенденций в развитии централизованных гидравлических систем летательных аппаратов является повышение уровня номинального давления. Это позволяет уменьшить габариты гидроагрегатов и массу трубопроводов без изменения уровня надёжности гидросистемы. Для электрогидравлических рулевых приводов повышение уровня номинального давления выше 28 МПа означает проявление склонности к засорению такого элемента, как электрогидравлического усилителя (ЭГУ) типа «сопло-заслонка». В связи с этим целесообразно использовать в качестве ЭГУ обычный золотниковый гидрораспределитель, непосредственно управляемый линейным электродвигателем. Это повышает надёжность и КПД привода, устраняет постоянный проток жидкости через ЭГУ и упрощает конструкцию распределительной части привода. Недостатком данной схемы является дросселирование жидкости в золотнике второго каскада усиления при помогающих внешних нагрузках на выходное звено гидроцилиндра, что приводит к большим гидравлическим потерям, увеличению температурной напряжённости и снижению вязкости рабочей жидкости.

Устранить эти недостатки возможно установкой обратного клапана, через который соединяется с линией нагнетания та полость гидроцилиндра, давление в которой при помогающей нагрузке превышает давление нагнетания. Производится конструктивное разделение золотников таким образом, чтобы независимо управлять подачей жидкости в каждую из полостей гидроцилиндра. Для перепуска жидкости через обратный клапан в блок управления приводом вводится дополнительная логическая часть. Данное решение дает следующие преимущества: при помогающей нагрузке снижается температура жидкости, так как она не дросселируется через рабочие окна золотников, что позволит уменьшить массу теплообменных аппаратов гидросистем; исключается разрыв сплошности потока в полостях гидроцилиндра при помогающей нагрузке; за счёт разделения золотников снижается взаимовлияние контуров привода, питающихся от разных независимых гидросистем.

Предлагаемое усовершенствование проверялось в ходе имитационного моделирования второго каскада усиления ЭГСП с гидродвигателем в среде Matlab/Simulink при различных величинах и направлениях внешних нагрузок, а также аналитически оценивался нагрев рабочей жидкости. Анализ результатов моделирования показал, что схема работоспособна и удовлетворяет требованиям к энергетическим характеристикам привода. Алгоритм перепуска жидкости через обратный клапан вступает в работу, начиная с помогающей нагрузки в 28% от максимальной.

Секция №1.3 Математическое моделирование и управление жизненным циклом изделия

Послепродажное обслуживание авиационной техники

Белевцов Д.А., Вруцкий Д.И.
Научный руководитель — Константинов И.С.
МАИ, Москва

Ежегодно по всему миру выпускается более тысячи летательных аппаратов. Практически для каждого заказчика важно не только приобрести тот или иной самолет, но и получить от поставщика качественное послепродажное обслуживание.

Качественное послепродажное обслуживание должно включать в себя:

– инженерно-аналитическую поддержку;
– техническое обслуживание и ремонт;
– обучение летного и инженерно-технического состава;
– обеспечение расходных и запчастей;
– управление условиями гарантии.

Очень важно предоставлять услуги послепродажного обслуживания быстро и качественно, именно поэтому многие авиационные производители при заказе большого количества самолетов базируют свой филиал по обслуживанию и склад с запчастями в городе заказчика.

Исходя из многолетнего международного опыта продаж летательных аппаратов, для успешного освоения нового типа самолетов необходимо создать такую систему послепродажного обслуживания, которая объединит производителей систем и комплектующих изделий, а также независимых поставщиков услуг, обладающих всеми необходимыми компетенциями и инфраструктурой.

Современный подход в проектировании летательных аппаратов позволяет не проводить планово-предупредительные капитальные ремонты агрегатов самолета, а проводить всевозможные регулярные проверки, по результатам которых принимается решение о необходимости обслуживания и ремонта двигателя, различных систем или планера. Такой подход позволяет существенно экономить на обслуживании, при этом отнюдь не экономить на безопасности.

Управление процессами на современном авиационном предприятии при помощи бережливого производства

Боровков Д.К., Волков Е.И., Тодоров Е.С.
Научный руководитель — Константинов И.А.
МАИ, Москва

Бережливое производство обеспечивает инновационный подход к управлению для многих малых и средних производств. Результаты улучшения могут быть впечатляющими с точки зрения работы с клиентами, продолжительности цикла изделия и его качества.

Бережливое производство – это целая культура: в ней сотрудники всегда ищут способы совершенствования самих себя и процессов, связанных с их непосредственными обязанностями. Его основная идея заключается в максимальном увеличении ценности для потребителя при минимизации потерь. Иными словами, бережливое производство означает создание большей ценности для клиентов при затрате меньшего количества ресурсов. Преимущество этой концепции заключается в том, что она направлена на устранение не приносящих прибыли или даже убыточных ресурсов, включая материалы, пространство, инструменты и рабочую силу.

В рамках концепции бережливого производства были выделены определённые методики, некоторые из которых сами претендуют на статус независимой производственной концепции:

• Кайдзен
• Система 5S
• Пока-ёкэ
• Быстрая переналадка
• Канбан
• Всеобщий уход за оборудованием
• Поток единичных изделий

Бережливое производство изначально было разработано для автомобильной промышленности, однако компании-производители авиакосмической отрасли обнаружили, что эти принципы также могут быть применены в этой высокоточной отрасли для существенного повышения эффективности производства.

Наша задача — выявить узкие места в производственной линии авиационной промышленности.

Основная цель данной статьи - предоставить базовую информацию о бережливом производстве, представить обзор производственных потерь и познакомить с инструментами и методами, которые используются для преобразования компании в высокоэффективное бережливое предприятие.

Цифровой двойник системы управления тормозными колесами

Гаврилов П.А.
МАИ, Москва

Данная работа описывает задачу по математическому моделированию торможения самолета на ВПП. В качестве исходных параметров задаются скоростные характеристики, весовые характеристики и параметры внешней среды. Эта задача необходима в рамках создания цифрового двойника самолета на посадке, в которой важную роль играет моделирование работы антиюзовой автоматики и переменных режимов системы управления тормозными колесами.

Для разработки цифрового двойника необходимы не только записи средств регистрации данных с летных испытаний, но и алгоритмы работы системы, позволяющие имитировать работы ее компонентов (в частности, работа датчиков колес, за счет информации с которых работает система антиюзовой автоматики).

На основе алгоритмов системы управления тормозными колесами была разработана программа в среде matlab simulink, позволяющая моделировать работу тормозной системы на посадке при различных внешних условиях.

Для верификации математической модели было осуществлено сравнение расчетных данных с данными реальных летных испытаний, что позволило оценить точность программных вычислений.

Программа позволяет проводить виртуальные испытания, взамен стендовых, что в свою очередь позволяет сократить издержки доработки летных образцов, сократить время летных испытаний, повысить безопасность полетов, достичь гибкости в разработке программных комплексов системы торможения. А также позволяет оперативнее вносить правки в алгоритмы торможения.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Н.А. Проектирование убирающихся шасси самолетов — М:Машиностроение, 1991 — 224 с.

Функциональное моделирование системы отбора воздуха пассажирского самолета

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

В конструкции современного пассажирского самолета существует целый ряд функциональных пневматических систем, которые обеспечивают комфортный и безопасный полет для человека: система кондиционирования, система нейтрального газа, противообледенительная система и т.д. Для нормальной работы всех этих систем нужен стабильный источник горячего и сжатого воздуха. В большинстве случаев, таким источником является компрессор турбореактивного двигателя самолета, а средством доставки воздуха до потребителей – система отбора.

Параметры воздуха, отбираемого от компрессора турбореактивного двигателя, в большей мере зависят от высоты, скорости полета и частоты вращения ротора. Например, при полете самолета давление воздуха в месте отбора может изменяться от 0.2…0.3 МПа до 1.5…2.0 МПа, что значительно затрудняет работу бортовых пневматических систем. Температура отбираемого воздуха также изменяется в широких пределах от 350 К до 900 К. Для устранения этих колебаний в системе отбора устанавливаются регуляторы избыточного давления и теплообменники назначение которых – поддерживать заданное давление и температуру для потребителей.

Функциональная увязка параметров отбора воздуха от компрессора турбореактивного двигателя и требований систем потребителей является достаточно сложной конструкторской задачей, требующей многостороннего подхода к проектированию системы отбора. Одним из инструментов поиска структурных решений и анализа функционирования системы может служить одномерное компьютерное моделирование.

В ходе работы была разработана математическая функциональная модель типовой конструкции системы отбора воздуха с помощью программного комплекса Simcenter Amesim. В модели рассматривается работа регуляторов высокого и низкого давления, регулятора температуры, регулятора расхода, воздухо-воздушного теплообменника в единой гидравлической сети системы отбора воздуха. Моделирование агрегатов и трубопроводов проводилось с помощью стандартных компонентов соответствующих библиотек Simcenter Amesim.

Для проведения оценки достоверности модели на ней были произведены симуляции некоторых режимов полета с целью определения параметров рабочего воздуха на выходе из системы отбора, и в ключевых точках схемы. Эти значения сравнивались с данными летных испытаний. Результаты, полученные при сравнении, использовались для доработки модели и включении её в состав комплексной модели системы кондиционирования.

Обобщённая модель взаимосвязи параметров, характеризующих состояние элементов системы кондиционирования воздуха ЛА

Диких Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бехтина Н.Б.
МГТУ ГА, Москва

Как известно, многопараметрическая оптимизация сложных систем сводится к отысканию некоторой выбранной функции цели, включающей функциональные параметры систем, при наложении на них ограничений в виде равенств и неравенств. При этом основная сложность состоит в выборе функции цели (критерия) в силу разнородности по своей природе параметров, характеризующих систему, что приводит к необходимости задачу оптимизации разбивать на ряд подзадач, для каждой из которых определяются наиболее существенные параметры и тем самым уменьшается размерность оптимизационного критерия.

Этот способ может быть использован и при разработке моделей СКВ, т.е. для каждой конкретной задачи, решаемой на этапах создания и эксплуатации ЛА, критерии оптимизации могут быть различными, однако при отыскании их максимальных (минимальных) значений должны соблюдаться одни и те же ограничения, накладываемые на значения параметров, входящих в эти критерии, что позволяет удовлетворять требования функциональной взаимосвязи между моделями.

С точки зрения существования ЛА основным ограничением, которое накладывается на любую систему, является недопустимость попадания в одну из особых ситуаций по вине системы с вероятностью больше заданной. Поэтому оно должно обязательно зависеть от того, какая из задач создания или эксплуатации системы решается, и выбора критериев оптимизации в этих случаях.

Взаимосвязь параметров, характеризующих состояния элементов системы, может быть выражена в терминах теории информации с использованием ее математического аппарата. В частности, оценивая информативную полноту параметров, характеризующих состояние элементов системы, можно рассмотреть взаимную информацию, используя байесовский метод.

При решении задачи – какие параметры элемента выбрать в качестве диагностических с тем, чтобы создать для них инструментальные средства измерения и контроля, теория информации ответа дать не может. Основная слабость состоит в том, что теория информации принимает во внимание только вероятность события, исключая из рассмотрения смысловой аспект, важность одних сообщений и второстепенность других. Игнорируется функциональная сторона каждого события, функциональная взаимосвязь сообщений, если под сообщением понимать диагностический признак.

Единственный путь для решения этой задачи – создание функциональной модели элемента с учетом процессов его старения. Возникающие при этом трудности весьма значительны, в том числе для агрегатов системы кондиционирования воздуха. Тем не менее в ряде случаев можно обойтись рассмотрением простейших моделей и получить количественный ответ на вопрос – какому из параметров отдать предпочтение при диагностике состояния элемента.

Задачи, решаемые на каждом из этапов жизни ЛА, отличаются друг от друга, все они должны быть объедены единой целью обеспечения безопасности полета ЛА и получения высоких технико-экономических характеристик.

В связи с этим основное требование к создаваемым математическим моделям СКВ должно состоять в их внутреннем единстве, позволяющем при решении каждой последующей задачи использовать результаты предыдущей и получая оптимальные значения искомых параметров.

Обобщённая модель взаимосвязи параметров, характеризующих состояние элементов гидросистемы ЛА

Клишин А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бехтина Н.Б.
МГТУ ГА, Москва

Сложность гидравлической системы, как и любой энергосистемы ЛА, в первую очередь зависит от количества обслуживаемых ею потребителей, функциональной значимости их по степени влияния на безопасность полетов ЛА, надежности изделий, входящих в состав ГС.

Создание гидромеханических систем современных самолетов требует разработки математических моделей, позволяющих выбрать оптимальную структуру системы и рациональные значения функциональных характеристик ее агрегатов. В процессе проектирования, дать достоверную оценку технического уровня и эффективности системы на этапе испытаний и первоначальной эксплуатации ЛА. Также определить наиболее приемлемые методы поддержания необходимого технического уровня ГМС в процессе эксплуатации ЛА.

При решении задач диагностики рассмотрение элементов системы сводится к построению некоторых эквивалентных им в логическом смысле математических моделей. Эквивалентность модели понимается в том смысле, что логическая модель воспроизводит закон функционирования реального дискретного устройства с точностью до числа входящих в это устройство элементов, входов, выходов, кодировки выходных и входных воздействий, внутренних воздействий, внутренних состояний и функциональных связей между ними в виде определённых математических соотношений. При макроподходе опускаются некоторые детали характеризующие устройство, такие, как конструкция, взаимное расположение и соединение элементов, физические параметры входных воздействий и выходных реакций и т.д.

В основе такого подхода лежит понятие цифрового автомата, который является формальной моделью различных дискретных устройств.

Цифровой автомат представляет собой дискретный объект, предназначенный для цифровой обработки информации, способный принимать различные состояния, переходить под воздействием выходных сигналов из одного состояния в другое и выдавать выходные сигналы.

Хотя задачи, решаемые на каждом из этапов жизни ЛА, отличаются друг от друга, все они должны быть объедены единой целью обеспечения безопасности полета ЛА и получения высоких технико-экономических характеристик.

В связи с этим основное требование к создаваемым математическим моделям ГМС должно состоять в их внутреннем единстве, позволяющем при решении каждой последующей задачи использовать результаты предыдущей и получая оптимальные значения искомых параметров.

Использование технологии дополненной реальности для оптимизации производственных сборок

Клыков П.П., Белевцов Д.А., Попов Н.Э.
Научный руководитель — Хван А.В.
МАИ, Москва

Современный мир находится в постоянном и непрерывном развитии. Различные промышленные структуры должны незамедлительно реагировать на изменения, чтобы оставаться конкурентоспособными и завоевывать все новые и новые рыночные позиции.

Существует много способов достижения этой цели, одной из них является совершенствование способов управления промышленностью не только на стратегическом уровне, но и своевременно адаптироваться к инновациям и технологическим достижениям, следую рыночным тенденциям.

В данной работе будет рассмотрено использование дополненной реальности (AR) на производстве. Эти технологии были хорошо изучены в последние 10 лет и теперь стало возможным их использование во многих областях промышленности.

AR – технологии позволяют обеспечить инновационным подход к разработке и обслуживанию производственной линии. Для работы с AR не потребуется наличие мощного оборудования, достаточно иметь смартфон, планшет или очки с видеокамерой со специальным программным обеспечением (ПО). Оператор направляет камеру на объект (узел, агрегат или изделие целиком), ПО считывает информацию по заранее заготовленному маркеру или анализирует форму объекта. В процессе распознавания программа подключается к трехмерному цифровому двойнику объекта, расположенному в облачном хранилище. Трехмерная цифровая модель создается с помощью оцифровки уже существующего элемента или с помощью автоматизированного проектирования на специальном ПО (CAD система). Цифровой двойник собирает ключевую информацию с облачного хранилища и загружает к пользователю напрямую. ПО позволяет масштабировать и достаточно точно размещать трехмерную модель на или вокруг объекта.

Результатом внедрения данной технологии станет повышение качества сборки как отдельных узлов и агрегатов, так и всего изделия в целом, снижение затрат на обучение персонала и уменьшение времени такта каждой операции.

Цель данной работы - представить основные преимущества использования дополненной реальности (AR) для моделирования производственных процессов на авиационном заводе и проанализировать использование AR-технологий оператором на этапе сборки изделия.

Реализация способа сокращения длины пробега самолёта в Matlab@Simulink

Минлибаев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Посадка самолета является самым напряженным и ответственным режимом полета и требует от летчика точных и своевременных действий. Для благополучного завершения полета от экипажа требуется точное выдерживание глиссады, поддержание установленных путевой и вертикальной скоростей, парирование возмущений от порывов ветра, при этом существуют внешние факторы, воздействие которых компенсировать экипажу не представляется возможным, например, состояние покрытия взлетно-посадочной полосы. Наличие на взлетно-посадочной полосе воды, снега и грязи ухудшает сцепление колес шасси с покрытием и, следовательно, снижается эффективность тормозов колес. Это может привести к выкатыванию самолета за пределы взлетно-посадочной полосы и возникновению авиационного происшествия.

Для решения задачи сокращения длины пробега самолета предлагается использование подвесной тормозной парашютной системы, которую предполагается монтировать на пилоны крыла в специальном контейнере. Работа данной системы заключается в создании большого лобового сопротивления, максимальное значение которого достигается путем подбора формы и площади купола. Сокращение длины пробега самолета определяется повышенным снижением скорости при выпуске тормозных парашютов. Разработка подвесной тормозной парашютной системы осуществляется в программном комплексе Matlab@Simulink. Использование геометрических, массовых, аэродинамических и инерционных параметров конкретного самолета позволит создать его имитационную модель и определить наиболее эффективную подвесную тормозную парашютную систему.

Для исследования были использованы характеристики современного маневренного боевого самолета. В ходе исследования было проведено имитационное моделирование пространственного движения самолета [1, 2], включающее серию реализаций полета, в рамках которого самолет осуществлял посадку на сухое бетонное покрытие с различной площадью купола тормозного парашюта Stp. Исследуемая тормозная парашютная система вступает в работу при скорости самолета равной 220 км/ч, а отключается при 100 км/ч, так как при меньших скоростях данная система малоэффективна.

В ходе моделирования длина пробега Lp изменялась следующим образом:

- Lp=670м, без тормозной парашютной системы;
- Lp=635м (сократилась на 35 метров), при Stp=1м2;
- Lp=593м (сократилась на 77 метров), при Stp=2м2;
- Lp=559м (сократилась на 111 метров), при Stp=3м2.

Таким образом, реализация предлагаемой подвесной тормозной парашютной системы позволит значительно сократить длину пробега самолета.

К вопросу использования цифровых технологий в управлении конфигурацией воздушного судна на этапе разработки и сертификации

Настас К.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Серебрянский С.А.
МАИ, Москва

Важнейшим и конкурентным подходом в создании и последующей эксплуатации авиационной техники (АТ) является переход управления конфигурацией летательного аппарата, управления жизненного цикла изделия (ЖЦИ) на цифровую обработку данных, ведение базы данных разработки изделия в цифровом формате, а также осуществление цифровой сертификации изделия. Сертификационные испытания, как этап ЖЦИ в конечном итоге может определять, будет проект приносящим доход или убыточным.

Система управления ЖЦИ это стратегия управления процессом разработки и дальнейшей эксплуатации изделия на всех этапах жизненного цикла. Она направлена, в первую очередь, на повышение конкурентоспособности и качества продукции за счет комплексного применения инженерных, управленческих и информационных технологий, обеспечивающего совместную работу участников проекта по реализации процессов ЖЦИ.

Передовые зарубежные авиакомпании активно используют проектные решения известных производителей программного продукта и оборудования в сфере управления конфигурацией. Например, европейский авиастроительный концерн Airbus, как и многие разработчики авиационной техники по всему миру успешно используют решения Siemens PLM Software.

Существенно ускоряет процесс верификации и сертификации применение интегрированных решений Siemens PLM Software. Так, с помощью Teamcenter Verification Management становится возможным интегрирование управления требованиями, конфигурациями и изменениями, данными расчетов и испытаний, и обеспечение гарантии прямой и обратной прослеживаемости выполнения всех требований и характеристик. Таким образом ошибки, связанные с человеческим фактором и необходимостью синхронизации результатов между разными отделами и соисполнителями, сводятся к минимуму. Благодаря Teamcenter актуальные данные доступны всем участникам процесса в любой момент времени.

Цифровой двойник изделия в информационном пространстве отображает работу физического объекта. Внедрение такой технологии способствует ускорению разработки новых изделий, уменьшает время на их испытание, сертификацию и ускоряет начало производства [1].

При проектировании и создании абсолютно нового самолета, полностью произведенного в Российской Федерации – «Суперджет» SSJ-100 успешно обеспечивался системный подход по внедрению цифровых технологий на всех этапах ЖЦИ.

Одним из главных проектов гражданской авиации России последних лет является создание среднемагистрального авиалайнера нового поколения МС-21-300. В настоящее время в рамках программы сертификации по российским и европейским нормам МС-21-300 проходит большой комплекс наземных, летных и стендовых испытаний. Программы разработки и сертификации полностью оцифрованы и интегрированы в процедуру управления ЖЦИ. Проект МС-21 является основой для создания единого цифрового пространства промышленности России, так как все виды документации (конструкторская, технологическая, эксплуатационная) выполнены в цифровом формате.

Эффективное управление данными программы МС-21 по разработке, производству и послепродажному сопровождению АТ обеспечивается решением следующих задач:

• Обеспечение разработки и реализации авиационной программы в рамках применяемых процессов ЖЦИ и используемых информационных систем;

• Осуществление информационной поддержки на всех этапах ЖЦИ;

• Обеспечение качества изделия на этапе создания и сборки;

• Обеспечение целостности, доступности, актуальности и преемственности данных об изделии по этапам ЖЦИ;

• Снижение трудоемкости (сроков) проектно-конструкторских работ и работ по запуску изделия в производство за счет применения современных методов разработки и управления проектными данными;

• Обеспечение информационного обмена между предприятиями проектной и производственной кооперации;

• Обеспечение долговременного хранения данных.

Современные подходы к созданию конкурентоспособной АТ предполагают объединение процессов создания (проектирования, изготовления, испытаний и сертификации) и обеспечения эксплуатации АТ в единую Программу ЖЦ образца изделия, нацеленную на достижение поставленных задач (государственных или коммерческих).

Управление ЖЦИ является частью такой программы и нацелено на поддержание при эксплуатации заданных значений таких ключевых свойств АТ, как технико-экономическая эффективность применения по назначению, надежность, стоимость ЖЦ [2]. Именно эти свойства и характеристики являются основным объектом управления в задачах управления ЖЦ АТ.

Список использованных источников:

1. Серебрянский С.А. Цифровой двойник в едином информационном пространстве жизненного цикла как инструмент обеспечения конкурентоспособности изделия авиационной техники / С.А. Серебрянский, Д.Ю. Стрелец, М.В. Шкурин // Автоматизация в промышленности 2021. №1. С. 20-26. DOI: 10.25728/avtprom.2021.01.03.

2. Цифровые технологии в жизненном цикле российской конкурентоспособной авиационной техники: Монография. / Под ред. М.А. Погосяна. – М.: Изд-во МАИ, 2020. – 448 с.: ил. ISBN 978-5-4316-0694-6.

Анализ и оптимизация жизненного цикла продукта на основе экологического, устойчивого и унифицированного подхода

Оскирко Л.А., Вруцкий Д.И.

Научный руководитель — Хван А.В.

МАИ, Москва

Текущие возможности большинства малых и средних предприятий в промышленности недостаточны для решения задач устойчивого роста со стороны клиентов, конкурентов или требований государственного законодательства в ближайшем будущем.Предлагается единый подход к повышению устойчивости продукта на основе Apecо, который позволяет проводить всесторонний анализ и оптимизацию жизненного цикла продукта. Новизна предлагаемого подхода - метод оптимизации развития, основанный на семантике, который является общей таблицей адаптации к любым вопросам устойчивости.

Отрасль сталкивается с серьезными проблемами в повышении инновационности и конкурентоспособности в отношении гибких конфигураций продуктов, удовлетворенности клиентов, реагирования на рынок и, в конечном итоге, рентабельности. Все чаще появляется все больше требований для разработки методов, структур, стандартных рекомендаций. Оптимизация дизайна продукта для удовлетворения проблем и требований наиболее экономически и технически эффективна на ранней стадии. Однако с использованием используемых в настоящее время технологий анализ и оптимизация жизненного цикла. Ранние этапы проектирования, как правило, являются очень сложными задачами, поскольку они включают сложный жизненный цикл, связанные с запасами, методами, вычислительными алгоритмами и интерпретацией результатов. Следовательно, анализ жизненного цикла в первую очередь используется для оценки производительности жизненного цикла, воздействия на окружающую среду для существующих продуктов. Технические соображения при разработке нового продукта на начальном этапе концептуального проектирования все еще не достижимы для широкого применения.

Внедрение технологии дополненной реальности в производственные процессы авиационного завода

Попов Н.Э., Клыков П.П., Белевцов Д.А.
Научный руководитель — Хван А.В.
МАИ, Москва

Цель работы: выводить интерактивные 3D руководства в зоне рабочего пространства работника.

В настоящее время в мире с постоянно растущей и развивающейся конкуренцией необходимо своевременно использовать самые передовые технологии, которые позволят повысить качество выполнения работ и конкурентоспособность.

В данной работе будет рассмотрена технология дополненной реальности (AR). AR - как инструмент визуализации информации может быть использована в авиационной промышленности на этапе сборочный работ, где в режиме реального времени рабочему будет доступна нужная информация для выполнения работ.

Технология дополненной реальности позволит выводить интерактивные 3D руководства в зоне рабочего пространства работника авиационного завода, что позволит осуществить постоянный контроль соответствия с 3D моделью, снизить время изготовления изделия, снижения доли человеческих ошибок и упрощение процесса обучения.

С помощью камера, видеоочков и дополненной реальности можно провести: контроль монтажей на панели ниши шасси, визуализацию контуров покраски на модель Су-57.

Для этого рабочему необходимо направить камеру на объект, программное обеспечение на основе алгоритма (с использованием координат рабочего и позиции изделия, алгоритм совместит контуры), которое при помощи маркеров (реперных точек) расположенных в двух-трех местах в плоскости изделия отцентрируют и наложат электронную модель (трехмерная цифровая модель цифрового двойника или дополнения к нему) на реальное изделие. Трехмерная модель создается заранее в система автоматизированного проектирования или оцифровывается в специальном программном обеспечении. Модели могут сменятся во время рендеринга.

Все данные об изделии для удобства хранятся в прикладном программном обеспечении для управления жизненным циклом продукции (PLM системе) — Teamcenter. Для того, чтобы перенести из PLM-системы 3D модель на экран рабочему используется специальный модуль, который загружает сам модели и упрощает их, чтобы уменьшить размер модели. Также для оптимального использования ресурсов устройства на экран рабочего отображается только то, что видит камера, т.е. только то, что необходимо рабочему в данный момент. Все компоненты имеют низкополигональное представление без видимых потерь качества.

Модель определения ошибки измерения истинной высоты

Предвечнов Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черепанов Д.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Корсаков

В наше время образовательный процесс невозможно представить без использования средств вычислительной техники, но порой возникает проблема нехватки различных программ и моделей, демонстрирующих работу тех или иных систем.

Высота полета – один из основных навигационных параметров. Он измеряется на всех этапах полета, начиная взлетом воздушного судна и заканчивая его посадкой. Истинная высота измеряется по вертикали от места расположения антенны радиовысотомера до ближайшей точки на земной поверхности. Точность измерения данного параметра особенно необходима при посадке или применении оружия. При посадке летательного аппарата высоту необходимо измерять с погрешностью, не превышающей долей метра. При выполнении бомбометания погрешность в измерении высоты должна быть меньше величины вероятного отклонения бомб от цели. Тогда ее влияние на точность бомбометания

будет пренебрежительно мала. Для современных условий это соответствует измерению высоты с ошибкой, не превышающей 0,2..0,25%. В ряде случаев требуется более высокая точность.

Истинную высоту на летательном аппарате определяют радиовысотомеры. И поскольку они используют сигнал, отраженный от протяженной статистически неровной поверхности, то в результате возникают специфические ошибки измерения высоты. Одними из таких ошибок являются флуктуационные ошибки.

Уровень флуктуационных ошибок определяется параметрами зондирующего сигнала, соотношением сигнал/шум, параметрами аппаратуры и шириной спектра флуктуаций входного сигнала. Ширина спектра флуктуаций зависит от статистических свойств поверхности, диаграммы направленности антенны, скорости движения летательного аппарата и параметров зондирующего сигнала.

В ходе работы была разработана модель определения флуктуационной ошибки измерения истинной высоты полета и производилось ее исследование. Модель флуктуационной ошибки исследовалась в пакете прикладных программ для решения задач технического вычисления MATLAB.

Задав в программе истинную высоту полета равную 1500 метров, моделировалась подстилающая поверхность в виде равнины с возвышенностями и гауссовым законом распределения неоднородностей. В ходе работы рассматривалась абсолютная ошибка, получаемая, как следует из теории измерений, как разность между истинным и измеренным значениями высоты. За измеренное значение принимались показания радиовысотомера, а за истинное – среднее арифметическое расстояний до каждого фацета подстилающей поверхности.

Оценка флуктуационной ошибки и ее учет в алгоритмах функционирования радиовысотомеров позволит повысить точность измерения высоты, что влечет за собой повышение вероятности поражения цели при применении оружия и облегчить посадку летательного аппарата по приборам.

Исследование влияния редуцированных кинетических механизмов на величину вредных выбросов камеры сгорания ГТУ

Старостин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чечет И.В.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

При проектировании горелочного устройства для газотурбинной установки неизбежно возникает задача оценки её газодинамической эффективности.Дороговизна изготовления прототипа и дальнейшее проведение экспериментов, невозможность проводить наблюдения для отдельных физических процессов и измерять характеристики внутри испытуемого изделия без вмешательства в рабочий процесс. Вышеописанное обуславливает необходимость проведения газодинамических расчетов, позволяющих анализировать и отслеживать обширный набор параметров, а также значительно снижать потребные затраты.

Исключение ошибки дискретизации расчетной области, а также выбор корректных подходов к решению позволяют повысить точность численного исследования В то же время, подробное сеточное разбиение и использование детальных расчетных механизмов и моделей требует значительных вычислительных мощностей, что может привести к частичному нивелированию экономических выгод конечно-элементных расчетов.

В данной работе была создана геометрическая модель расчётной области горелочного устройства малоэмиссионной камеры сгорания

наземной газотурбинной установки. Проведено исследование влияния сеточного разрешения характерных областей проточной части горелочного на изменение его пропускной способности, получены количественные и качественные параметры эпюр скоростей в контрольных сечениях. На основании полученных результатов сеточной сходимости выбраны оптимальные параметры конечно-элементной сетки с точки зрения

двух факторов: длительности расчета с одной стороны и ошибки дискретизации с другой. Для выбранного варината сетки проведено исследование влияния модели турбулентности различной детализации и ресурсоемкости на качественное и количественное распределение контролируемых физических величин — при неизменных моделях горения и механизме образования продуктов сгорания метано-воздушной смеси.

Проведено сравнение результатов расчета с экспериментальными данными: в ходе сопоставления сделан вывод об их качественном совпадении и удовлетворительной количественной ошибке. Сформированы рекомендации по выбору модели турбулентности, подхода к декомпозиции и дискретизации расчётной области для исследуемой модели горелочного устройства.

Рекомендательные системы в сервисах b2b

Тимофеева А.А.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва

Задача рекомендательной системы — автоматически рекомендовать пользователям наиболее подходящие им товары или услуги на основе данных. Такие системы часто можно встретить в различных сервисах b2c (для физических лиц): интернет-магазинах, таких как Amazon, онлайн кинотеатрах, например Netflix, и других сервисах, предоставляющих свои услуги через сеть Интернет. Но рекомендательные системы можно использовать и в сфере продажи товаров и услуг юридическим лицам (b2b) [1]. Так как лицо, пользующееся услугами различаются, отличается и его мотивация к их приобретению, соответственно методики продаж и алгоритмы рекомендаций будут также различаться.

Создание сервиса, отражающего предпочтения клиента, может помочь людям, занимающимся продажами в сервисах b2b. Очень часто они вручную собирают информацию о клиенте, выявляют его предпочтения и подбирают подходящие для него продукты. Это процесс можно автоматизировать, используя рекомендательную систему. Такой сервис будет автоматически собирать “портрет” клиента, основываясь на его истории покупок, особенностях самой компании и других данных, будет подбирать наиболее актуальные для него рекомендации.

Реализацию рекомендательной системы можно разделить на два основных шага: использование алгоритма машинного обучения, который будет рассчитывать степень предпочтения клиента к товарам, и ранжирование товаров по оценке предпочтений. Таким образом на выходе получатся списки рекомендованных товаров для клиента.

Подобная задача упоминается в статье [2], в которой описывается создание рекомендательной системы для облегчения работы администраторов b2b-сервисов с электронными продуктовыми каталогами и поддержание актуальной информации в базе данных товаров. Основной проблемой при решении, была сильная неоднородность данных. она проявлялась в том, что один и тот же товар в разных каталогах мог иметь различное обозначение, что значительно затрудняло работу с каталогами. Для решения этой проблемы в качестве основы для алгоритма ранжирования используются байесовские сети. В итоге получаются вероятностные оценки ранжирования для товаров в каталогах.

Также для создания рекомендаций можно использовать методы коллаборативной фильтрации[3]. Их можно разделить на 2 метода: основанный на сходстве пользователей (user based) и основанный на схожести товаров (item based). Эти методы помогают выявлять наиболее актуальные товары для пользователя, основываясь на его взаимодействии с ними. Так user based подбирает товары для клиента, исходя из того, что наиболее часто покупали похожие на него люди, а item based определяет рекомендации покупателя, исходя из того какие еще товары, которые рассматривал клиент, часто смотрелись вместе. Эти методы не дадут достаточно точных предсказаний для оценки предпочтения целой компании, но их можно использовать в качестве дополнительных признаков основного алгоритма обучения.

Задачу вычисления рекомендаций можно свести к задаче бинарной классификации. В таком случае, в качестве основного алгоритма, можно применять стандартные методы машинного обучения для задач классификации. Например методы основанные на деревьях [4] или методы основанные на градиентном бустинге [5]. Для решения можно комбинировать алгоритмы и использовать вместе, например как в статье [6], где используется как регрессионные модели так и методы сингулярного разложения. Также можно использовать нейронной сети с количеством выходов, равным количеством товаров, для которых строятся рекомендации [7]. Такой подход позволяет использовать одну модель для всех данных, вместо нескольких.

Выбор конкретного метода машинного обучения зависит от специфики имеющихся данных и бизнес-контекста.

Список использованных источников:

1. Холл Саймон B2B продажи. Как построить эффективную систему продвижения, БОМБОРА, 2020 г.

2. Taehee Lee, Jonghoon Chun, Junho Shim, Sang-goo Lee An Ontology-Based Product Recommender System for B2B Marketplaces, International Journal of Electronic Commerce, 2007, С. 125–155

3. Prem Melville, Vikas Sindhwani Recommender Systems, (eds) Encyclopedia of Machine Learning. Springer, 2017

4. Heng-Ru Zhang, Fan Min Three-way recommender systems based on random forests,School of Computer Science, Southwest Petroleum University, 2016

5. Yabin Shao, Chuanlong Wang HIBoosting: A Recommender System Based on a Gradient Boosting Machine, IEEE ACCESS, 2019

6. Simon Dooms, Toon De Pessemier, Luc Martens A User-centric Evaluation of Recommender Algorithms for an Event Recommendation System, iMinds, 2011

7. Shuai Zhang, Lina Yao, Aixin Sun,Yi Tay Deep Learning based Recommender System: A Survey and New Perspectives, ACM Computing Surveys, Article 1, 2018

Методика разработки умного цифрового двойника изделия, для послепродажного обслуживания авиационной техники

Шишкин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рахманов М.Л.

МАИ, Москва

На сегодняшний день одним из перспективных направлений развития является цифровизация как производства, так и изделий авиационной техники. В данном случае, цифровой двойник представляет собой виртуальный прототип изделия который используется для оценки и прогнозирования состояния на этапе жизненного цикла.

Чтобы обеспечить точное моделирование на протяжении всего жизненного цикла изделия или его производства, цифровые двойники используют данные с датчиков, установленных на физических объектах, чтобы фиксировать производительность объекта в реальном времени, условия работы и изменения с течением времени. Используя эти данные, цифровые двойники совершенствуются и постоянно обновляются в соответствии с изменениями физического аналога на протяжении жизненного цикла изделия. Таким образом, возникает замкнутая обратная связь в виртуальной среде, которая позволяет постоянно оптимизировать свои изделия, производство и повышать производительность с минимальными затратами.

В данной работе разработана математическая модель работы цифрового двойника в рамках жизненного цикла. Выстроена логистическая структура изделия. Проведен функциональный анализ.

Выполнен анализ моделирования работы виртуального прототипа на этапе послепродажная эксплуатация в различных ситуациях: стоянка на земле, переходный режим,

крейсерский полёт и имитация отказа одной подсистемы. По результатам анализа определены ключевые элементы изделий повлекшие за собой отказы.

Сравнив полученные результаты, можно сделать вывод, что в данном случае применение цифрового двойника позволяет выявить слабые зоны изделия и снизить издержки и возникновение отказов.

Результаты, представленные в данной работе, могут быть основой разработки умного цифрового двойника для перспективных образцов изделий

Секция №1.4 Беспилотные летательные аппараты

Эволюция конструктивно-технологического совершенствования беспилотных летательных аппаратов

Александров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.воен.н. Ларченков В.П.
МАИ, Москва

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА), реже БЛА; в разговорной речи также «беспилотник» или «дрон», от англ. drone – трутень) – летательный аппарат без экипажа на борту. Дистанционно пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА), – это боевые беспилотные самолеты (ББС), боевые самолеты – снаряды (БСС) боевые разведывательные самолеты (БРС), беспилотные разведывательные и ударные вертолеты (БРВ и УБВ), беспилотные аэростаты (БА), беспилотные управляемые бомбы (БУБ), которые пилотируются дистанционно оператором. БПЛА предназначенные для выполнения военных задач принято называть «дронами».

В настоящее время БПЛА занимают достойное место в производственных программах ведущих авиастроителей мира.

Эффективность способов ведения боевых действий определяется показателями качества средств поражения, разведки, связи и автоматизированных систем управления (АСУ).

Дефицит современных, перспективных, адекватных автоматизированных комплексов разведки, управления и связи (АКРУС), отвечающих необходимым конструктивно – техническим требованиям предъявляемые к ним снижают потенциальные возможности, бурно развивающихся средств воздушного нападения.

Одним из бурно прогрессирующих в последнее время и сверх перспективных направлений развития техники является проектирование и производство БПЛА.

Это обусловлено тем, что применение БПЛА и в военной области и в различных других сферах эффективно экономически и часто позволяет выполнить задачу лучше и быстрее, чем это было бы сделано с применением традиционной авиации, или других традиционных способов.

Разработка систем автоматизированного автономного управления боевых БПЛА в условиях реального времени

Амвросов В.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва

Актуальность темы связана с наступлением эры ИБПЛА – интеллектуальных «беспилотников», не только военных, но и гражданских и не исключено, что по прогнозам футурологов уже к 2050 г. пассажирские самолеты будут управляться не пилотами, а ИИ, исключающим т.н. «человеческий фактор»

Основной задачей в разработке автоматизированного автономного управления в условиях реального времени, является наделение БПЛА свойствами «думающего» механизма. Наиболее интересные практические разработки, наделяющие БПЛА функциями ИИ - сканирование и обнаружение других БПЛА, принятие решения об их уничтожении

и способность к организации групповых действий БПЛА, в т.ч. смешанная группировка пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов. Отличным примером служит открытая архитектура БРЭО в целом и системы управления вооружением в частности (в совокупности с несколькими асинхронными линиями обмена данными по защищённым радиоканалам связи и программно-аппаратными диагностическими надстройками) предоставила специалистам ОКБ Сухого (а также представителям ВКС России) массу критически важных параметров синхронизации и обмена данными между системами управления вооружением «Охотника-Б» и многофункционального истребителя 5-го

поколения Су-57. Су-57 выступает в качестве ведущего компонента в данном оперативно-тактическом тандеме. Очевидно, что последний также принимал участие в натурных испытаниях.

Речь идёт о значительном технологическом скачке, воплощенном «в железе» специалистами ОКБ Сухого.

В частности, координаты обнаруженных в боевых условиях бортовой АФАР-РЛС Н036 «Белка» или квантовым оптико-электронным прицельно-навигационным комплексом ОЛС-50М истребителя Су-57 воздушных целей могут быть переданы в систему управления вооружением (СУВ) ведомого «Охотника-Б» посредством специализированного «файла сопровождения», отправленного в зашифрованных (с помощью кода Рида-Соломона) пакетах данных бортовым комплексом связи С-111-Н

Беспилотный поливочный самолёт «GA Aircraft 20»

Брезгин Г.Д., Андреев П.С.
МАИ, Москва

В настоящее время особую популярность набирают беспилотные летальные аппараты (БПЛА). Они могут использоваться в опасных условиях, неприхотливы, просты в обслуживании. Одним словом, БПЛА способны решать самые разнообразные задачи, затруднительные для авиации общего назначения.

Львиную долю среди БПЛА составляют пожарные самолеты. Однако в ходе маркетингового анализа мы выяснили, что до сих пор большие сегменты рынка БПЛА остаются незанятыми. Это обусловлено относительной новизной применяемых технологий и малой вовлеченностью крупных авиастроительных корпораций в развитие беспилотной авиации.

Актуальность данной работы обусловлена отсутствием в мире БПЛА массой до 1000 кг, который бы мог брать воду на борт и использоваться в качестве пожарного самолета или поливочного под нужды сельского хозяйства. Таким образом, целью моей работы является создание БПЛА, способного занять свободный сегмент рынка поливочных самолетов массой до 1000 кг.

Гипотеза исследования: БПЛА будет наиболее эффективным средством решения задач орошения и борьбы с пожарами благодаря своим выдающимся летным характеристикам, неприхотливости и малой стоимости. Наша команда нацелилась на нижнюю часть ниши беспилотников до 1000 кг и разработала самолет массой 40 кг, который сможет брать до 20 кг воды на борт и летать с крейсерской скоростью до 150 км/ч.

Все стадии полета смогут выполняться в автоматическом режиме, включая взлет, посадку и выполнение полётного задания, благодаря наличию на борту современного полетного контролера ArduPilot APM 2.6 MEGA.

Самолет разработан исходя из соображений неприхотливости и простоты в эксплуатации. Благодаря теоремам, изложенным Чарльзом Грантом, в его труде «Аэродинамика модели самолета и теория полета»[2], данный самолет обладает исключительной устойчивостью, и способен самостоятельно вернуться в первоначальное положение после возмущения. Таким образом, пилотирование самолета в значительной степени облегчено, и с ним может справиться оператор без опыта управления БПЛА.

Кроме того, в самолете применена инновационная задняя центровка, при которой центр тяжести располагается за центром давления, и ГО наряду с крылом участвует в создании подъемной силы. Таким образом, помимо своих основной функции, самолет еще и является демонстратором передовых технологий в области аэродинамики и систем управления.

Самолет GA – 20 представляет собой одномоторный цельнодеревянный биплан с мотором воздушного охлаждения Turnigy 55cc. Бипланная схема обеспечивает высокие летные характеристики на скоростях около 100 км/ч. В купе с задней центровкой, данный БПЛА обладает очень низкой нагрузкой на крыло, что гарантирует превосходные характеристики на малых скоростях, а также обеспечивает отличную стабильность в полете.

Прототипами моего самолета послужили французский истребитель SPAD S.XIII и Российский самолет Поликарпов По-2.

К настоящему моменту командой осуществлены все необходимые расчеты, составлена таблица оптимальных скоростей полета для разных видов полезной нагрузки и конфигурации механизации. Кроме того, произведены экспериментальные продувки модели на разных режимах полета в программной среде Solid works. Павлом Андреевым создан полный комплект чертежей, полностью разработана конструкторская документация, и самолет передан в производство.

На 28 февраля 2021 года изготовлен фюзеляж, горизонтальное и вертикальное оперение, произведена навеска ДВС. Завершение изготовления летного образца и проведение летных испытаний запланировано на июль-август 2021 года. В будущем планируется дальнейшая модернизация самолёта и доведение полезной нагрузки до 100 кг.

По завершении создания самолёта командой делаются следующие выводы:

1) Данный самолет уверенно претендует на нишу поливочных беспилотников массой до 1000 кг, оставаясь единственным представителем в мире

2) Уникальные решения в области аэродинамики и систем управления значительно повышают эффективность использования данного самолета, а несложная конструкция и доступные материалы упрощают его изготовление.

Список использованных источников:

1. С. М. Егер, А. М. Матвиенко, И. А. Шаталов Основы Авиационной Техники, Москва, «Машиностроение», 2003 г

2. Grant C.H. Model Airplane Design and Theory of flight//Air Age Inc.551 Fifth Avenue New York – 1944

3. Lenon A. R/C Model Aircraft Design//Air Age Media Inc. – 2005

Автономный беспилотный комплекс по мониторингу акватории

Валиуллин Н.Д.

Научный руководитель — Гусев А.Л.

КНИТУ–КАИ, Казань

На сегодняшний день существует потребность применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) вертикального взлета и посадки с надводной платформы. Такая потребность описывается в [1]. Этот комплекс в значительной мере позволит сократить затраты человека-часов на мониторинг и охрану акваторий, а также позволит сократить затраты на содержание судов и их обеспечение. Такой комплекс позволит производить мониторинг акваторий в радиусе значительно большем, существующих БПЛА взлет, которых производится с берега и управление осуществляется оператором. Данный комплекс может найти широкое применение в гражданских и военных целях.

Так же известен патент [2], который создан для автоматизированного наблюдения за состоянием акватории с помощью без экипажных противолодочных катеров.

Целью данного исследования является создание комплекса, выполняющий мониторинговые задачи на больших расстояниях от берега.

Есть ряд основных проблем для создания данного комплекса:

• Процесс автоматической посадки БПЛА на платформу;

• Процесс автоматической зарядки БПЛА на платформе;

• Взаимное позиционирование БПЛА и платформы.

Процесс посадки БПЛА на платформу, в том числе и на подвижную. Одно из решений предлагается в патенте [3]. ООО «ЛЕ ТАЛО РОБОТИКС» предлагает для точной посадки БПЛА использовать последовательность кадров с оптической камеры, закодированную в битовый поток и содержащую данные об не менее одной оптической метке, расположенной в точке посадки.

Наиболее подходящий вариант зарядки БПЛА на платформе предложено в [4]. В статье предложено решение проблемы точного позиционирования БПЛА путем использования матрицы контактных площадок.

На данный момент в КНИТУ–КАИ ведутся работы по созданию программного обеспечения по взаимному определению местоположения БПЛА и подвижной платформы, когда платформа по средствам GPS/ГЛОНАСС определяет свое местоположение и по радиоканалу передает свои координаты.

Современный уровень развития техники, а также технологий, позволяет реализовать рассмотренный комплекс для применения в гражданских и военных целях.

Список использованных источников:

1. Шевченко О.Ю., Боричевский А.Б. Использование беспилотных летательных аппаратов для ведения мониторинга использования территорий [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-vedeniya-monitoringa-ispolzovaniya-territoriy/viewer, свободный. (Дата обращения 04.02.2021)

2. Белов Д.А., Зайченко Д.К., Пенкин А,А., Чуриков А.Б. Мобильная надводная роботизированная система для проведения операций по освещению обстановки и мониторингу состояния акватории. [Электронный ресурс] / Патент RU 2 639 000 C1, МПК B63G 7/00 (2006.01). Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2639000C1_20171219, свободный. (Дата обращения 10.02.2021)

3. Гамаюнов А. Р., Герасимов П. К., Егоров Д. А., Притоцкий Е. М., Ходак М. С. Способ точной посадки беспилотного летательного аппарата. [Электронный ресурс] / Патент RU 2 615 587 C9 МПК G05D 1/00(2006.01), B64C 39/00(2006.01). Режим доступа: ttps://yandex.ru/patents/doc/RU2615587C9_20170802, свободный. (Дата обращения 12.02.2021)

4. Ахмеров Ш.Р. Автоматическая система подзарядки электрических беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskaya-sistema-podzaryadki-elektricheskih-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-vertoletnogo-tipa/viewer, свободный. (Дата обращения 16.02.2021)

5.Трусфус М.В., Абдуллин И.Н., Алгоритм обнаружения маркерных изображений для вертикальной посадки беспилотного летательного аппарата, 12-й Всероссийский межотраслевой молодежный конкурс научно-технических работ и проектов в области авиационной и ракетно-космической техники и технологий «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики», Москва, МАИ, 23-27 ноября 2020. (Дата обращения 21.02.2021)

6.Федоренко Р.В., Абдуллин И.Н., Климчик А.С., Обзор БПЛА вертикального взлета и посадки длительного функционирования и формирование технических требований к БПЛА вертикального взлета и посадки, разрабатываемому в университете Иннополис, В сборнике: Труды Центра компетенций НТИ "Технологии компонентов робототехники и мехатроники". Сборник статей. Ижевск, 2019. С. 129-166. (Дата обращения 21.02.2021)

7.Трусфус М.В., Эминов Ф.И., Абдуллин И.Н., Обеспечение безопасной вертикальной посадки беспилотного летательного аппарата на основе маркерного изображения, «Безопасность космических полетов», Международный научно-практический симпозиум, Санкт Петербург, 8-9 октября, 2020. (Дата обращения 21.02.2021)

Сравнение тактико-технических характеристик БПЛА для патрулирования горных регионов

Васькова В.С.
Научный руководитель — Хорев Т.С.
МАИ, Москва

В работе представлено сравнение четырех видов БПЛА самолетного типа, предназначенных для исследовательских задач, аэрофотосъёмки, видеонаблюдения в реальном времени, мультиспектральной съёмки. Целью является оценка каждого из ЛА и выбор наиболее оптимального для создания карты местности горного региона, а также

поиска без вести пропавших людей. Задача заключается в использовании БПЛА в горных районах для патрулирования местности. За счет запуска БПЛА уменьшаются расходы на топливо и обслуживающий персонал, а также уничтожается ряд ошибок, связанных с человеческим фактором.

Для выполнения задачи для БПЛА должна быть обеспечена инфраструктура. Запуск можно осуществлять при помощи пусковой установки, со взлетной площадки или с рук. Наиболее важными параметрами будут скорость полета, продолжительность полета, вид запуска. Оставшиеся критерии требуются для ранжирования видов БПЛА и позволяют подобрать наиболее оптимальный ЛА. Требуемые характеристики БПЛА: скорость полета (65-120 км/ч), высота полета (150-3000 м), продолжительность полета (2,5 часа), удобство запуска устройства, устойчивость к внешним воздействиям ветра (допустимая скорость ветра до 15 м/с) и температуры (от -40 до +50 °С), массогабаритные характеристики (взлетная масса до 5 кг, масса полезной нагрузки не менее 0.8 кг, размах крыла и длина не более 2000 мм и 1300 мм).

В работе рассмотрены четыре вида ЛА различных фирм. Проанализировав каждый из них, можно сделать вывод, что наибольшими диапазоном скоростей (60-130 км/ч), диапазоном высот (100-5000 м), максимально допустимым ветром (до 20 м/с) и диапазоном рабочих температур (от -40°С до +50°С) обладает ZALA 421-10F, наибольшая продолжительность полета, наиболее оптимальные условия взлета/посадки и возможность поднять большую полезную нагрузку свойственны для БПЛА VZOR, дальность действия радиосвязи лучше всего у GEOSCAN LITE и АЛЬБАТРОС М1. Из перечисленных БПЛА для осуществления задачи подходит БПЛА VZOR, поскольку ЛА обладает высокими летно-техническими характеристиками – скоростью (65-120 км/ч), высотой полета (150-3000 м), продолжительностью полета (2,5 часа), для запуска не требуются дополнительные условия.

Были сформированы задача, выдвинуты критерии оценки, произведено сравнение БПЛА по оптимальным характеристикам. В дальнейшем планируется проработка алгоритма патрулирования горной местности.

Список использованных источников:

1. [Электронный ресурс] / сост. ООО Научно-производственное предприятие «Автономные аэрокосмические системы – ГеоСервис». – Режим доступа: https://uav-siberia.com/catalog/product/vzor/ – Дата обращения: 10.10.2020.

2. [Электронный ресурс] / сост. Компания ООО «Геоскан». – Режим доступа: https://www.geoscan.aero/ru/products/lite – Дата обращения: 10.10.2020.

3. [Электронный ресурс] / сост. Компания ООО «Альбатрос» – Режим доступа: http://alb.aero/catalog/albatros-m1.html – Дата обращения: 10.10.2020.

4. [Электронный ресурс] / сост. Группа компаний ZALA AERO АО «Концерн «Калашников». Режим доступа: https://zala-aero.com/production/bvs-zala-geo-agro/zala-421-10f/ – Дата обращения: 10.10.2020.

Оптимизация полёта беспилотного арктического дирижабля в зоне Северного полярного круга Земли

Гончаренко В.Н.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов В.В.

МАИ, Москва

Беспилотный арктический дирижабль, работающий на экологически чистом топливе – солнечных батареях, которые расположены внутри прозрачной оболочки, предназначен для мониторинга северных акваторий и территорий Российской Федерации, ледовой разведки, сопровождения навигации судов, ретрансляции, управления и связи с другими наземными, морскими и воздушными объектами и т.д.

Эксплуатация беспилотного арктического дирижабля будет осуществляться в период полярного дня с 21 марта по 23 сентября, что составит 180 суток непрерывного полета. В этот период времени солнце на северном полюсе не опускается ниже горизонта, что

позволит обеспечить постоянную освещенность солнечных батарей и соответственно постоянную выработку электроэнергии.

С целью осуществления быстрой и полной зарядки солнечных аккумуляторов необходимо оптимизировать траекторию полета беспилотного арктического дирижабля в зоне северного полярного круга Земли для наилучшего проникновения солнечных лучей в его оболочку.

В связи с этим необходимо изучить на высоте до 20 км в зоне Северного полярного круга Земли направление и скорость ветра в период полярного дня. Знание скорости и направления ветра в полярной зоне даст также возможность эффективно использовать энергию аккумуляторных батарей и меньше тратить её на стабилизацию дирижабля на высоте.

По результатам работы будут уточнены технические характеристики проекта (ТЗ) высотного полярного дирижабля, размеры и масса солнечных элементов, аккумуляторов, двигателей, управляющих и других элементов конструкции.

Построение унифицированной полунатурной модели фоноцелевой обстановки для пассивной радиолокационной системы дистанционного зондирования на основе анализа существующих полунатурных моделей

Горбунов С.А., Баранов А.М.
Научный руководитель — академик, д.т.н. Желтов С.Ю.
МАИ, Москва

В докладе произведен анализ существующих полунатурных моделей радиолокационных систем дистанционного зондирования (РЛ СДЗ) и рассмотрены вопросы построения унифицированной полунатурной модели фоноцелевой обстановки для пассивной РЛ СДЗ, исследованы вопросы оптимизации алгоритмического и программного обеспечения в интересах повышения их универсальности.

В настоящее время полунатурное моделирование (ПНМ) является важнейшим современным методом исследований бортовых комплексов управления (БКУ) перспективных беспилотных летательных аппаратов (БЛА). В качестве основных подсистем БКУ, в первую очередь подлежащих исследованию методом ПНМ, следует упомянуть инерциальную навигационную систему, систему управления (часто объединяемую с инерциальной навигационной системой в единый функциональный блок) и РЛ СДЗ. РЛ СДЗ является основным объектом исследования в рамках данного доклада.

Для обеспечения функционирования указанных выше подсистем требуется обеспечить подобие информации, воспринимаемой и собираемой участвующими в ПНМ подсистемами БКУ. Можно выделить три вида подобия такой информации: динамическое, кинематическое и информационное.

Динамическое подобие заключается в обеспечении соответствия углового движения датчиков в лабораторных условиях их движению при полёте БЛА. Кинематическое подобие заключается в обеспечении углового движения объекта относительно БЛА в лабораторных условиях таким же, как при полёте БЛА. Информационное подобие заключается в обеспечении идентичности потоков информации в бортовых вычислительное системах в лабораторных условиях аналогичным потокам при полете системы на борту БЛА.

Под термином «полунатурная модель» в общем случае будем понимать аппаратно-программную систему, предназначенную для воссоздания на КПМ процессов и явлений, имеющих место в ходе функционирования БЛА в реальных условиях. В частном случае для исследования функционирования РЛ СДЗ следует рассматривать полунатурную модель РЛ СДЗ. Информационное подобие в такой модели обеспечивается с помощью создания радиопространства в безэховой камере и создания имитатора цели, обеспечивающего радиоизлучение, имитирующее отраженный сигнал от цели или сигнал источника активных помех. Динамическое подобие обеспечивается установкой РЛ СДЗ на трехстепенной динамический стенд, имитирующий угловое движение БЛА в соответствии с моделью

пространственного управляемого движения БЛА. Кинематическое подобие обеспечивается установкой антенны, обеспечивающей информационное подобие, на стенд, реализующий перемещение антенны по одной из стен камеры вверх-вниз и влево-вправо.

В настоящее время наблюдается бурное развитие и заметное усложнение БКУ БЛА. Как следствие возрастает роль ПНМ, и наблюдается тенденция к тиражированию КПМ. В этих условиях требуется пересмотр элементов, составляющих полунатурную модель РЛ СДЗ. Пересмотра этих элементов требует алгоритмическое и программное обеспечение, т.к. проведенный анализ существующих полунатурных моделей позволяет выделить общие черты в различных КПМ и позволяет с меньшим трудозатратами, но с не менее высоким качеством строить полунатурные модели функционирования различных перспективных РЛ СДЗ. В данном докладе проведен анализ существующих полунатурных моделей функционирования РЛ СДЗ с учетом особенностей построения КПМ, особенностей функционирования РЛ СДЗ и разработана универсальная архитектура алгоритмического и программного обеспечение КПМ для отработки радиолокационных РЛ СДЗ.

Визуальная навигация беспилотных летательных аппаратов

Григоренко Н.С.
МАИ, Москва

Пилотажно-навигационный комплекс играет важную роль при выполнении полетов беспилотного летательного аппарата(БпЛА) Основными методами определения текущего местоположения беспилотного летательного аппарата (БпЛА) на сегодняшний день – это использование ГНСС и инерциальных систем. При выполнении длительного полета инерциальные системы имеют свойство накапливать ошибку, точность инерциальных систем без коррекции мала длительного полета БпЛА. Для выполнения качественного и длительного полета в условиях наличия неопределенного характера искажений сигналов глобальных спутниковых навигационных систем необходимы дополнительные системы навигации. Таким образом считается необходимым применение визуальной навигации с использованием оптико-электронных систем.

Визуальная навигация предназначена для обзора пространства и подстилающей поверхности в фиксированных направлениях, определения координат БпЛА в составе комплексна бортового оборудования (БО) БпЛА. Также может быть использована как вспомогательное средство определения текущего местоположения БпЛА в условиях недоступности информации СНС, на этапах полета по маршруту, захода на посадку.

Визуальная навигация может обеспечивать определение текущих координат БпЛА с применением загруженных карт, содержащие изображения подстилающей поверхности.

В навигационном решении при использовании комплексного подхода БпЛА с использованием системы визуализации может автоматически определять полосу и выдавать навигационные параметры БпЛА с отклонениями от ВПП и проводить корректировку навигационных параметров для выполнения полетного задания в режиме реального времени, используя эталонные данные, полученные в ходе обработки телеметрии.

Показатели определения полосы улучшаются при использовании комплексного подхода навигационного решения с использованием ОЭС при наличии камер с лучшими характеристиками и с вводом точных характеристик ВПП и внедрением алгоритма с использованием точности и целостности навигационного обеспечения БпЛА.

Беспилотный летательный аппарат вертикального взлета и посадки

Григорьев М.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Цель работы: анализ БПЛА с целью улучшения их конструкции и создание собственного ЛА, удовлетворяющего приведенным улучшениям.

Этот самолет относится к самолетам с вертикальной посадкой и взлетом, в частности к конструкции самолета в вертикальном положении во время посадки. Существуют

технические решения по конструкции ЛА, у которого корпус двигателя неуправляемый и к которому есть ярлык. Толщина стенок уменьшается к свободному концу, что обеспечивает дополнительную гибкость. В этом случае рама способна выдерживать нагрузки, вызванные как работой двигателя, так и ускорением при посадке.

Жесткое крепление облицовки с вентилятором относительно друг друга через каркас обеспечивает стабильность зазора между ними, что важно для постоянства воздушного потока и защиты от соприкосновения в условиях вибрации. Кольцевой обтекатель представляет собой обтекаемый, осесимметричный цилиндрический корпус, состоящий из внутреннего каркаса и внешних оболочек. В объеме кольцевого обтекателя размещаются топливные баки и вспомогательные узлы самолета. В нижней части кольцевого обтекателя симметрично оси расположены привод отклонения лопастей и четыре и более лопастей управления. Между вентилятором и управляющими лопастями имеется статор для компенсации крутящего момента вентилятора, который состоит из четырех или более неподвижных лопастей и центрального корпуса, который также поддерживает управляющие лопатки.

Беспилотный летательный аппарат может быть выполнен симметричным относительно вертикальной оси, проходящей через ось вентилятора, что позволяет улучшить его параметры при работе с нестабильными потоками воздуха в режиме полета. Летательный аппарат содержит опорную раму, к которой снизу жестко прикреплена кольцевая облицовка, а также двигатель с воздушным винтом в виде вентилятора, а по окружности рамы прикреплено шасси. Стойки гибкие, изготовлены из композитного материала и имеют разную толщину по длине стойки и уменьшаются к свободному концу каждой стойки. Такая конструкция позволяет обеспечить необходимую жесткость устройства и защитить узлы при посадке.

Сравнительный анализ проектов аэротакси применительно к использованию в городских агломерациях

Климова В.Н., Сосова Д.Д.
Научный руководитель — Калягин М.Ю.
МАИ, Москва

Проблема перегруженности автомобильных дорог остро стоит в реалиях современного мира. Теперь не только мегаполисы, но и малые населенные пункты страдают от пробок. Городской транспорт не справляется со своевременной перевозкой пассажиров. Чтобы разгрузить дороги, предлагается использовать воздушный транспорт – аэротакси.

В настоящее время существует более 50 проектов аэротакси, которые используют различные аэродинамические схемы, типы двигательных установок. Выделяют три основные схемы: мультикоптер, гибридная схема, конвертоплан. Эти схемы обладают различными лётно-техническими характеристиками, что обуславливает различную специфику их применения. В работе представлен сравнительный анализ летно-технических и удельных характеристик как проектов, так и отдельных агрегатов аэротакси в виде графических зависимостей: стартовая масса - масса полезной нагрузки, стартовая масса – мощность двигательной установки, удельная нагрузка на ометаемую площадь, удельная нагрузка на крыло. Проведен анализ характеристик традиционных схем (вертолет, самолет) со схемами аэротакси.

Приводятся результаты сравнительного анализа применимости различных аэродинамических схем для существующей маршрутной сети и инфраструктуры базирования в городах. Приведен технико-экономический анализ стоимости лётного часа аэротакси.

Показано, что существующие проекты аэротакси с электрическими силовыми установками и источниками питания – АКБ имеют ограниченные области применения и не обеспечивают движения по существующим маршрутным сетям. Однако применение

сдерживается не только низкими ЛТХ, но и отсутствием инфраструктуры и нормативной базы.

Список использованных источников:

1. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. / П.П. Афанасьев, И.С. Голубев, В.Н. Новиков, С.Г. Парафесь, М.Д. Пестов, И.К. Туркин / под редакцией И.С. Голубева и И.К. Туркина. – Изд. Второе, переработанное и дополненное. – М.: 2008. – 656 с.: ил.

2. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов: (дистанционно-пилотируемые летательные аппараты): учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Ракетостроение" направления подгот. "Ракетостроение и космонавтика" / [П. П. Афанасьев и др.]; под ред. И. С. Голубева и Ю. И. Янкевича. - Москва: Изд-во МАИ, 2006. - 524, [2] с.: ил., табл.; 20 см.; ISBN 5-7035-1626-9 (В пер.)

Анализ особенностей атмосферы Венеры при разработке беспилотного летательного аппарата легче воздуха

Комягин М.А., Повалихин А.И.

Филиал «Стрела» МАИ, Жуковский

Целью работы является анализ проблем, которые необходимо учитывать при проектировании дирижабля нежесткой конструкции в целях изучения Венерианской атмосферы. Венера является ближайшей к Земле планетой (расстояние варьируется от 38 до 261млн км), исследование которой спектроскопическими методами затрудненно наличием плотной атмосферы, а непосредственные исследования спускаемыми аппаратами – жесткими климатическими условиями: температура на поверхности превышает 450 °С при давлении 9,3 МПа.

Данная работа рассматривает применение дирижабля нежесткой конструкции в качестве аппарата научных исследований. Это решение обусловлено тем, что такому аппарату не требуется находиться на поверхности планеты, достаточно будет выдерживать определенную высоту в атмосфере. Предполагается, что информация, которая может быть получена с этого летательного аппарата, поможет исследователям в изучении парникового эффекта, эволюции жизни экзопланет, и критических климатических условий.

Основными внешними факторами, действующими на летательный аппарат в атмосфере Венеры, являются ураганный ветер (его скорость может достигать 300 м/с) и кислотная среда атмосферы. Попадание дирижабля в атмосферную неоднородность, помимо возникновения больших значений изгибающих моментов и перерезывающих сил, действующих на оболочку, может привести к потере управляемости. Особенно критична потеря вертикальной управляемости при попадании в мощный восходящий или нисходящий поток, поскольку температура низких слоев тропосферы, в зависимости от высоты, варьируется от 462 °С до 77 °С, а в более высоких слоях тропопаузы (на высоте 65 км днем и 90 км ночью) располагаются сернокислотные облака. Длительное пребывание аппарата в таких условиях может привести к его разрушению.

В целях противодействия атмосферным неоднородностям предлагается поддержание интервала высоты полета от 52 км до 65 км. Выбор этих значений обусловлен барометрической зависимостью распределения давления по высоте. При значении высоты 52 км (нижние слои тропопаузы) атмосферное давление составляет 99 кПа, что близко по значению к 1 Земной атмосфере, а средняя температура на этом интервале высот – около 75 °С. В этих условиях движение дирижабля может осуществляться, в основном, за счет обтекания продольным ветром, двигателями же будет проводиться только корректировка полета.

Вторым фактором внешней среды, как было отмечено выше, является высокая кислотность атмосферы. Вторым фактором внешней среды, как было отмечено выше, является высокая кислотность атмосферы. Серная кислота, содержащаяся в облаках, взаимодействует со многими материалами, ухудшая их оптическую прозрачность, что

критично при использовании солнечных батарей. Исходя из имеющихся данных было принято решение использовать в качестве защитной пленки FEP-тефлон. Защитная пленка из FEP-тефлона помимо того, что является легким и прочным материалом, также обладает невысоким значением снижения оптической прозрачности при взаимодействии с серной кислотой.

В качестве рабочего газа могут быть использованы водяной пар и гелий, в зависимости от предполагаемой продолжительности миссии и веса полезной нагрузки. Для более длительных миссий целесообразно использование гелия, а для более коротких – водяного пара. Есть два существенных недостатка гелия, как рабочего газа: необходимость транспортировки его в баллонах высокого давления (300 – 350 атмосфер) и дороговизна. Преимуществом заправки водяным паром является простота процесса: обычную воду можно транспортировать в баллоне низкого давления, в котором, за счет действия внешних температур, происходит переход из жидкой фазы в газообразную, не требуя при этом дополнительных затрат энергии.

Проведенное исследование способствует совершенствованию конструкции на этапе разработки летательного аппарата, что увеличивает его живучесть и надежность в экстремальных климатических условиях.

Список использованных источников:

1. Ю. В. Щербаков, Теория полета дирижаблей: Краткий курс. М.: Издательство ЛКИ, 2020 – 80 с.

2. Н. В. Лебедев, Кн. 1: Нежесткие, полужесткие и жесткие системы. М.: Издательство Москва – Ленинград, 1936. – 263 с.

3. А. Н. Кирилин Малоразмерные дирижабли. Конструкция и эксплуатация: Учебное пособие – М.: Издательство МАИ, 2003. – 116 с.

4. Образовательный проект «Alpha Centauri» [Электронный ресурс] / Доступ свободный, заглавие с экрана / URL: https://thealphacentauri.net/58119-ludei-na-veneru-havoc (Дата обращения: 10. 02. 2021)

Беспилотный СВВП для аэрофотосъемки и доставки

Кутафин А.А., Протопопов И.О.

МАИ, Москва

В настоящее время развитие беспилотных летательных аппаратов достигло такого уровня, что использование дронов стало доступным для большой части населения. Квадрокоптеры выполняют множество функций, начиная от детских игрушек, заканчивая поисково-спасательными операциями. Новые технологии позволяют с минимальными затратами создать платформу для решения множества повседневных задач, направленных на повышение качества жизни граждан и помощи оперативным службам.

Однако квадрокоптеры имеют свои недостатки. Например, квадрокоптеры с большой грузоподъёмностью и дальностью полета не могут обеспечить высокую скорость полета, необходимую для быстрого реагирования в экстренных ситуациях. Но у них есть большое преимущество- это вертикальный взлет. Способность взлетать с небольшой площадки может сыграть огромную роль для эксплуатации в условиях города и необорудованных площадок.

Рассматривая схему беспилотного самолета с вертикальным взлетом и посадкой мы можем решить одновременно проблему оперативности и применения в ограниченном пространстве. В связи с этим мы решили разработать проект самолета по схеме тандем, способного совершать автономный полет.

Данный аппарат способен нести подвесы с камерами различного назначения. Также, в зависимости от модификации может быть оборудован грузовой отсек фюзеляжа для размещения перевозимых объектов. Тандемная схема обеспечивает большую площадь крыла при меньшем размахе каждой консоли, что является плюсом для уменьшения его габаритов. Расположение двигателей, позаимствованное у квадрокоптеров позволяет повысить устойчивость на вертикальном режиме полета. Полетный контроллер и его программное обеспечение дает возможность совершать полет на всех этапах заданного маршрута, вести съемку, а также возвращаться на место старта при потере сигнала в автоматическом режиме.

Использование БПЛА в сельском хозяйстве

Мищук И.А., Нафиков И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Современное сельское хозяйство стремится к повышению эффективности и максимальной оптимизации. Площади посевных полей требуют постоянного контроля. Но зачастую с плоскости невозможно оценить весь масштаб ситуации на полях и вовремя принять меры. Поэтому для ускорения этого процесса необходимо использовать малую сельхоз авиацию (в России – самолеты типа АН-2), что достаточно дорого и зачастую не по карману малым сельхозпредприятиям. Поэтому во многих странах для контроля сельхозугодий применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), стоимость которых с экономической точки зрения во много раз дешевле любого пилотируемого летального аппарата.

Общая площадь посевных полей в Татарстане 3 млн. гектаров. Одна из основных проблем – нехватка сельскохозяйственной техники для их обслуживания. Фермеры, имеющие сравнительно небольшое хозяйство не в состоянии обзавестись всей необходимой техникой для обработки полей.

Применение беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве – это одно из наиболее экономически выгодных и эффективных направлений, решающих проблему планирования и контроля этапов выполнения сельскохозяйственного производства. БПЛА позволяют не только оперативно получать актуальную информацию о состоянии посевов, но и своевременно выявлять дефекты и их масштабы, а также выполнять функции посева, обработки и ухода за полями.

В рамках нашего проекта будет разработан БПЛА который будет иметь несколько сменных модулей для выполнения разных задач, среди них:

1. Анализ состояние почты
2. Посадка семян
3. Мониторинг состояния урожая
4. Обработка посевных полей
5. Создание электронных NDVI карт полей

Рассмотрим более подробно примеры работ:

Анализ состояния почвы. С помощью специально установленных камер на дроне фермеры могут получать информацию о свойствах почвенного покрова и уже на основе её выбирать наиболее подходящие для посадки участки.

Посадка семян. Наиболее новое направление в использовании беспилотников в качестве сельскохозяйственного оборудования. В настоящий момент этим занимается всего несколько стартапов в мире. С помощью отстрела специальной капсулы с дрона в землю попадают необходимые семена.

Мониторинг состояния урожая. Своевременное обнаружение проблем позволяет не допустить гибели посевов.

Обработка урожая. Еще одна потенциальная сфера применение БПЛА в сельском хозяйстве. С коптера можно равномерно опрыскивать урожай ядохимикатами и специальными удобрениями. Данный тип работ можно полностью автоматизировать благодаря беспилотным летательным аппаратам

Генерация NDVI карт. Сельхоз беспилотники могут создавать электронные трёхмерные карты посевных полей с помощью Normalized Difference Vegetation Index (нормализованный вегетационный индекс) Благодаря подобной системе упрощается контроль за посевными культурами. [1]

Упор именно на универсальность позволяет использовать одну и ту же платформу для широкого спектра работ и максимально удешевляет как производство, так и конечную стоимость продукта.

Общий план проекта по разработке БПЛА:

1. Обзор и расчёт средней площади полей в РТ
2. Расчёт потребного количества расходников на поле
3. Проектирование навесного оборудования
4. Подбор силовой установки
5. Расчёт и проектирование корпуса
6. Постройка прототипа ЛА
7. Испытание и доводка.

Список использованных источников:

1. iot.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/bpla-kak-osnova-zemledeliya-blizhayshego-budushchego – БПЛА как основа земледелия ближайшего будущего– (Дата обращения: 10.02.2021).

Анализ развития комплексов бортового оборудования беспилотных летательных аппаратов и разработка ИМА-2 для беспилотных летательных аппаратов

Нечаев Р.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва

Беспилотные летательные аппараты в современном мире выполняют как гражданские функции, так и функции двойного назначения. Применение беспилотных летательных аппаратов в таких сферах как строительство, связь, экологический мониторинг и безопасность уже вышло за рамки экспериментов и является повседневностью. С каждым днем перечень задач, выполнение которых требуется от беспилотных летательных аппаратов, пополняется новыми, несвязным с другими, задачами.

Развитие авионики беспилотных летательных аппаратов повторяет историю развития комплексов бортового оборудования. По современным меркам, достаточно продолжительное время авионика беспилотных летательных аппаратов строилась по независимой архитектуре. При этом часто системы имели не только различные информационные пространства, но и собственные системы питания.

Дальнейшее развитие систем включало в себя работу с датчиками и системами контроля полета. На борту также присутствовали отдельные системы, не связанные с информационным полем аппарата, но на борту уже присутствовали шины обмена данных CAN. Это позволило увеличивать количественные характеристика аппарата, что сказывалось на качестве полета. Данная архитектура по своей сути повторяет развитие федеративной архитектуры авионики, но не позволяло создать единую вычислительную систему в достаточно ограниченном массогабаритном объеме беспилотного летательного аппарата.

Для решения задачи объединения всех систем в единое информационное поле, компании производители стали выпускать собственное оборудование для включения его на борт, без возможности модернизации, а также игнорируя унификацию систем с другими производителями. В связи с этим разрабатывается универсальная модульная система управления беспилотными летательными аппаратами, основанной на ведущих принципах современной авионики – Интегрированной модульной авионики. Основным направлением для создания концепций универсальной модульной системы является интеграция основополагающих идеологий и протоколов с поправкой на работу беспилотных аппаратов.

Таким образом разрабатываемая система включает в себя принципы ARINC653, гарантирующие, что встроенные программы соблюдают предсказуемую политику, применяемую в операционной системе, а также принципы ARINC664, которые гарантируют, что несколько взаимосвязанных систем эффективно совместно используют сеть. Стандарт ARINC 664.7 определяет спецификацию протокола и электрических соединений для информационных сетей, используемых в авионике. Выделение полос пропускания трафика для каждого маршрута, согласно данному стандарту, в разрабатываемой системе

осуществляется путем суммирования сигналов различных длин волн в единый информационный поток в одномодовой оптоволоконной шине данных. Соединяя модули через связку оптических мультиплексоров и демультиплексоров возможно добиться высокой надежность в случае отказа блоков систем, максимальную расширяемость, а также объединение в одно информационное поле всех блоков, а также устройств, подключенных к блокам.

Исходя из этого разрабатываемая система является концептом интегрированной модульной авионики для беспилотных летательных аппаратов.

Принимая во внимание данную концепцию, возможно создать расширяемую систему, отвечающую не только за управление беспилотным летательным аппаратом, но и за все бортовое оборудование. Таким образом главными задачами при разработки многофункционального беспилотного летательного аппарата являются: совместимость устанавливаемого оборудования, либо возможность интеграции оборудования в информационное поле бесплотного летательного аппарата, а также обработка получаемой информации программными средствами.

Перспективы использования оптических газовых сенсоров для экологического мониторинга посредством беспилотного летательного аппарата

Нечаева А.М.

МАИ, Москва

Существующие на сегодняшний день модели беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА), используемые в нефтегазовом секторе, представляют собой не просто летательные аппараты, а целый комплексы, оснащённые различными видами датчиков, которые позволяют выполнять широкий спектр задач, в том числе экологический мониторинг. Еще в 2006 году США выдали компании BP разрешение на применение БПЛА при работе на нефтяных месторождениях Аляски, после последовали Shell, которая использовала БПЛА для мониторинга оборудования газового терминала в Бактоне. ExxonMobil задействовала БПЛА для проверки резервуаров нефтеперерабатывающего завода на юге Англии.

Сегодня в России активно развиваются технологии экологического мониторинга с применением беспилотных летательных аппаратов на предприятиях нефтегазовой промышленности.

Для развития и улучшения работы системы мониторинга окружающей среды посредством БПЛА требуется решение следующих задач:

• Минимизация потерь при передаче информации с сенсоров;

• Обеспечение возможности работ в широком диапазоне концентраций;

• Повышение надежности БПЛА, оснащенного комплексом для экологического мониторинга, а именно, способность выполнять заданные функции в любых условиях.

Решением данных задач, может послужить использование оптических газовых сенсоров на борту БПЛА. Оптические сенсоры популярны для определения величины концентрации таких газов, как метан (CH4), пропан (C3H8) и углекислый газ (CO2).

Сегодня производством оптических датчиков для анализа газов занимаются, как отечественные, так и зарубежные компании. Многие компании преуспевают в повышении надежности и миниатюризации производимых датчиков. Так датчик Mipex-03 от одноименной компании Mipex является неплохим решением для проектов использования оптических газовых сенсоров для экологического мониторинга с использованием БПЛА.

Современные оптические сенсоры определения газов отличаются устойчивостью к отравлению и загрязнениям, это позволяет использовать их в неблагоприятных условиях без потери работоспособности, что нельзя сказать о термокаталитических сенсорах, выходящих из строя при высоких концентрациях углеводорода. Использование и дальнейшее изучение

влияния внешних факторов на работу оптических газовых сенсоров, способствует решению задачи повышения надежности системы мониторинга.

Оптические газовые сенсоры также отличаются стабильность определения параметров, устойчивы к вибрации и помехам, имеют быстрый отклик. Отчасти это связано с простотой физического процесса, лежащего в основе технологии, применяемой в оптических сенсорах: поглощение инфракрасного излучения.

Несмотря на ряд плюсов, оптические газовые датчики уступаю электрохимическим и термокаталитическим сенсорам по части работы с различными концентрациями веществ. У оптических датчиков отсутствует возможность детектировать, например, водород, это связано с тем, что данный газ не поглощает ИК-излучения.

Очевидно, если принять во внимание окружающие условия и преимущества тех или иных типов датчиков, можно сделать вывод: оптические газовые сенсоры имеют хорошие перспективы применения в экологическом мониторинге посредством БПЛА на сегодняшний день.

Разработка БПЛА для полета в замкнутом объеме сложной конфигурации

Никулин И.И., Логазяк М.Ю., Дзагуров Г.О.
Научный руководитель — Чириков С.А.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Целью проекта является разработка беспилотного летательного аппарата, летающего в замкнутом объеме сложной конфигурации при наличии большого количества препятствий. Разрабатываемый летательный аппарат будет наиболее стабильным, маневренным и скоростным в замкнутых пространствах по сравнению с квадрокоптерами. Данный аппарат будет являться универсальной платформой для разведки и мониторинга

За основу проектируемого аппарата взят дисколет инженера Смирнова. Он состоит из полусферы, обтекателя, компрессора, подающего воздух по трубкам в канал между полусферой и обтекателем, полезной нагрузки, совмещенной с компрессором и системой управления. размещенной в основании. Подъемная сила у аппарата образуется за счет обтекания полусферы, имеющей профиль в виде крыла, потоком, образованным компрессором. Направление потока регулируется с помощью верхнего обтекателя.

В конструкцию были внесены существенные изменения: увеличен размер верхнего обтекателя, компрессор установлен в основании полусферы с целью создания ламинарного потока, обтекающего профиль. Для компенсации момента вращения аппарата от компрессора используется второй винт, являющийся частью преднасоса для повышения давления в канале, а также подшипник, на который устанавливается двигатель компрессора. Компрессор также является гиродином, с помощью которого можно задать на старте положение аппарата во время полета.

Управление аппаратом по высоте происходит с помощью регулирования угловой скорости компрессора, по крену- отклонением по оси прецессии с помощью открытия одного из 4 клапанов, расположенных на обтекателе, тем самым, повышая давление на верхней кромке крыла одного из 4 секторов, создавая при этом момент отклонения. После окончания перемещения аппарат за счет гиродина стабилизируется в исходном положении

Обтекатель и полусферу планируется изготовить с применением композитных материалов, а лопаточные механизмы- аддитивными методами. Состав электроники: контроллер, плата разводки, аккумулятор, 2 бесколлекторных мотора, GPS+компас, 2 регулятора скорости, пульт управления. Управление происходит по радиоканалу оператором, взлет осуществляется с любой плоской поверхности или с рук. За счет гиродина можно точно определить положение аппарата в любой момент времени.

Для удобства испытаний взят аппарат с габаритными размерами: внешний диаметр 40 см, высота 35 см. В ходе продувки аппарата подъемная сила составила 22 Н при весе 700 г, что доказывает его работоспособность. В дальнейшем планируется создание испытательного стенда для сравнения полученных теоретических результатов с реальными

Буксируемая универсальная надводная платформа для базирования беспилотного летательного аппарата и автономного необитаемого подводного аппарата

Перепелкин Д.А.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ–КАИ, Казань

Использование буксируемой универсальной надводной платформы для базирования совместного беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА) актуально для решения таких задач, как поиск, спасение, мониторинг окружающей и подводной среды в районе акваторий, удаленных от береговых линий на значительное расстояние, при этом такие комплексы имеют ряд преимуществ, а именно:

• Для доставки БПЛА и АНПА к месту проведения работ не требуется оборудовать судно специальными устройствами, необходимыми для спуска и подъема АНПА, обеспечения взлета и посадки БПЛА;

• Снижаются затраты на поддержание работы судна-носителя;

• Снижаются риски повреждения АНПА при ударе о борт судна, в результате качки на волнении в процессе его спуска и подъема, и т.п.

Создание и применение таких платформ связано с решением задач, направленных на реализацию как самостоятельной работы БПЛА, АНПА и платформы, так и их совместной работы.

Доставка платформы в акваторию осуществляется ее буксировкой судном. В районе проведения работ передвижение платформы происходит автоматизировано по заранее заложенным координатам.

Для позиционирования платформы должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие ее удержание в районе проведения работ. Это могут быть различные якорные устройства, системы динамического поддержания и т.п. Применение систем динамического поддержания было предложено разработчиками глубоководного аппарата «Моби Дик» [1]. Оснащенная источником питания (генератором), лебедкой с кабелем управления, средствами связи и подруливающими двигателями, платформа, ориентируясь по координатам GPS, будет оставаться на месте. Недостатком предложенного решения является применение его для телеуправляемого подводного аппарата, что подразумевает наличие кабеля управления, в значительной степени повышая стоимость разработки, и непосредственное присутствие оператора вблизи платформы.

Наиболее острыми являются проблемы посадки БПЛА на платформу и стыковка АНПА с платформой.

Одно из решений предлагается в патенте [2]. Предполагается, что бортовой компьютер БПЛА при помощи алгоритмов компьютерного зрения обрабатывает временную последовательность кадров, получаемую с оптической камеры, установленной на БПЛА, и содержащую данные, по меньшей мере, об одной оптической метке, расположенной в точке посадки БПЛА

В работе [3] показана трехуровневая структурная схема системы управления малым БПЛА и выбраны алгоритмы компьютерного зрения для автоматической посадки БПЛА.

Также, в работе [4] предлагается метод, позволяющий обеспечить приведение АНПА к донному причальному устройству с произвольных направлений пространства в горизонтальной плоскости, зарядку аккумуляторных батарей и информационный обмен АНПА с пунктом управления.

По результатам исследования можно сделать вывод, что буксируемая универсальная надводная платформа, предназначенная для совместного базирования БПЛА и АНПА, может быть реализована. Предложенные способы решения изложенных проблем требуют дальнейшего изучения, что позволит разработать технические решения для обеспечения работы данного комплекса.

Список использованных источников:

1. «Подводные беспилотники предложили запускать с динамически позиционируемой платформы» // flotprom.ru. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://flotprom.ru/2018/293173/, свободный. (Дата обращения: 3.02.2021)

2. Гамаюнов А. Р., Герасимов П.К., Егоров Д.А., Притоцкий Е.М., Ходак М.С. Способ точной посадки беспилотного летательного аппарата. [Электронный ресурс] / Патент RU 2 615 587 C9, МПК G05D 1/00 (2006.01), B64C 39/00 (2006.01). – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2615587C9_20170802, свободный. (Дата обращения: 12.02.2021).

3. Косова А.Е., Кориков А.М. Автоматическая посадка малых беспилотных летательных аппаратов с использованием компьютерного зрения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskaya-posadka-malyh-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-s-ispolzovaniem-kompyuternogo-zreniya/viewer, свободный. (Дата обращения: 16.02.2021).

4. Колесников М.П., Мартынова Л.А., Пашкевич И.В., Шелест П.С. Метод позиционирования автономного необитаемого подводного аппарата в процессе приведения к причальному устройству. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/metod-pozitsionirovaniya-avtonomnogo-neobitaemogo-podvodnogo-apparata-v-protsesse-privedeniya-k-prichalnomu-ustroystvu/viewer, свободный. (Дата обращения: 19.02.2021).

5. Трусфус М.В., Абдуллин И.Н., Алгоритм обнаружения маркерных изображений для вертикальной посадки беспилотного летательного аппарата, 12-й Всероссийский межотраслевой молодежный конкурс научно-технических работ и проектов в области авиационной и ракетно-космической техники и технологий «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики», Москва, МАИ, 23-27 ноября 2020. (Дата обращения: 21.02.2021)

Беспилотные летательные аппараты как бесконтактная доставка

Петров И.А., Шмыров И.Б.

Научный руководитель — Гусев А.Л.

КНИТУ–КАИ, Казань

История создания и разработки беспилотных летательных аппаратов типа «Квадрокоптер» уходит в первую половину 20 векаГеоргий Александрович Ботезат – человек который придумал квадрон, был гражданином США, но родом из России, изобретателем, естествоиспытателем и профессором Петроградского института высоких технологий. Разработки первого в мире квадрона под его началом велись при финансовой поддержке армии США. Военным требовался летательный аппарат, который сможет производить вертикальные взлеты и посадки. Со временем проект был прикрыт из-за определенных технических трудностей.

Основная проблема упиралась в обязательном наличии попутного ветра для полетов [2]. Ученый так и не успел довести разработку и оптимизацию схемы вращения двигателей до конца. На сегодняшний день известно множество реализаций БПЛА с четырьмя винтами, которые служат нам в большей степени как развлечение. Но есть и другие задачи, которые люди ставят перед ними, такие как охрана границы страны, разведка и многое другое. Уже совсем недавно человек задумался о использовании дронов в качестве доставки не больших грузов на небольшие расстояния, например в пределах определенного города. Но перед реализацией этой идеи стоит множество проблем, которые можно рассмотреть на примере:

В уже далеком октябре 2014 года Мировой судья сыктывкарского судебного участка постановил привлечь к административной ответственности руководителя компании «Коптер Экспресс», организовавшей первую коммерческую доставку пиццы дронами для «Додо Пиццы» в июне. Об этом сообщает руководитель «Коптер Экспресс» Олег Понфилёнок и как уже известно данный случай был обжалован [3].

И это далеко не единичный случай, когда дронов хотели применить в доставке. Огромное количество случаев когда люди получали штраф за несанкционированный полет дронов. Исходя из выводов прокуратуры, движение дрона на высоте более 25 метров «создавало угрозу безопасности движения воздушных судов, могло привести к причинению вреда здоровью и имуществу гражданских [4].

Рассмотрев даже несколько нюансов в реализации такой идеи, можно сказать, что для этого необходимо создание полностью автономной системы, которая бы контролировала полеты дронов по адресам, создать строго определенный маршрут до конечного пункта. Это все равно, что сравнить работу диспетчера самолетов. Также необходимо предусмотреть что дроны будут программироваться так что они смогут летать только на определенной высоте или выставить некий предел [5,6].

Таким образом, шансы у летающей доставки есть, но надо ли? Разве что иногда, например, как доставка еды во время пандемии. Или ради хайпа, как это было в случае с "Додо пиццей". В остальном неоправданно большие риски, дроны не смогут поднять очень польшой вес и неудобство начиная с оформления заказа и заканчивая обстановкой на улицах. Теперь я понимаю почему на улицах ежедневно вижу курьеров на велосипедах, мопедах, самокатах, автомобилях –это слишком дорого в организации и обслуживании. Квадрокоптеры пока им не конкуренты. Но может уже в недалеком будущем мы увидим над своими головами дрон, который доставляет заказ человеку.

Список использованных источников:

1. Шмыров И.Б., Петров И.А.ВОЗМОЖНОСТИ ИНЖЕНЕРНОГО МЕТОДА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МОДЕРНИЗАЦИИ НЕОБИТАЕМОЙ ГЛУБОКОВОДНОЙ БУКСИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ "АБИСАЛЬ 3" В сборнике: XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых). Материалы Международной молодёжной научной конференции. В 6-ти томах. 2019. С. 408-411.

2. Нюансы бесконтактной доставки квадрокоптерами | ASP-NEWS | Яндекс Дзен (yandex.ru)

3. Как Amazon интегрировала в цепочку доставки квадрокоптеры (quadrone.ru).

4. Гурьянов А.Е.- Моделирование управления квадракоптером. – Инженерный вестник, №08, август 2014

5. Шмыров И.Б., Петров И.А.ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ОБЩЕСТВА. В сборнике: XXIV ТУПОЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ (школа молодых ученых) материалы Международной молодёжной научной конференции: в 6 т.. Министерство науки и высшего образования РФ; Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ). 2019. С. 125-128.

6. Гэн К., Чулин Н.А. – Алгоритмы стабилизации для автоматического управления траекторным движением квадрокоптера. – Наука и образование, №05, май 2015

Практическая разработка квадрокоптера и его программного обеспечения

Прохоров Д.Л., Сертаков В.В.

МАИ, Москва

Беспилотные летательные аппараты с начала воздушной эры интересовали авиаконструкторов. Препятствий к осуществлению подобных устройств множество, если воздушным судном управляет опытный пилот, он может без проблем учитывать большинство факторов, влияющих на управление полётом. В случае с БПЛА нам нужен был такой же лётчик, способный управлять множеством сложных параметров. Решение оказалось достаточно простым - ПИД регулирование. С появлением возможности грамотно маневрировать в небе, прогресс в создании беспилотников являлся лишь вопросом времени, оставалось только создать необходимые датчики и написать программное обеспечение.

В рамках проекта был произведен обзор типичных конструкций квадрокоптеров, были изучены датчики и бортовая электроника, был осуществлён подбор параметров и

характеристик под разрабатываемые запросы. В результате исследований был создан опытный летающий образец. Данный аппарат представляет собой классический квадрокоптер, состоящий из следующих основных компонентов: рама, АКБ, вычислительный блок Arduino Due, датчики ориентации, радиомодули и регуляторы оборотов двигателей. Разработка программного обеспечения осуществлялась самостоятельно в полном объёме. Основой прошивки являются бесконечно зацикленные две функции: первое, это получение и обработка команд с пульта управления, второе, выполнение задач для обеспечения контролируемого полета устройства.

Для обеспечения контролируемого полета БПЛА используются три пропорционально-интегрально-дифференцирующих ПИД-регулятора по крену, тангажу и рысканью. Определение углов ориентации производится при помощи кватерниона, вычисляемого фильтром Маджвика, откуда различными математическими формулами происходит нахождение углов ориентации [1]. Принцип работы каждого регулятора заключается в вычислении управляющего воздействия на двигатели летающего аппарата при помощи формулы, в которой используется три коэффициента P, I, D и вычисленная ошибка, то есть разница между желаемым значением угла и реальным. Например, если указать желаемыми значениями крена и тангажа ноль градусов, то ПИД-регуляторы крена и тангажа будут выдавать такое управляющее воздействия на двигатели, чтобы удерживать реальные значения параметров около нуля [2]. Таким образом, квадрокоптер не будет двигаться в пространстве, разве только от внешних воздействий, ошибок показаний датчиков и т. д. Аналогично, для приведения его в движение надо изменять желаемые значения на отличные от нуля.

Барометр, в свою очередь, служит для регулирования вертикальной оси. При включении датчика происходит измерение давления и данное значение принимается за отправную точку. При включении ПИД-высоты, с помощью бараметрической формулы, происходит вычисление текущего положения при последующем измерении давления. Далее, возможно изменять реальное значение высоты на желаемое. ПИД-высоты вычислит управляющее воздействие на все двигатели.

Для полёта в режиме GPS, БПЛА получает данные с модуля NEO-6M в формате NMEA 0183, выполняет парсинг и задаёт в ПИД-регуляторы широты и долготы их реальные значения. Для удержания желаемой позиции в пространстве необходимо задать желаемые значения, после ПИД-регуляторы при изменении положения квадрокоптера в пространстве относительно желаемого местоположения выдадут управляющие воздействие. Выполнится их обработка, учитывая курс БПЛА, и данные отправляются на ПИД-регуляторы по крену и тангажу, которые в свою очередь и выполнят перемещение летательного аппарата в необходимую позицию [3].

Для обеспечения нормального функционирования датчиков предусмотрены функции автоматической и полуавтоматической калибровки, имеется возможность тестирования оборудования. Для программирования вычислительного блока использовался язык C++ в среде разработки Arduino [4]. Для управления квадрокоптером используется пульт управления, оформленный в виде опытного стенда со смонтированным на нем оборудованием. Вычислительным блоком пульта является обычный ноутбук с полётной программой управления, написанной полностью самостоятельно на языке C# [5].

В результате практических испытаний и теоретических исследований, был создан полностью функционирующий образец квадрокоптера на оригинальной прошивке. Будущие развитие данного устройства предполагает отработку коэффициентов для более плавного полёта, ввод в эксплуатацию новых программных решений для расширения функционала, полностью автоматический запуск и калибровку всех систем бортовой аппаратуры для моментального старта устройства.

Список использованных источников:

1. Sebastian O. H. Madgwick, An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays, 2010.
2. Денисенко В. В. ПИД-регуляторы: вопросы реализации, 2007.
3. National Marine Electronics Association, NMEA 0183, 1983.
4. Лафоре Р., Объектно-ориентированное программирование в C++, 4-е издание, 2004.
5. Албахари Бен, Албахари Джозеф, C# 7.0 Справочник. Полное описание языка, 2018.

Военный беспилотный двухфюзеляжный экраноплан

Смолин И.В.
МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Челябинск

Экраноплан — машина способная развивать высокую (самолётную) скорость и возможность эксплуатации без применения аэродромов. Использует для перемещения экранный эффект. Экраноплан способен передвигаться над относительно гладкой поверхностью, например над водой или льдом. Экраноплан в беспилотном варианте может применяться для боевого патрулирования или использоваться как носитель ударных систем.

Россия одна из стран обладающая самым мощным вооружением в мире. Однако у всех видов вооружённых сил есть как свои плюсы так и недостатки. У военных кораблей — невысокая скорость, возможность без труда отследить судно и т.д. В авиации — необходимость в подготовленных базах. Компромиссное решение — беспилотный двухфюзеляжный тяжёлый экраноплан.

Как дополнительный вид транспорта, экраноплан будет иметь ряд неоспоримых преимуществ перед кораблями (скорость более чем в 200 раз) вместе с тем грузоподъёмность экраноплана будет в разы больше, чем у самолётов при сравнимых габаритах и скоростях, экраноплан не нуждается в подготовленных площадках, так же за счёт того что экраноплан идёт над поверхностью, его довольно сложно засечь на радарах. Приведённые выше преимущества экраноплана дают возможность без труда патрулировать любые водные границы России на высокой скорости и быть незамеченным, а при военном ударе экраноплан может незаметно подойти на высокой скорости к противнику и также не заметно уйти на базу.

В настоящее время производство тяжёлых экранопланов приостановлено. В качестве аналогов в проекте были рассмотрены Советские экранопланы Лунь, Орлёнок, КМ (корабль макет он же Каспийский монстр).

Экраноплан - машина совместившая в себе конструктивные особенности корабля и самолёта, благодаря чему он имеет положительную плавучесть и ему не страшна агрессивная морская среда, так же он может передвигаться над водой, как самолёт за счёт экранного эффекта.

Предлагается проект тяжёлого беспилотного двух фюзеляжного экраноплана с несколькими турбовинтовыми установками с толкающими винтами в качестве силовой установки.

В качестве силовой установки экраноплана предлагается использовать советские турбовинтовые двигатели НК-12 с толкающими винтами. Толкающие винты позволят увеличить КПД двигателям за счёт того, что закрутка аэродинамической струи воздуха и преодоление аэродинамического сопротивления, при взаимодействии с элементами конструкции которое может быть не малым, гораздо меньше. В итоге, чем меньше и меньших по площади элементов конструкции воздушного судна обдувается струёй от винта, тем ниже прирост сопротивления соответственно выше полезная тяга двигателя.

Предлагается оснастить экраноплан рядом противокорабельных установок разной дальности действия.

Двухфюзеляжная конструкция экраноплана позволит разместить на корпусе противокорабельные ракеты дальнего (более 200 км.), среднего (40 – 200 км.) и ближнего действия (5 – 40 км.).

Противокорабельный ракетный комплекс «Базальт» П-500 (СССР 1975 ГОД) для противостояния корабельным группировкам и мощным авианосцам. Ракета оборудована турбореактивным двигателем КР-17-300. Пуск производится из ТПК (транспортно пускового контейнера) которое имеет два ускорителя.

Противокорабельный ракетный комплекс П-800 «Оникс» с ракетой 3М55. Сверхзвуковая универсальная противокорабельная ракета среднего радиуса действия, может применяться против наземных целей. Ракета оснащена стартовым твердотопливным ускорителем и прямоточным воздушно-реактивным двигателем.

Противокорабельная установка П-270 «Москит» с ракетой со сверхзвуковой ракетой 3М80, предназначена для уничтожения надводных целей водоизмещением до 20 000 тонн. Дальность стрельбы составляет 10 – 120 км.

Так же планируется оснастить экраноплан новой противокорабельной ракетой «Циркон». Главным преимуществом этой ракеты от других является высокая скорость ракеты, кроме того эта ракета может уничтожать как морские цели так и наземные.

Взлётная масса двух фюзеляжного экраноплана 760 тонн, масса полезной нагрузки составляет 274 тонны, что позволяет взять на борт 12 противолодочных ракет, предлагается установить на экраноплан 4 ракеты циркон, 4 ракетных комплекса П-800 «Оникс» с ракетой 3М55, 4 ракеты П-270 «Москит» с ракетой 3М80, так же предлагается оснастить экраноплан мощной РЛС установкой.

Представленный экраноплан будет иметь следующие тактико технические характеристики: размах крыла 61 метр, масса пустого экраноплана 486 тонн, в качестве силовой установки несколько двигателей НК-12 мощностью 15000 л.с., тяга одного двигателя 10221 кгс.

За счёт своей двух фюзеляжной конструкции экраноплан позволит взять на борт по нескольку выше перечисленных установок, что позволит уничтожать цели противника на различном расстоянии а так же на земле.

Экраноплан, как новый носитель вооружения, повысит возможности Вооружённых Сил России.

Перспективы развития и применения конвертопланов

Сысоева Д.В.
Научный руководитель — доцент, Рыжков В.В.
ВГТУ, Воронеж

В силу развития технологий и всеобщего прогресса, идеи, воплотить которые в жизнь не получалось в прошлом, обретают большую значимость для нас в настоящем.

Ещё в 30х годах прошлого века инженеры ряда стран работали над созданием вертикально взлетающего самолета с поворотными винтами, который в последствие получил название конвертоплан. Эта разработка некого гибрида с взлетно-посадочными характеристиками вертолета, эффективностью потребления топлива и скоростью, сравнимой с самолетной, до сих пор имеет весомое значение в развитии авиационной техники. [1]

Одной из наиболее распространенных моделей конвертоплана является Bell V-22 Osprey, состоящий на вооружении морской пехоты и ВВС США. Данная модель разрабатывалась более 30 лет и стала единственной введенной в серийное производство. Bell V-22 Osprey, скорость которого превышает в 2 раза скорость вертолета, на протяжении многих лет справляется с задачей высадки десантников и перемещения военных грузов.

Однако применение конвертопланов не останавливается на нуждах военных. AW609 – разработка итальянской компании AgustaWestland, представляет собой гражданский транспорт, предназначенный для бизнесменов и нефтяной индустрии.

Аэрокосмическая компания Joby Aviation - базирующаяся в Калифорнии, разрабатывающая конвертопланы, намеревается использовать их как службу воздушного такси. Действительно, их разработка имеет ряд преимуществ, ведь самолет типа VTOL оснащён шестью электродвигателями взлетает и приземляется вертикально, что позволит в дальнейшем обслуживать практически любое сообщество.

В рамках программы Clen Sky 2 ведётся разработка конвертоплана NGCTR-TD. Более экологичные и экономичные летательные аппараты, которые предположительно будут использоваться для пассажирских превозок в городах, между городом и пригородом, позволят снизить нагрузку на дороги в крупных населенных пунктах. Европейский консорциум T-Wing, анонсировал на 2023 году проведение первых летных испытаний демонстратора пассажирского конвертоплана данного типа. [2]

Сфера применения летательных аппаратов, совмещающих в себе характеристики самолета и вертолета действительно обширна. С каждым годом появляются всё новые и новые разработки, направленные на удовлетворение нужд не только военной, но и гражданской авиации, поэтому можно с уверенностью сказать, что строительство конвертопланов начинает набирать свои обороты. Преимуществом этих летательных аппаратов является мобильность, значительное снижение уровня шума за счёт пропеллеров и возможность автономного полета в режиме 24 часов.

Можно сделать вывод о том, что конвертопланы имеют большие перспективы на будущее в свете решения проблем гражданской и военной авиации. Возможно, что уже в ближайшее время в широком потреблении появятся безопасные беспилотные образцы.

Список использованных источников:

1. «Европейские самолёты вертикального взлёта.» Е. И. Рукжницкий.

2. https://goarctic.ru/work/konvertoplany-dlya-arktiki/

Анализ алгоритмов ускоренной выставки БЛА в сложных условиях

Углицких В.А.

Научный руководитель — Волков Д.А.

МАИ, Москва

В решении задач связанных с национально-экологическим мониторингом, пожарами, спасательными операциями поиска людей, обвалами и прочими ЧС, требуется быстрое развертывание устройств и комплексов, осуществляющих техническое сопровождение этих процессов. Широким классом таких устройств являются БЛА. Несмотря на имеющийся уровень технологий, до сих пор наличествует проблема выставки БИНС БЛА, связанная с тем, что для выставки математической платформы в БИНС требуется от 3 до 10 минут [1-3].

Решением этой проблемы является разработка алгоритмического обеспечения ускоренной выставки дрона. Для создания алгоритма ускоренной выставки, прежде всего, требуется проанализировать аналоги и имеющиеся алгоритмы такого рода.

На основании произведенного автором анализа, выявлено, что в имеющихся алгоритмах выставки БЛА существует проблема – выставка происходит продолжительное время [2], а также есть необходимость в наличии технологического оборудования для запуска дрона [1].

Ряд погрешностей при осуществлении выставки вносится посредством воздействий со стороны внешней среды, например, метеорологических условий, таких как ветер, влажность, температура и прочие. Исходя из сказанного выше, для создания алгоритма ускоренной выставки, обеспечивающего соответствие предъявляемых к нему требований, необходимо учитывать такие воздействия. Помимо этого, требуется учет воздействия со стороны элементов конструкции БЛА [4].

Предварительно были сформированы требования, составленные на основании изложенного, произведен анализ имеющихся алгоритмов ускоренной выставки [1-4]. В докладе приведены достоинства и недостатки таких алгоритмов и рассмотрены виды условий внешней среды оказывающих воздействие на БЛА.

Таким образом, была получена часть математической модели ошибок БИНС, оказывающих существенное воздействие на процесс ускоренной выставки. В дальнейшем исследовании предполагается устранение таких погрешностей.

Список использованных источников:

1. Amanda Bouman, Paul Nadan, Matthew Anderson, Daniel Pastor, Jacob Izraelevitz, Joel Burdick, and Brett Kennedy. Design and Autonomous Stabilization of a Ballistically-Launched Multirotor (дата обращения: 10.01.2021)

2. Промышленный дрон Yuneec H520 URL: https://yuneecrussia.ru/h520 / (дата обращения: 08.01.2021)

3. Гексакоптер Yuneec Typhoon H Plus с Intel RealSense (пульт ST 16S, камера C23, Intel RealSense модуль, 2 аккумулятора) URL: https://www.ydrone.ru/products/yuneec-typhoon-h-plus (дата обращения: 18. 01. 2021)

4. Квадрокоптеры DJI Phantom 4 Pro V2.0 URL: https://4vision.ru/products/phantom-4-pro-v20.html (дата обращения: 18.01.2021)

Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга экологической ситуации

Швалева А.А.
Научный руководитель — Ульянова Н.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Любая человеческая деятельность оказывает влияние на природу. Для того, чтобы обеспечить защиту экологической среды, необходимо отслеживать её состояние. В труднодоступных регионах нашей страны, которые богаты природными ресурсами, на обширной территории и при сложных климатических ситуациях, необходимо иметь источник достоверной информации, который будет показывать подробную картину состояния природной среды. Именно в такой ситуации необходимо прибегнуть к помощи аэро- и космической съёмки. Но на сегодняшний день количество аэросъёмочных носителей сокращается в связи с дороговизной обслуживания. Следовательно, стоимость съёмки небольшой по площади территории становится очень высокой, хотя и отличается быстрым получением результата и высоким уровнем автоматизирования.

Одним из наиболее доступных на сегодняшний день вариантов мониторинга экологической обстановки является беспилотный летательный аппарат (БПЛА), управление которым осуществляется дистанционно при отсутствии пилота на его борту [1]. Такой летательный аппарат (ЛА) позволяет осуществлять отслеживание территории на небольшой высоте, а так же оправдывает соотношение «цена-качество». Размеры и масса БПЛА различной категории: Nano, Micro, Mini [2]. В зависимости от поставленной задачи выбираются характеристики БПЛА и, следовательно, модель. Сегодня уже имеются разработки с внедрением искусственного интеллекта для обнаружения браконьерской деятельности. С помощью искусственного интеллекта происходит идентификация животных и браконьеров без вмешательства человека [3]. Данная разработка помогла снизить количество преступлений в некоторых районах ЮАР на 96% [4]. Хотелось бы отметить, что одной из самых важных проблем экологии является загрязнение воздуха. Внедряется использование БПЛА для контроля воздуха над очистительными сооружениями заводов, которые нарушают допустимое значение выбросов в атмосферу. БПЛА фиксирует выбросы и может проводить исследование газохимических выбросов на уровень их токсичности. Также новый, разработанный недавно именно для разведки экологического состояния дрон, производством которого занимается казанское предприятие «Эникс» может фиксировать уровень состояния стратосферы. Помимо данного предприятия, разработкой и производством БПЛА занимаются фирма «Аэрокон», КБ им. Симонова М.П. («СОКОЛ»), ООО «Авиатехника» и филиал уральского завода гражданской авиации. Также широко применяются дроны в океанологии: разведка ледовой обстановки, слежение и поиск косяков рыб [5].

Для регионов, где остро стоит вопрос о засухе, особенно важно отслеживать состояние почвы. Во многих регионах в течение года наблюдается резкое колебание температур, ранние заморозки и небольшое количество осадков, что сказывается на состоянии почвы (эрозия и деградация почвенно-растительного покрова), и как следствие, на количестве урожая. В связи с этим, очень важно сопровождать сельское хозяйство мониторингом состояния почвы с помощью дистанционных зондов. С помощью данной аппаратуры мы можем более рационально использовать земельные ресурсы, что не будет пагубно влиять на экологическую обстановку в нашей стране.

Таким образом, актуальным является разработка и проектирование БПЛА с целью мониторинга окружающей среды и экологической обстановки. С помощью внедрения искусственного интеллекта и чувствительных датчиков мы можем собирать данные, которые дают ясную картину состояния природы.

При получении необходимых данных при мониторинге мы можем на основании результатов предпринимать предупредительные меры, чтобы сохранить нашу природу.

Разработка конструкции многоцелевого беспилотного летательного аппарата

Шевченко М.О., Пасичная М.М., Бахауддин Х.
Научный руководитель — Лапышев А.А.
УлГТУ, Ульяновск

Разработка беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для растениеводства в России, на наш взгляд, является перспективной работой, целью которой является укрепление ведущих позиций нашей страны в поставке различных растительных культур. Повсеместное внедрение новейших технологий в агропромышленный комплекс (АПК) позволит повысить качество и количество выращиваемой продукции. Помимо АПК, разрабатываемый дрон мог бы эффективно решать актуальную проблему в отрасли энергетики, связанную с обледенением конструктивных элементов ветрогенераторов. Как известно, ветрогенераторы базируются в эпицентре сильных и постоянных ветров. В зимнее время температура в данных точках опускается до ощутимо низких значений, в результате чего на лопастях ветрогенераторов начинает образовываться наледь, которая негативно влияет на аэродинамические качества ветроколеса, тем самым ухудшая процесс выработки электроэнергии. У нас есть понимание того, что в начале пути по компоновке беспилотного летательного аппарата будут использоваться сторонние наработки зарубежных компаний. В последствии, с накоплением опыта и профессионализма, планируется постепенный переход к собственному производству всех комплектующих для данного изделия. Основной, и наиболее острой проблемой всех аппаратов подобного типа является электрическая силовая установка с применением аккумуляторных батарей. Запасенного в аккумуляторах количества энергии недостаточно для проведения продолжительного полета в связи с их быстрой разрядкой. Происходит это из-за активного потребления энергии электромоторами привода лопастей. Создание дрона с аккумуляторами большей емкости нецелесообразно, так как беспилотный летательный аппарат будет обладать большим весом, станет заметно дороже как сам, так и в обслуживании. Также, используемые в проектируемом летательном аппарате, литий-полимерные аккумуляторы рассчитаны всего на 400-550 циклов перезарядки, соответственно, при активном использовании понадобится их частая замена, вплоть до нескольких раз в месяц. Учитывая недостатки данной силовой установки, в дальнейшем будут рассматриваться варианты перевода дрона на иные источники питания.

Борьба за зеленую авиацию в мире обусловлена тем, что возникли большие экологические проблемы, которые требуют незамедлительного решения и введения новейших технологий.

Наша задача состоит в наработке опыта и профессионализма в создании таких изделий, в поиске заинтересованных потребителей.

Обоснование выбора датчиков для измерительного комплекса летающей лаборатории

Юденков В.Э., Лебитков В.К., Балакшина Д.В.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Рассматривается вопрос определения измеряемых характеристик беспилотного летательного аппарата (БПЛА) и выбора датчиков для создания измерительного комплекса для измерения выбранных параметров.

При проектировании малоразмерных БПЛА существует проблема, связанная с отсутствием данных о полетных характеристиках микроВРД, например о воздушной и тяговой характеристиках. Знание этих параметров позволит спроектировать более сбалансированный и экономичный летательный аппарат.

Однако, также необходимо отслеживать состояние БПЛА в полете, знать величины напряжений в силовой конструкции, положение аппарата, возникающие перегрузки. Это необходимо для дальнейшей модернизации летательного аппарата.

Соответственно, решение такой задачи подразумевает создание БПЛА с интегрированным в него набором датчиков, объединенных системой реального времени.

Для анализа высотной и скоростной характеристики ВРД необходимо в ходе полета измерять следующие характеристики, а именно:

• Тягу двигателя;

• Расход топлива;

• Скорость и высоту полета БПЛА.

Соответственно, был сформирован ряд требований к датчикам для работы в составе летающей лаборатории, а именно

• Тензодатчик должен работать в широком диапазоне температур, а погрешность измерений должна составлять не более 0,025% полной шкалы измерений;

• Датчик расхода топлива должен выдерживать работу в агрессивной среде и диапазон его измерений должен составлять 0,2-1,2 л/мин.

Для измерения тяги двигателя его необходимо закрепить на направляющих, тем самым придав двигателю одну степень свободы по продольной оси самолета, и осуществить упор подвижных кареток в тензометрические датчики. Из имеющихся в свободной продаже был выбран тензодатчик модели 1 НМ [1], полностью удовлетворяющий поставленным требованиям. Возникающее от силовой установки усилие передается на тензометрические датчики, выходной сигнал с которых и показывает тягу силовой установки.

Измерения расхода топлива в магистрали будут осуществляться датчиком расхода MOJO MJ-HZ06K [2]. Диапазон измерений датчика составляет 0,15-1,5 л/мин, что полностью удовлетворяет поставленным требованиям. Вкупе с полученными данными о тяге силовой установки, можно качественно проанализировать её характеристики.

Для корректного анализа состояния силовой установки и конструкции БПЛА, необходимо соотнести их с параметрами полета в данный момент (угол атаки, перегрузка и пр.).

Основные требования, предъявляемые к датчикам- это высокая надежность и доступность на рынке, а также наличие опыта применения этих датчиков на авиамоделях подобного класса. Представленные далее датчики полностью удовлетворяют поставленным требованиям, являются доступными и понятными в использовании.

Датчик Hobbypower MPXV7002DP [3] предназначен для измерения воздушной скорости и хорошо зарекомендовал себя на рынке по надежности и точности.

Для измерения высоты, угла атаки и перегрузок выбран десятиосный датчик положения GY-91 [4]. На данной плате расположены барометр BMP-280 [5] и микросхема MPU-9250 [6] которая включает в себя магнитометр, гироскоп и акселерометр. Данный набор датчиков позволяет достоверно определять положение БПЛА и действующие на него перегрузки.

Регистрация состояния силовой конструкции БПЛА в ходе полета осуществляется с помощью тензорезисторов BF350, установленных в наиболее напряженных участках несущих балок, которые были определены на основании прочностного расчета.

Основываясь на задачи, поставленные при разработке интегрированного измерительного комплекса, был определен его облик и выбраны необходимые датчики и оборудование.

Список использованных источников:

1. Тензодатчик Zemic 1HM [Электронный ресурс]. URL: https://atmaplus.com/tenzodatchik-zemic-1hm.html (дата обращения – 17.02.2021).

2. Датчик расхода MOJO MJ-HZ06K [Электронный ресурс]. URL: http://mojo-sensor.com/store/index.php/flowmeter/instubation/mj-hz06k-flow-sensor.html (дата обращения – 17.02.2021).

3. Датчик воздушной скорости Hobbypower MPXV7002DP [Электронный ресурс]. URL: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPXV7002.pdf (дата обращения – 17.02.2021).

4. Десятиосный датчик положения GY-91 [Электронный ресурс]. URL: https://github.com/ricardozago/GY91-MPU9250-BMP280/blob/master/Datasheet/ak8963c-datasheet.pdf (дата обращения – 17.02.2021).

5. Барометр BMP-280 [Электронный ресурс]. URL: https://datasheetspdf.com/pdf/1389332/Bosch/BMP280/1 (дата обращения – 17.02.2021).

6. Микросхема MPU-9250 [Электронный ресурс]. URL: https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2015/02/PS-MPU-9250A-01-v1.1.pdf (дата обращения – 17.02.2021).

7. Лебитков В. К., Юденков В. Э., Балакшина Д. В., Мальцева О. А., Савельев В. А. «Проектирование летающей лаборатории на основе сверхлегкого летательного аппарата с воздушно-реактивным двигателем» Сборник трудов XIII Всероссийской науч.-тех. студ. школы-семинара «Аэрокосмическая декада». – М.: Издательство «Перо», 2020. – 193 с.

Направление №2 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки

Секция №2.1 Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки

Разработка метановых жидкостных ракетных двигателей одно- и многоразового использования

Абдуллин М.Р., Чигарёв М.Р., Азина Ж.И.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

При разработке метановых жидкостных ракетных двигателей необходимо более глубоко знать особенности тепловых процессов в метане. Для изучения особенностей тепловых процессов газообразного метана были созданы экспериментальные установки и рабочие участки по его естественной и вынужденной конвекции, проведены всесторонние экспериментальные исследования: без влияния электростатических полей и с их влиянием.

На основе экспериментальных исследований:

• Созданы новые методики расчёта тепловых процессов в газообразном метане без влияния и с влиянием электростатических полей;

• Созданы новые алгоритмы учёта особенностей тепловых процессов в газообразном метане при проектировании, расчёте и создании новых двигателей и энергоустановок различного назначения, применения и базирования;

• Разработаны новые конструктивные схемы жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) одно – и многоразового использования (ЖРДМИ) на сжиженном метане (СПГ).

Теоретически и экспериментально установлено, что при прохождении СПГ по каналам системы наружного регенеративного охлаждения происходит конверсия сжиженного метана, т.е. он превращается в газообразное состояние. Но этот процесс происходит не в полном объёме, т.е. к форсункам горючего в ЖРД и ЖРДМИ поступает двухфазная смесь, состоящая из жидкой и газообразной фаз, из-за чего формируется неустойчивая и опасная работа двигателей.

Авторами доклада разработаны новые конструктивные схемы ЖРД и ЖРДМИ, в которых обеспечивается полная и эффективная предтопливная подготовка углеводородного горючего (метана) без применения и с применением электростатических полей для его сжигания в камере сгорания:

• В газообразном и сжиженном состояниях одновременно;

• В газообразном состоянии.

Доклад сопровождается новыми запатентованными схемами метановых ЖРД и ЖРДМИ.

Материалы доклада будут способствовать созданию новых и перспективных отечественных метановых ЖРД и ЖРДМИ повышенных характеристик по ресурсу, надёжности, эффективности, безопасности, экономичности и экологичности.

Перспективные конструкции и методики проектирования теплообменных аппаратов изготавливаемых с применением аддитивных технологий

Агапов А.В., Селиверстов С.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Ионов А.В.
МАИ, Москва

Целью конструирования теплообменных аппаратов (ТА) является стремление создать структуру, обеспечивающую максимизацию теплоотдачи, минимизацию гидравлических потерь для обоих участвующих в теплообмене теплоносителей при обеспечении герметичности, лёгкости, компактности и прочности.

При проектировании теплообменных аппаратов стоит задача компоновки теплообменных поверхностей в объеме сложной геометрической формы, а также обеспечения достаточной эффективности. При размещении ТА во втором контуре ТРДД, помимо формы контура, должны учитываться расположенные в нем элементы других двигательных систем. Сложность компоновки обуславливает повышение доли сборных и раздаточных коллекторов в составе ТА, что ведет к значительным потерям из-за гидравлического сопротивления коллекторов. Технологические ограничения также влияют на форму элементов ТА: коллекторы обычно изготавливаются сваркой листовых металлов, вальцовкой труб, а теплообменные поверхности – штамповкой листа или из труб. Использование аддитивных технологий (АТ) снимает большинство технологических и формообразующих ограничений, накладываемых на конструкцию ТА, тем самым упрощая технологический процесс, удешевляя и ускоряя производство изделия, а также позволяя производить изделие сложной геометрии.

Благодаря АТ стало возможным изготовление принципиально новых конструкций ТА и конфигурация теплообменных каналов может быть разнообразной. За последние годы количество работ по методикам проектирования и расчета перспективных ТА с различной формой теплообменных поверхностей возросло. Это связано с появлением новых материалов, с развитием технологий производства, методов численного моделирования и топологической оптимизации конструкции и т.д.

В России исследованием и разработкой ТА занимаются многие организации, например в ЦИАМе ведутся расчетные исследования различных типов ТА; в ИВЦ РИЦ УрФУ ведутся работы по моделированию и оптимизации конструкции ТА для изготовления с применением АТ; в МАИ разрабатывают методику проектирования и расчета ТА для ГТД сложного цикла; различные исследования также ведутся в ВИАМ и т.д.

Рассматривая мировой опыт, можно выделить США, где Агентство перспективных исследовательских проектов Министерства энергетики - Energy Agency (ARPA-E) в рамках программы HITEMMP выделило премии за 18 проектов в этой сфере. Эти проектные группы разрабатывают новые подходы и технологии для проектирования и производства высокотемпературных, высоконапорных и очень компактных теплообменников и их компонентов.

В результате проведенного анализа имеющихся исследований можно сделать вывод, что проектирование конструкций и расчет ТА с применением АТ является перспективным, поскольку АТ позволяют создавать изделия повышенной энергоэффективности за счет:

- Увеличения топливной эффективности;
- Снижения массы;
- Улучшения теплоотдачи;
- Повышения надежности;
- Уменьшения количества деталей в сборочном изделии;
- Возможности производства сложной конструкции (микрохолмистые поверхности, ветвящиеся и древовидные каналы);
- Применения новых материалов, например, керамики вместо металлов.

Список использованных источников:

1. Афанасьева И.В. Классификация перспективных теплообменных элементов с развитой поверхностью // Аддитивные технологии: настоящее и будущее: материалы V международной конференции (г. Москва, 22 марта 2019 г.), [Электронный ресурс] / ФГУП «ВИАМ». – М.: ВИАМ, 2019. – 448 с.

2. Виноградов К.А., Пятунин К.Р. Федосеев Д.В.;Козляков П.Ю. Федоров М.М. Применение инновационных методов проектирования и изготовления деталей ГТД // Аддитивные технологии: настоящее и будущее: материалы III международной конференции (г. Москва, 23 марта 2017 г.), [Электронный ресурс] / ФГУП «ВИАМ». – М.: ВИАМ, 2017.

3. Светлаков А.Л., Вербанов И.С., Маслова Д.В., Гулимовский И.А., Шлякотин В.Е. Развитие методик расчета и проектирования теплообменных аппаратов авиационного назначения // Авиационные двигатели №4(5) – 2019г.

4. А.В. Агапов, А.В. Ионов Применение материалов и методов аддитивных технологий в проектировании и изготовлении элементов газотурбинных двигателей // Новые материалы XXI века: разработка, диагностика, использование: Материалы I Междунар. молодёж. науч. конф., г. Москва, 21-24 апреля 2020 г. / под ред. проф. В.М.Тютюнника, проф. И.В.Ушакова, проф. В.А.Зернова, проф. М.Н.Краснянского. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм; Буаке; Варна; Ташкент: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2020. – 222 с.

5. Чумаков Д.М. Перспективы использования аддитивных технологий при создании авиационной и ракетно-космической техники // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 78.

6. Силуянова М.В., Попова Т.В. Разработка методики проектирования и расчета теплообменного аппарата для газотурбинных двигателей сложного цикла // Труды МАИ. Выпуск № 85.

7. URL: https://arpa-e.energy.gov/technologies/programs/hitemmp [Электронный ресурс]

К вопросу разработки метода по оценке зависимостей экологических характеристик камеры сгорания от структуры потока

Акбаев А.Р.

Научный руководитель — д.т.н. Сипатов А.М.

АО «ОДК–Авиадвигатель», Пермь

В настоящее время все авиационные двигатели гражданской авиации должны соответствовать стандартам ИКАО, в которых содержатся нормы, ограничивающие эмиссию окиси углерода (CO), окислов азота (NOx), несгоревших углеводородов (HC) и нелетучих твёрдых частиц (сажи), которые постоянно ужесточаются (в 2008, 2014 годах, в 2020 г. введены ограничения на эмиссию НлТЧ). В соответствии с этим необходимо проведение научных исследований по разработке методов снижения эмиссии вредных веществ, одним из которых является оптимизация конструктивных элементов камеры сгорания.

В связи с тем, что камеры сгорания богато-бедного типа обладают ограниченным потенциалом по снижению эмиссии NOx, многие разработчики авиационных двигателей направили усилия на разработку камер с горением бедной смеси. Среди камер сгорания бедного типа по части стабильности горения (проскок и срыв пламени) наибольшим потенциалом обладает TAPS (стадийная камера сгорания с двумя зонами горения, расположенными концентрично), в которой стабилизация горения обеспечивается локально богатым фронтом.

Для выявления взаимосвязи структуры потока с параметрами в камере сгорания требуется провести параметрические исследования. Полученные данные позволят разработать методику оптимального разделения гомогенной и диффузионной зон в камере сгорания типа TAPS и спроектировать фронтовое устройство, обеспечивающее требуемые характеристики в части полноты сгорания на низких режимах и эмиссии оксидов азота – на высоких.

Для решения этой проблемы разрабатывается методика исследования, включающая в себя упрощенную расчетную модель камеры сгорания, которая с достаточной достоверностью формирует структуру потока в камере и позволяет быстро изменять требуемый входной параметр.

Устойчивость горения в камере обеспечивается коэффициентом избытка воздуха в зоне обратных токов, однако требуется обеспечить оптимальное взаимодействие диффузионной и гомогенной зон, которое бы обеспечивало устойчивое горение при высокой полноте сгорания и низкой эмиссии вредных веществ. На формирование ЗОТ, в свою очередь, наибольшее влияние оказывают крутка и направление потока на выходе из завихрителя.

Данная постановка позволила определить следующие задачи: 1) расчет полноразмерной камеры сгорания и снятие параметров потока в каналах завихрителя за лопатками, а также расходов в отверстиях охлаждения жаровой трубы и фронта; 2) построение упрощенной расчетной модели, задание граничных условий на основе полученных параметров с полноразмерной модели; 3) после анализа результатов при достаточной сходимости моделей определение функции зависимости компонент скорости в цилиндрической системе координат от радиуса в каналах завихрителя за лопатками; 4) расчет и верификация полученной упрощенной модели.

В результате проведенной работы был создан инструмент исследования, который позволяет быстро изменять крутку потока на выходе из завихрителя путем изменения окружной скорости, заданной в виде зависимости от радиуса. Инструмент значительно сокращает трудозатраты на изменение входных параметров, позволяет напрямую задавать крутку потока (вместо формирования ее с помощью реальных лопаток), а также сокращает вычислительные затраты за счет упрощения модели и значительного сокращения числа элементов расчетной сетки.

В дальнейшем при помощи разработанного инструмента планируется проведение большого числа расчетов с изменением крутки потока и диаметров сопел диффузионного и гомогенного контуров. На основе расчетов будут получены данные для построения требуемых зависимостей (влияние параметров на структуру потока и взаимодействие зон).

Расчетно–экспериментальное исследование причин возникновения трещин картера редуктора ТВД в эксплуатации

Аксенов Е.В.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

На двигателях НК–12МП на протяжении всей эксплуатации имели место случаи появления трещин на картере редуктора в районе бобышек подвода воздуха на обогрев входного направляющего аппарата (ВНА). В последние несколько лет участились случаи появления трещин. При этом очаги их развития находятся в различных частях картера, в отдельных случаях и на поверхности отверстий в бобышках подвода воздуха на обогрев ВНА с внедрёнными ранее мероприятиями по их теплоизоляции. Зачастую проявление данных дефектов сопровождалось неудовлетворительным состоянием самолётных демпферов подвески.

Целью работы является установление возможных причин дефектов и формирование мероприятий по их устранению.

Анализ выявленных в последние годы дефектов показал, что картер редуктора имеет следующие основные участки, для которых характерно появление трещин:

- Бобышки с отверстиями для подвода воздуха;
- Области узлов крепления подвески;
- Торец фланца крепления с картером компрессора.

Общим для всех этих участков является то, что они прилегают к кольцевому каналу подвода горячего воздуха к лопаткам ВНА при работе противообледенительной системы (ПОС) и имеют повышенную температуру по сравнению с другими участками картера.

Для установления причин регулярного возникновения дефекта проведён ряд конструкторско-технологических и расчётных мероприятий [1, 2].

1. Ввиду регулярного использования аргонодуговой заварки без последующей термообработки в качестве мероприятия по устранению трещин пришедших с эксплуатации картеров, проведены сравнительные металлургические исследования материала областей заварки с основным материалом. Установлено, что механические свойства в зоне заварки и в переходной зоне ниже, чем в основном материале, но превышают минимально допустимые по ТУ.

2. Для определения характера трещин проведено их раскрытие. Изломы по местам всех трещин идентичные – усталостного характера. Очаги образования трещин располагаются в местах концентрации напряжений – на поверхностях сквозных или резьбовых отверстий, в местах резких изменений геометрии поверхностей картера. Металлургические дефекты, производственные отклонения или эксплуатационные повреждения по месту образования и развития трещин в большинстве случаев отсутствуют.

3. Для оценки эффективности введённого мероприятия по установке теплоизоляционных втулок, сопровождавшегося увеличением отверстия подвода воздуха в треугольных бобышках с 20,5 мм (далее – конструкция № 1) до 36 мм (далее – конструкция № 2) проведено сравнительное термометрирование картера. По уровню температур установлено благоприятное влияние проведённого мероприятия, однако в конструкции № 2 обнаружен локальный нагрев.

4. Для анализа влияния этого мероприятия на напряжённо-деформированное состояние (НДС) с учётом результатов термометрирования методом конечных элементов (МКЭ) проведена расчётая оценка вариантов конструкции № 1 и № 2 [3].

Проведённые исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Локализация максимальных напряжений в бобышках подвода воздуха на обогрев ВНА в конструкциях № 1 и № 2 примерно одинакова. Наблюдается повышение уровня общих и местных напряжений при переходе на конструкцию с теплоизолирующими втулками ввиду увеличения диаметра отверстий подвода воздуха в треугольных бобышках.

2. 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 теплоизолирующими втулками характерно наличие локальных зон повышенных температур, обусловленных особенностями течения воздуха на обогрев ПОС.

3. Для устранения локального нагрева на данный момент разработана конструкция теплоизолирующей втулки с уменьшенным проходным сечением и с изменённым направлением потока (непосредственно в кольцевой канал). Запланировано повторное термометрирование с последующей оценкой НДС.

4. Ввиду неудовлетворительного состояния самолётных демпферов необходимо обеспечить усиленный контроль демпферов подвески двигателей НК-12МП эксплуатируемых самолётов на соответствие требованиям ТУ и своевременную их замену.

5. Необходимо рассмотреть возможность замены материала картера редуктора с МЛ5-Т6, например, на алюминиевый сплав АК9ч.-Т6.

Список использованных источников:

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. Иноземцев А. А. Динамика и прочность авиационных двигателей и энергетических установок: учеб./ А.А. Иноземцев, М.А. Нихамкин. — М.: Машиностроение, 2008. — Т.4 — 197с.

Оптимизация несимметричных торцевых стенок, обеспечивающих снижение вторичных потерь в сопловых аппаратах

Акунец М.В.
Научный руководитель — Волков А.А.
Самарский университет, Самара

В настоящее время одним из основных направлений повышения эффективности турбины является уменьшение вторичных потерь в межлопаточном канале. Вторичные течения, образующиеся вблизи торцевых поверхностей, взаимодействуют друг с другом и с основным потоком, приводя к появлению дополнительных потерь и изменяя аэродинамические характеристики турбинной решетки.

К основным мероприятиям по снижению вторичных потерь относят локальное профилирование геометрии лопатки (тангенциальный наклон лопаток, саблевидные лопатки). Однако также одним из способов уменьшения вторичных потерь является применение несимметричных торцевых стенок, которым обычно отводят второстепенную роль. При этом применение несимметричных торцевых стенок позволяет, например, перераспределить давления вблизи втулочного, периферийного сечений и привести не только к уменьшению потерь (за счет изменения структуры вторичных течений), но и увеличить равномерность угла потока на выходе из решетки. В совокупности эти явления могут приводить к повышению эффективности решетки на 0,5% [1].

В свою очередь определение оптимальной формы торцевых, с точки зрения наибольшей эффективности, является сложной задачей - требуется значительное количество как экспериментальных данных, так и расчетов, основанных на численном моделировании, для каждой конкретной решетки. Использование автоматической оптимизации параметрических моделей позволяет не только значительно сократить трудоемкость таких исследований, но и обеспечить наибольший прирост эффективности.

По этим причинам в данной работе рассматривается процесс оптимизации несимметричной торцевой стенки втулочного сечения с целью повышения эффективности решетки сопловых аппаратов. В ходе данной работы была создана параметрическая модель с несимметричными торцевыми стенками для решетки сопловых аппаратов из отчета NASA [2], и выполнена оптимизация торцевых поверхностей с точки зрения наибольшей эффективности решетки.

Для создания параметрической модели была написана программа, позволяющая в автоматическом режиме производить:

1. Построение геометрии несимметричных стенок (по 20 точкам, задающим форму поверхности) в NUMECA/AutoBlade;
2. Построение сетки с несимметричными стенками в NUMECA/AutoGrid5;
3. Расчет газодинамики в NUMECA/Fine;
4. Определение и обработка результатов в NUMECA/CFView.

Геометрия несимметричных стенок была ограничена межлопаточным каналом, что является более практичным для реальных турбинных решеток в составе двигателя [3]. Максимальные значения радиальных отклонений несимметричных стенок были взяты из условия обеспечения приемлемой технологичности деталей – 25% от осевой хорды [4]. Количество точек, определяющих обводы, было выбрано на основании рекомендаций из работы [1].

Целевой функцией при оптимизации было выбрано интегральное значение коэффициента эффективности в сечении, отстающем от выходного фронта на 13мм. Оптимизация производилась в программном комплексе IOSO NM.

В результате оптимизации было выполнено 366 итераций и достигнуто повышение эффективности решетки на 0,2%. При этом максимальные отклонения несимметричных стенок в радиальном направлении составили +2 и -2 мм. В первую очередь повышение эффективности обусловлено изменением структуры вторичных течений вблизи втулочного сечения.

Однако следует отметить, что полученная геометрия торцевых стенок позволяет повысить эффективность на расчетном режиме, но может привести также к более значительному росту вторичных потерь на нерасчетных режиме.

Таким образом, в результате работы была получена оптимальная с точки зрения эффективности торцевая несимметричная стенка для расчетного режима. Создание и отработка программного комплекса для автоматической оптимизации в дальнейшем может позволить разработать методику создания несимметричных обводов для турбинных решеток, применяемых в перспективных ГТД.

Список использованных источников:

1. В.В.Вятков, Д.В.Карелин. Разработка конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение вторичных потерь в венцах газовой турбины, 2012.

2. Goldman L. J., McLallin K. L. Cold-air annular-cascade investigation of aerodynamic performance of core-engine-cooled turbine vanes, 1975.

3. D.G. Gregory-Smith, G.Ingram. Non-axisymmetric turbine end wall profiling, 2001.

4. Dr. Neil W.Harvey, Dr. Martin G. Rose. Non-axisymmetric turbine end wall design: Part 1 three-dimensional linear design system, 1999.

Уточнение инженерной математической модели воздухозаборника силовой установки сверхзвукового пассажирского самолета по экспериментальным данным

Алендарь А.Д., Грунин А.Н.

ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва

Рассматриваемые в настоящее время компоновки сверхзвуковых пассажирских самолетов характеризуются высокой степенью интеграции силовой установки с планером, что сопряжено с усложнением конструкции входных устройств. Существующие инженерные математические модели входных устройств характеризуются большим количеством эмпирических коэффициентов (до нескольких сотен), ограниченностью области применения по числу Маха полета и применимы только к плоским или осесимметричным воздухозаборникам. Целью данной работы является разработка инженерной математической модели пространственного воздухозаборника для исследования его характеристик в составе силовой установки сверхзвукового пассажирского самолета.

На начальном этапе отработки математической модели рассматривается изолированный (без учета местного числа Маха) автозапускаемый сверхзвуковой нерегулируемый воздухозаборник смешанного сжатия с шестиугольным входным сечением при виде спереди [1]. Процесс торможения воздушного потока на расчетном режиме осуществляется в одном внешнем косом скачке, одном внутреннем косом скачке и в замыкающем прямом скачке уплотнения. Для математического описания реального сверхзвукового воздухозаборника используется комбинированный подход, заключающийся в совместном применении расчетных и аппроксимационных методов. Исходными данными при разработке идентифицированной модели являются экспериментальные и полученные методами вычислительной газовой динамики дроссельные характеристики воздухозаборника при разных значениях числа Маха полета, а также геометрические параметры входного устройства.

Уточнение модели осуществляется следующим образом:

1) При заданном полетном числе Маха рассчитываются параметры воздухозаборника на расчетном режиме в «угловой» точке дроссельной характеристики в соответствии с методикой, изложенной в [2];

2) Экспериментальная ветка дроссельной характеристики представляется в относительном виде в полярной системе координат;

3) Аппроксимируется зависимость радиус-вектора от полярного угла и описывается ветка дроссельной характеристики соответствующими коэффициентами. Для описания ветки

вводится пять коэффициентов, описывающих характер поведения пологого участка ветки характеристики, а также потребный и граничный угол наклона радиус-вектора.

4) Найденные коэффициенты аппроксимируются в зависимости от полетного числа Маха методом наименьших квадратов с использованием полинома второй степени.

Таким образом математическая модель позволяет полностью определить экспериментальную характеристику воздухозаборника с помощью 25 коэффициентов, определяемых для конкретного воздухозаборника.

В ходе дальнейших работ планируется совершенствование математической модели в направлении учета влияния местного числа Маха и угла атаки самолета на характеристики воздухозаборника.

Авторы выражают благодарность Ланшину А. И., Степанову В. А. и Беловой В. Г. за помощь в проведении работы.

Публикация подготовлена в рамках реализации программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020-2025 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (распоряжение Правительства РФ от 24 октября 2020 г. №2744-р).

Список использованных источников:

1. Белова В. Г., Виноградов В. А., Захаров Д. Л., Комратов Д. В., Макаров А. Ю., Маслов В. П., Степанов В. А. Расчетно-экспериментальное исследование характеристик воздухозаборника для СУ сверхзвукового делового/пассажирского самолета с модифицированной схемой сжатия и двухконтурным разделителем на режимах дросселирования внешнего контура с диагностикой PIV. Фундаментальные и прикладные проблемы газовой динамики и физической химии в авиационном двигателестроении. Сборник научных трудов. Москва. 2020. С. 12-16.

2. Алендарь А. Д., Силуянова М. В. Математическая модель силовой установки сверхзвукового самолета. СТИН. 2021. № 4. С. 46-49.

Интенсификация рабочего процесса в камере кислородно-водородных ЖРД

Альбертович Б.В., Василевский Д.О., Ермашкевич А.А.
МАИ, Москва

На данный момент весьма перспективной задачей является повышение удельных параметров жидкостного ракетного двигателя (ЖРД,) таких как тяга, удельный импульс, давление в камере сгорания (КС). В зависимости от схемы двигателя, увеличение одного из таких параметров требует комплексный подход при проектировании ЖРД, при котором оцениваются энергетические и массогабаритные параметры двигательной установки.

Наибольший интерес представляют кислородно-водородные ЖРД, выполненные по безгазогенераторной схеме или с дожиганием восстановительного газа (схема с газогенераротом). В двигателях таких схем в качестве охладителя КС и газогенератора зачастую используют сверхкритический водород, служащий в дальнейшем рабочим телом для привода турбин турбонасосного агрегата (ТНА) и бустерного турбонасосного агрегата (БТНА).

Использование водорода в качестве охладителя обеспечивает надежное охлаждение двигателя за счет его высокой теплоемкости (более 30 кДж/кг·К). Для более эффективного теплосъема применяются схемы охлаждения КС с перепуском, с искусственной шероховатостью, рассматриваются ребра со стороны огневой стенки в целях увеличения поверхности теплообмена, удлинение цилиндрической части КС и др. мероприятия.

Перегретый критический или докритический водород обеспечивает высокие значения адиабатной работы газовой турбины ТНАГ или БНАГ за счет комплекса zRT (работоспособность газа). Увеличение эффективности рабочего тела турбины при тех же значениях $\pi_т$ (степени понижения давления газа на турбине) позволяет уменьшить потребный расход газа на турбине с сохранением оборотов вала, или наоборот, значительно уменьшить частоту вращения ротора путем изменения расхода газа и $\pi_т$.

При увеличении температуры рабочего тела на входе в бустерную турбину БТНА возможно не только сократить потребный расход газа для привода турбины (в случае схемы ЖРД при использовании газовой турбины для БТНА), но и обеспечить необходимые параметры в газовой подушке топливного бака (при использовании отработанного рабочего тела после газовой турбины в системе наддува топливного бака).

В безгазогезогенераторных схемах ЖРД увеличение температуры рабочего тела турбины за счет его нагрева в рубашке охлаждения позволяет достичь более высокие давления в КС, что, в свою очередь, влияет на тягу и удельный импульс ЖРД. Однако, существуют оптимумы по выбору схемы питания ЖРД, давлению в КС, оборотов ТНА и схемы охлаждения двигателя.

В рамках исследования безгазогенераторных схем двигателей было выявлено, что при тягах менее 60 кН целесообразно применять схему с двухноктурным комбинированным охлаждением двигателя в виду достижения критических параметров хладагентов на выходе из каждого контура охлаждения. В результате расчетов выявлено, что применение комбинированной схемы охлаждения позволяет с одной стороны обеспечить необходимый теплосъем со стенок КС, с другой стороны обеспечить мощностной баланс ЖРД с возможностью необходимого регулирования двигателя.

Использование инструментов дополненной реальности в производстве и ремонте лопаток газотурбинных двигателей

Андреев П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тимофеев М.В.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Контроль лопаток – важная и необходимая составляющая технологического процесса в изготовлении двигателей. Современному производству необходимы полностью автоматизированные средства измерений, так как в настоящее время для получения качественного продукта они зачастую неотделимы от субъективной человеческой составляющей, заключающейся в необходимости высокой классификации контролёров. На текущий момент при бесконтактном контроле геометрии сложных поверхностей широко распространены следующие методы: автоколлимационный, триангуляционный, интерферометрический, а также методы светового сечения.

В данной работе более подробно будет рассматриваться метод получения профиля поверхности – теневое сечение профиля. Основное различие в схеме метода в том, что осветитель освещает точечную диафрагму, которая находится в фокусе коллиматора. Параллельный пучок, выходящий из коллиматора, нацелен на рассматриваемою поверхность. Спереди поверхности располагается лезвие, создающее на поверхности границу светлого и темного поля. При плоской поверхности граница представляется ровной, а при присутствии рельефа происходит её искривление. Микрообъектив микроскопа проецирует изображение границы светлого и темного поля на приемник излучения, цифровой прибор, или в плоскость сетки окуляр-микрометра, визуальный прибор.

Изображение свето-теневой границы не изучается с помощью микроскопа вручную, а оцифровывается в реальном времени с помощью камеры (микроскоп с камерой высокого разрешения). Затем каждый кадр анализируется с помощью ПО на предмет формы и размеров линии (кромки лопатки), получается математическое описание кривой, и данная кривая с её численными параметрами накладывается поверх оцифрованного изображения (например, ярко-красным цветом). Весь процесс при этом происходит в реальном времени. Лопатка подносится к объективу установки и наблюдается на дисплее/мониторе изображение кромки, свето-теневой границы и дополненное изображение аппроксимированной кривой сечения кромки с численными параметрами.

Сильной стороной данного метода можно считать простоту устройства и функционирования, невысокую стоимость, возможность приспособить микроскоп для получения трехмерных изображений путем цифровизации.

К недостаткам можно отнести невысокое увеличение, сложность настройки, необходимость механического перемещения контролируемого объекта по одной координате.

Микроскопы теневой проекции профиля не позволяют получать изображения с высоким разрешением, но их цена и стоимость их модернизации для получения трехмерных изображений значительно ниже стоимости других типов микроскопов. Учитывая экономическую сторону и настоящий уровень развития технологий, можно считать рациональным модернизацию менее дорогих оптических микроскопов в микроскопы для получения трехмерных изображений методом теневого сечения.

Определение монтажной геометрии лабиринтного уплотнения с учётом технологических и монтажных факторов

Беденко К.А., Матвеев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Виноградов А.С.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

Пневмосистема современного газотурбинного двигателя оказывает существенное влияние на термодинамические параметры цикла, КПД турбины, а также ресурсные показатели элементов двигателя, таких как рабочие лопатки и диски рабочих колёс турбины, радиально-упорные подшипники и др. Пневмосистема состоит из подсистем, каждая из которых выполняет свои определённые функции. Для обеспечения стабильности в работе каждой из систем и исключения влияния систем друг на друга широкое распространение получили лабиринтные уплотнения [1]. Уплотнения выполняют роль максимального уменьшения перетечек или обеспечения определённого расхода. Расходные характеристики лабиринтных уплотнений определяются геометрической конфигурацией гребешков и их количеством [2], но основное влияние на утечки оказывает радиальный зазор в кольцевой щели. Рабочий зазор, как правило, выбирается в процессе проектирования пневмосистемы на максимальном режиме эксплуатации двигателя. На основании величин рабочих радиальных зазоров определяются величины монтажных зазоров, которые могут уточняться с учётом технологических факторов, как правило в сторону увеличения, при выполнении стационарных расчётов на режимах пониженной тяги и при выполнении нестационарного термомеханического анализа двигателя для эксплуатационных циклов.

Величина радиального зазора зависит от технологических особенностей изготовления и сборки сопрягаемых деталей, точности балансировки, от эксплуатационных факторов в такой же степени, как и от согласованности тепловых расширений ротора и статора в процессе работе изделия [3]. На изменение радиального зазора оказывают значительное влияние такие факторы как биение роторов, овализация статора, отклонения при изготовлении деталей, перегрузки, маневрирования в полёте, изменение радиального зазора по режимам.

Как известно, влияние всех вышеописанных факторов может негативно сказываться на КПД компрессора и турбины. Поэтому в процессе проектирования двигателя необходимо снижать величины радиальных зазоров лабиринтных уплотнений для выполнения необходимых требований по осевым силам и прокачке требуемого количества воздуха. Снижение зазоров возможно за счёт ужесточения технологических допусков на определяющие величину зазора размеры детали, а также за счёт уменьшения диапазона изменения величины зазора в процессе работы двигателя по эксплуатационному циклу.

В работе рассматривается трёхвальный газотурбинный двухконтурный двигатель, пневмосистема которого включает в себя системы охлаждения турбины, наддува уплотнений маслополостей, разгрузки радиально-упорных подшипников от осевых сил, а также противообледенительную систему. Выполнен термомеханический расчёт двигателя по эксплуатационному циклу и определены величины рабочих радиальных зазоров лабиринтных уплотнений. В рамках анализа результатов расчёта и учёта технологических факторов назначены величины монтажных зазоров лабиринтных уплотнений системы разгрузки радиально-упорного подшипника каскада ВД. Предложенный подход был

использован для уточнения радиальных зазоров, что позволило получить удовлетворительные величины осевой силы с точки зрения обеспечения ресурсных показателей радиально-упорного подшипника.

Список использованных источников:

1. Голубев, А.И. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер, В.В. Гордеев, Б.А. Фурманов, Б.В. Кармугин; под общ. ред. А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. – М.: Машиностроение, 1994 – 448 с.

2. Dogu, Y/ Labyrinth seal leakage degradation due to various types of wear / Y. Dogu, K. Gezer, E. Arican // Proceedings of ASME Turbo Expo 2016: Turbomachinery Technical Conference and Exposition. – 2016. – GT2016-57944.

3. Данильченко, В.П. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей / В.П. Данильченко [и др.] – Изд-во СЦ РАН, 2008. – 619 с.

Совершенствование системы функциональной диагностики ЖРД по медленноменяющимся параметрам в режиме реального времени

Беляева Н.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Коломенцев А.И.

МАИ, Москва

Основная цель технической диагностики – повышение надежности и ресурса машины (двигателя). Техническая диагностика включает в себя теорию и методы выявления места (локализации) возникновения неисправностей.

Объектом технического диагностирования служит изделие и (или) его составные части. Задачами технического диагностирования являются: контроль технического состояния; поиск места и определение причин отказа (неисправности); прогнозирование технического состояния.

Создание диагностического комплекса связано с разработкой принципов построения диагностических систем и с выбором методов и оборудования для их реализации, с оценкой диагностических систем с учетом скорости ответа, надежности, достоверности информации, технической / экономической эффективности.

Методы функциональной диагностики классифицируются по медленноменяющимся и быстроменяющимся параметрам. Исходя из проведенного аналитического обзора методов функциональной диагностики сложных технических систем, поставлена цель — совершенствование системы функциональной диагностики ЖРД по медленноменяющимся параметрам в режиме реального времени, основанной на математических моделях двигателя.

Совершенствование системы функциональной диагностики ЖРД, основанной на контроле отклонений измеренных медленно меняющихся параметров процессов от математической модели исправно функционирующего двигателя, производится с целью определения в режиме реального времени возникновения и локализацию медленно развивающейся неисправности. Реализация СФД может быть осуществлена на основе существующей элементной базы – аппаратно-программном комплексе и компьютерной технике.

Организация окончательной сборки двигателя SaM146 на предприятии изготовителе

Биюсов А.Р., Василенко В.А.

Научный руководитель — Королев Н.Н.

МАИ, Москва

Выполнение программы по импортозамещению актуально в области авиастроения. Двигательная установка SaM 146 для современного российского ближнемагистрального лайнера Sukhoi Superjet 100 производится на мощностях предприятий Safran и ОДК «Сатурн». Финальная сборка двигателя осуществляется на Дальнем Востоке в городе

Комсомольск-на-Амуре, вследствие чего происходит удорожание производства и возникают риски, связанные с задержкой поставок деталей.

Решением текущих логистических проблем по доставке двигателя, обвязки, агрегатов и деталей мотогондолы является перенос процесса окончательной сборки двигателя на предприятие ОДК «Сатурн».

Организация поточной линии окончательной сборки на современном предприятии в центральной части России обеспечит снижение издержек, связанных с раздельной доставкой и транспортировкой деталей и агрегатов для двигателя по сравнению с доставкой на Дальний Восток.

Наладка полной сборки двигателя SaM 146 на предприятии ОДК «Сатурн» и организация процесса доставки одного двигателя как одной единицы груза обеспечит снижение стоимости транспортировки и сократит время ожидания для предприятия в Комсомольске-на-Амуре.

Впоследствии по достижении налаженного производства двигателя ПД-8 и его сертификации для лайнера Sukhoi Superjet New уже организованная линия по финальной сборке двигателя SaM 146 на предприятии ОДК «Сатурн» позволит с минимальными издержками перейти на полное производство нового перспективного двигателя.

Перенос окончательной сборки двигателя SaM 146, а именно установка коробки приводов, внешней обвязки и мотогондолы на территорию предприятия в центральной части России сократит издержки по текущим поставкам двигателей и создаст фундамент для дальнейшего снижения издержек при выполнении программы по импортозамещению и производству двигателя ПД-8

Моделирование турбулентного горения в камерах сгорания ракетных двигателей

Бляхарский С.С., Бляхарский Я.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва

Численное моделирование помогает решать сложные газодинамические задачи в области ракетного двигателестроения. К таким задачам относятся рабочие процессы горения в камерах сгорания ракетных двигателей, которым свойственны высокая неравномерность течения, закрученные потоки, высокие градиенты величин. Программный комплекс ANSYS CFX позволяет моделировать такие процессы с любой степенью сложности за счет применения дополнительных физико-математических моделей рабочих процессов.

В настоящей работе представлены результаты численного трехмерного моделирования процессов горения в ракетных двигателях на примере модельной камеры сгорания, разработанной в техническом университете Мюнхена [1,2], на газообразных компонентах топлива - кислороде (GO2) и метане (GCH4). Исследовалось влияние турбулентных чисел Шмидта и Прандтля на распределение массовых долей в объеме модельной камеры сгорания, а также на результирующие давления и тепловой поток в стенку камеры.

Расчет проводился с использованием физико-математических моделей турбулентного горения [3,4]. Моделирование турбулентности строилось на модели рейнольдсовых напряжений (RSM BSL), при моделировании горения применялась модель диссипации вихрей (EDM) с глобальной реакцией.

Анализ расчетных значений и экспериментальных данных показал существенное влияние турбулентного течения как на распределение давлений, так и на тепловой поток в рассмотренном устройстве.

Список использованных источников:

1. Silvestri, S.; Celano, M.P.; Schlieben, G.; Haidn, O.J. Characterization of a Multi-Injector Gox-Gch4 Combustion Chamber. In Proceedings of the 52nd AIAA/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, Salt Lake City, UT, USA, July 2016, 25–27.

2. Silvestri, S.; Kirchberger, C.; Schlieben, G.; Celano, M.P.; Haidn, O. Experimental and Numerical Investigation of a Multi-Injector GOX-GCH4 Combustion Chamber. Trans. Jpn. Soc. Aeronaut. Space Sci. Aerosp. Technol. Jpn. 2018, 16, 374–381.

3. Molchanov, A.M.; Bykov, L.V.; Yanyshev, D.S. Calculating thermal radiation of a vibrational nonequilibrium gas flow using the method of k-distribution. Thermophys. Aeromech. 2017, 24, 399–419.

4. Strokach, E.; Borovik, I.; Haidn, O. Simulation of the GOx/GCH4 Multi-Element Combustor Including the Effects of Radiation and Algebraic Variable Turbulent Prandtl Approaches. Energies 2020, 13, 5009. https://doi.org/10.3390/en13195009

Оценка теплогидравлической эффективности схем конвективного охлаждения бортовой радиоэлектронной аппаратуры

Воловик П.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неверов А.С.

МАИ, Москва

Развитие радиоэлектроники, увеличение ее эффективности в управлении процессами как в стационарной, так и транспортной энергетике самым прямым образом способствует совершенствованию авиационной и ракетной техники. Совершенствование систем авионики: вычислительных устройств, радаров, автоматических систем, повышая эффективность управления самолетом, в то же время требуют существенного увеличения энергопотребления. А реализация этого требования при ограниченности объема рабочего отсека с радиоэлектронной аппаратурой (РЭА) приводит к существенному увеличению мощности тепловыделения. Жесткие температурные условия функционирования бортовой РЭА в свою очередь ставят задачу разработки надежной системы ее термостабилизации.

Решение данной задачи можно определить балансом следующих процессов:

• Отбором теплоты от поверхности тепловыделяющих элементов РЭА;

• Переносом отобранной теплоты за границы отсека РЭА;

• Аккумулированием отведенной от РЭА теплоты на борту самолета, причем при количественном ограничении величины аккумулирования теплоты на борту надо реализовывать процесс сброса теплоты в атмосферу.

В докладе проведено обоснование выбора конвективной схемы охлаждения непосредственно РЭА с помощью специальной диэлектрической жидкости (ОЖ «Лена»), прокачиваемой по замкнутому контуру. Для восстановления хладоресурса ОЖ, т.е. ее охлаждения после нагрева в отсеке РЭА, рассматривается применение двух альтернативных схем: с омыванием ОЖ поверхности термоэлектрического модуля охлаждения (ТЭО), реализующего эффект Пельтье, или рекуперативного теплообменного аппарата (ТА). В обеих схемах для аккумулирования отведенной от бортовой РЭА теплоты рассмотрено использование хладоресурса топлива (керосина).

Для схемы с использованием ТЭО проведен теплогидравлический расчет необходимых площадей омываемых ОЖ и керосином оребренных поверхностей теплообмена ТЭО при выбранной тепловой мощности охлаждения 25 кВт, допустимой скорости обоих теплоносителей ≈1 м/с для нескольких вариантов геометрических параметров ребер. Расчеты проведены при значении холодильного коэффициента ТЭО, равного 2.

Отмечено, что использование ТЭО позволяет обеспечить функционирование системы охлаждения бортовой РЭА при весьма высокой температуре керосина (более 40 0С) и небольшого перепада температур обоих теплоносителей, т.е. в условиях существенного нагрева самолета извне, в то же время требует значительной для объема бортового отсека (до 10 м2) площади поверхности теплообмена модуля.

Как альтернатива использованию схемы с ТЭО проведен проектный теплогидравлический расчет рекуперативного кожухотрубного ТА с одноходовой схемой прокачки ОЖ внутри труб и поперечным обтеканием трубного пучка керосином при тех же режимных параметрах. Расчет проведен для теплообменных труб с диаметрами 2.0/1.6 мм.

Установлено, что требуемая площадь поверхности теплообмена трубного пучка ТА до 4-х раз меньше площади оребренной поверхности модуля ТЭО. Однако следует отметить, что эффективность рекуперативных ТА с уменьшением температурного напора при существенном нагреве топлива извне значительно падает в отличие от ТЭО, что делает использование ТЭО более предпочтительным для некоторых условий работы системы охлаждения РЭА.

Список использованных источников:

1. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник. Под общей редакцией В.А. Григорьева и В.М. Зорина. 2-е издание, перераб. книга 2. М.: Энергоатомиздат, 1988 - 560 с.
2. А.Ф. Иоффе Полупроводниковые термоэлементы. Изд. АН СССР, М.-Ленинград: 1960. - 188 с.
3. Ибраев А.М. Теоретические основы холодильной техники: монография/А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев.- Нижнекамск: ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012 – 124 с.
4. Справочник по теплообменникам: В 2 т. /Пер. с англ., под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.
5. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках. М.: Наука, 1982-472 с.

К вопросу разработки метода термоциклических испытаний образцов из жаростойких материалов

Гончаров Б.Э.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Сипатов А.М.
АО «ОДК–Авиадвигатель», Пермь

Повышение газодинамических параметров авиационных двигателей сопровождается неизбежным повышением температуры газа в проточной части. Обеспечение удовлетворительного ресурса деталей и сборочных единиц камеры сгорания может быть реализовано, либо за счет увеличения доли охлаждающего воздуха, либо за счет применения принципиально новых материалов. Современный тренд на проектирование камер сгорания «бедного» типа, подразумевает снижение расхода воздуха, участвующего в охлаждении деталей камеры сгорания и других узлов горячей части. Обеспечить повышение температуры цикла при снижении расхода охлаждающего воздуха возможно путем изготовления деталей камеры сгорания из перспективных жаростойких материалов, в том числе неметаллических. Экспериментальное исследование образцов из жаропрочных материалов на термостойкость является неотъемлемым этапом разработки деталей камеры сгорания современного авиационного двигателя.

Методика экспериментального исследования образцов из жаростойких материалов на термостойкость включает в себя: моделирование нестационарных (циклических) тепловых условий работы камеры сгорания авиационного двигателя, оценка термостойкости материала в условиях воздействия окислительной среды сгорания топлива, анализ микроструктуры образцов после высокотемпературных испытаний.

Термоциклические испытания небольших образцов позволяют исследовать максимальное количество различных по своим свойствам материалов при наименьших затратах времени и средств, но ставит перед экспериментом следующие основные задачи:

- Имитация теплового состояния деталей камеры сгорания в условиях испытательного стенда;
- Бесконтактная оценка температуры фронтовой и тыловой поверхностей образца;
- Оценка внутренних напряжений образца вызванных неравномерным тепловым воздействием;
- Экстраполяция результатов испытаний образцов на прогнозируемый ресурс деталей камеры сгорания.

В рамках проведенной работы произведен анализ изменения температур элементов камеры сгорания (на основе экспериментальных данных), проведены термоциклические

испытания керамических композиционных образцов с антиокислительным покрытием двух типов.

В дальнейшем планируется решение задачи экстраполяции результатов испытаний образцов из керамических композиционных материалов (и других перспективных материалов) на прогнозируемый ресурс деталей камеры сгорания авиационного двигателя.

Численное моделирование источника и тонального шума винта квадрокоптера

Горин Г.Д.
Научный руководитель — д.т.н. Тимушев С.Ф.
МАИ, Москва

Резкое увеличение применения беспилотных летательных аппаратов (дронов) типа квадрокоптер для гражданских целей показывает, что бесшумность и эффективность двигательной установки с винтовым движителем являются ключевыми аспектами при разработке современных летательных аппаратов. В настоящее время квадрокоптеры стали очень популярны и используются в различных областях, включая доставку почты и заказов в жилые районы.

Лопаточные машины с дозвуковым потоком, такие как пропеллеры квадрокоптеров, генерируют интенсивный шум, поэтому прогнозирование акустического воздействия и оптимизация этих машин с целью снижения уровня излучаемого шума является актуальной инженерной задачей.

В спектре шума дронов преобладают тональные составляющие на гармониках, кратных частоте прохождения лопастей винта, а также широкополосный шум.

Целью данной работы является расчет акустического поля винтов квадрокоптера с целью контроля и снижения уровня шума. Построена твердотельная модель области расчета в форме полусферы с помещенным внутрь винтом. Расчеты выполнены с использованием программного пакета FlowVision.

Акустико-вихревой метод численного моделирования пульсаций давления и шума в лопаточных машинах основан на представлении нестационарного движения сжимаемой среды в виде векторной суммы вихревой моды (движения несжимаемой среды) и акустической моды. Колебания давления выражаются в виде суммы вихревых возмущений давления (псевдозвука) и акустических волн. Используя локальный акустический импеданс, граничные условия для колебаний давления ставятся с учетом псевдозвуковых возмущений. Такой подход дает возможность построить эффективный и более точный метод расчета по сравнению с обычными методами вычислительной гидродинамики.[1]

Список использованных источников:

1.Применение Акустико-Вихревого Метода для моделирования псевдо-звуковых пульсаций давления и акустический колебаний в центробежных насосах и вентиляторах // URL: http://intere.info/?p=114 (дата обращения: 26.02.2021).

Применение политропического коэффициента полезного действия турбин при термодинамическом проектировании ГТД

Горохов А.В.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

На настоящий момент при термодинамическом проектировании ГТД широко применяются политропические КПД компрессоров. Однако, политропические КПД турбин не получили значительного распространения. Данный доклад посвящён анализу преимуществ, которые могут быть получены при внедрении политропических КПД турбин в процесс оптимизации ГТД.

Политропический КПД характеризует газодинамическое совершенство турбины в отличие от него, изоэнтропический КПД зависит не только от газодинамического

совершенства, но и от перепада давления на турбине, а также свойств рабочего тела. Это связано с эффектом преобразования диссипированной энергии потока в тепло.

Исследование проводится на основе турбовального проводится на основе термодинамической модели турбовального двигателя без свободной турбины, созданной в программном пакете «АСТРА».

Определение значимости использования политропического КПД турбины осуществляется следующим образом:

1. Задаётся некоторое постоянное значение изоэнтропического КПД турбины.

2. Проводится оптимизация параметров цикла ГТД в постановке с поддержанием постоянного изоэнтропического КПД турбины и варьированием степени повышения полного давления в компрессоре. В качестве целевой функции использовался эффективный КПД двигателя.

3. В полученной точке оптимума вычисляется политропический КПД турбины.

4. Проводится оптимизация, аналогичная п.2, но с той разницей, что значение политропического КПД турбины поддерживается постоянным и равным полученному в п.3, а изоэнтропический КПД турбины рассчитывается в зависимости от показателя адиабаты и перепада полного давления на турбине.

5. Проводится сравнение результатов оптимизаций в пунктах 2 и 4 по целевым параметрам.

Согласно проведённым оценкам, преимущества от внедрения данного подхода при оптимизации цикла ГТД составляют оценочно 0,05...0,1 % по топливной эффективности. Кроме этого, было проведено исследование влияния параметров цикла ГТД и значения газодинамической эффективности турбины на получаемые преимущества.

Верификация математической модели ВСУ-117 с помощью пк Thermogte по результатам стендовых и летных испытаний

Горшков А.Ю., Гребеньков П.А., Даничев А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Агульник А.Б.
Филиал ПАО «ОДК–УМПО» ОКБ им.А.Люльки, Москва

Процессы проектирования, доводки и модернизации авиационных ГТД требуют достоверности математических моделей (ММ), отражающих физическую картину процессов функционирования двигателя. Последнее может быть достигнуто идентификацией параметров модели по результатам стендовых и летных испытаний двигателя. В связи с этим разработка методики идентификации, позволяющей снизить трудоемкость указанных работ является достаточно актуальной задачей.

В данной работе решалась задача верификации ММ ВСУ-117 после исключения из облика двигателя основного компрессора с расходом воздуха в расчетной точке равным 1.05 кг/с и замена его на компрессор с большим расходом воздуха равным 1.17 кг/с. Данное мероприятие было выполнено исходя из требований ТЗ по ограничению частоты вращения ротора турбокомпрессора и температуры газа за свободной турбиной.

Данная задача решалась с помощью специального программного комплекса ThermoGTE. [1] В качестве исходных данных были внесены результаты замеров таких параметров двигателя, как частота вращения ротора, расход топлива и полная температура за свободной турбиной, полученные в ходе стендовых испытаний. Следующим этапом было формирование списка поправок на характеристики элементов двигателя. Т.к. изменения облика двигателя коснулись только основного компрессора (ОК), то в качестве независимых переменных (поправок) были приняты масштабные множители расхода ОК, КПД ОК, утечка за рабочим колесом ОК в дисковую полость. Кроме того, для корректного расчета высотных режимов работы ВСУ-117 была добавлена поправочная зависимость на расходную и кпд характеристику ОК. [2]

После формирования исследовательской задачи программой ThermoGTE был осуществлен автоматический поиск решения (симплекс методом), при котором отклонения,

параметров двигателя в результате расчета от замеряемых параметров, составили меньше 0.5%. [3] Итоговые множители расхода и кпд характеристики основного компрессора приняли значения 1.012 и 1.035 соответственно. Последующие испытания вспомогательной силовой установки подтвердили точность верифицированной математической модели.

Список использованных источников:

1. Единая система расчётов ВРД: // Термогазодинамические расчёты ГТД URL:http://thermogte.ru/news/edinaja_sistema_raschjotov_vrd/2020-02-25-41. (Дата обращения: 15.06.2020).

2. В.В. Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Машиностроение, 2012.

3. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. ФИЗМАТЛИТ, 2002. с. 176.

Расчетная оценка влияния сил вязкости рабочего тела малоразмерных ГТД на высотно-скоростные характеристики

Гребеньков П.А., Горшков А.Ю., Даничев А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Марчуков Е.Ю.

МАИ, Москва

Современные авиационные двигатели предусматривают свою эксплуатацию в широком диапазоне высот и скоростей полета, что приводит к существенной разнице параметров рабочего тела на входе в изделие. Наибольшему влиянию изменения входных параметров подвержены малоразмерные ГТД, особенность которых заключается в высоких значениях относительных радиальных зазоров и толщин лопаток, большим относительным ростом пограничного слоя, а так же увеличением вязких сил, сопровождающиеся уменьшением величины КПД узлов.

В работе использовались зависимости динамической вязкости от температуры из различных доступных источников. Расчетная оценка влияния сил вязкости рабочего тела малоразмерных ГТД на высотно-скоростные характеристики проводилась с использованием программного комплекса «ThermoGTE». В зависимости от расчетной средней температуры элемента, вычисляется значение динамической вязкости узлов компрессора, камеры сгорания и турбины, далее проводится расчет числа Рейнольдса для каждого элемента в отдельности и по заданным зависимостям рассчитывается поправка на КПД конкретного узла (для камеры сгорания коэффициент полноты сгорания). Зависимости поправок на КПД были выбраны из опыта ОКБ им. А.Люльки справедливые для двигателей размерности АЛ-31Ф, поэтому для более детальных расчетов есть необходимость в проведении натурных испытаний малоразмерных ГТД, что пока не представляется возможным.

Для расчетного исследования, была выбрана модель двигателя TJ-100S-125 с тягой 1250 Н. Регулирование производилось на режимах работы nnp=const с постоянно выходной площадью сопла. Расчет высотно-скоростных характеристик проводился в диапазоне высот от 0 до 8 км и скоростей от 0 до 0,8 Маха.

В результате расчетов наблюдается снижение значения числа Рейнольдса ниже критического (3·10^5) в узле турбины уже на земле и с ростом высоты тенденция сохраняется. Для остальных узлов снижение значения числа Рейнольдса ниже критического наступает с высоты 5 км. В итоге с учетом вязкости рабочего тела наблюдается рост расхода топлива изделия от 4% до 15%, соответственно большие значение соответствует большей высоте полета, и в следствии этого отмечается рост T*г от 2 до 11%. Объясняется это тем, что при падении КПД узлов возрастает их потребная работа и для достижения потребных значений требуется больше топлива, что приводит к раскрутке ротора и росту температуры в турбине, что в свою очередь повлияет на ресурс изделия.

В результате работы была получена математическая модель двигателя TJ-100S-125 с учетом вязкости рабочего тела, которая оказывает существенное влияния на внутренние

параметры изделия. В дальнейшей работе требуется уточнение зависимостей поправок КПД от числа Рейнольдса.

Список использованных источников:

1. Единая система расчётов ВРД: // Термогазодинамические расчёты ГТД URL:http://thermogte.ru/news/edinaja_sistema_raschjotov_vrd/2020-02-25-41. (Дата обращения: 15.06.2020).

2. В.В. Кулагин Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Машиностроение, 2012.

3. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. ФИЗМАТЛИТ, 2002. с. 176.

Формирование разнофункциональных покрытий низкотемпературными сверхзвуковыми гетерогенными потоками

Григоровский В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Никитин П.В.

МАИ, Москва

Газотурбинный двигатель классический пример сложнейшего устройства, состоящего из множества узлов. Каждый из них характеризуется своими условиями работы. Для повышения надёжности и эффективности двигателя необходимо решить множество задач. Одной из таких задач является выбор материала.

Высокие температуры, механические нагрузки, ограничения по массе и габаритам – всё это и многое другое превращает задачу выбора материала в одну из сложнейших задач при создании двигателя. В настоящее время применение классических конструкционных материалов не может полностью удовлетворить растущие требования.

Одним из вариантов решения данной проблемы является применение функциональных покрытий. Принцип подхода заключается в том, что механическая прочность гарантируется свойствами материала основы, а сопротивление внешним воздействиям достигается формированием на поверхности на поверхности широкой гаммы (по составу и назначению) тонких слоев покрытий из других материалов. В результате обеспечивается повышенная долговечность металлоконструкции даже в экстремальных условиях эксплуатации.

Сегодня разработано множество способов нанесения функциональных покрытий, например, диффузионное насыщение, электрохимический метод, множество газотермических методов и многие другие. Однако все они имеют существенные недостатки связанные в основном с необходимостью применения высоких температур (тысячи градусов), что негативно сказывается на свойствах покрытия.

С целью расширения возможностей газодинамических технологий нанесения покрытий в МАИ в 1991 году был запатентован метод с незначительным подогревом газа-носителя (десятки и сотни градусов), получивший в дальнейшем наименование «Низкотемпературного газодинамического метода»

Предложенный метод и НТГДМ - технологии имеет ряд преимуществ перед альтернативными газотермическими методами. Он выгодно отличается и от широко используемых в промышленности традиционных металлотермических методов нанесения покрытий.

В докладе на основе ранее опубликованных работ рассматривается низкотемпературный газодинамический метод.

Список использованных источников:

1. Никитин П.В. Гетерогенные потоки в инновационных технологиях. – М.:Янус-К, 2010.

Исследование комбинированной силовой установки на базе ТРДД

Грунин А.Н., Алендарь А.Д.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва

Исследование современного рынка авиаперевозок свидетельствует о непрерывном увеличении их объёма [1]. При этом современные трансконтинентальные перелеты между крупными экономическими центрами мира требуют больших временных затрат. Данные факты приводят к выводу о необходимости создания сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов гражданского назначения для различного рода перевозок. Важным преимуществом таких высокоскоростных летательных аппаратов для дальних перелетов должна стать возможность однодневной деловой поездки.

В данной работе проведенно исследование турбопрямоточной комбинированной силовой установки на базе ТРДД с внутренней тягой на бесфорсажном режиме 2000 кгс с коаксиальной схемой расположением контуров и максимальным числом Маха полёта M=5. Расчет параметров и характеристик данной силовой установки осуществлялся с помощью комплексной математической модели [2], которая позволяет производить расчет внутренних и эффективных характеристик.

По результатам исследования было выявлено, что при скоростях полёта соответствующих числу M = 2.9 и более турбокомпрессор уже перестает обеспечивать повышение давления в двигателе. Целесообразный диапазон чисел M перехода на прямоточный режим работы составляет 2,7 – 3,1. Расчётным режимом определения облика входного устройства является режим с числом M=5 и расходом воздуха, соответствующим величине приведенной скорости потока в холодном сечении форсажно-прямоточной камеры 0.2.

Рассмотрены два закона регулирования силовой установки:

• При постоянном приведенном расходе воздуха на входе в двигатель, что соответствует максимальному режиму работы форсажно-прямоточной камеры сгорания;

• При уменьшении приведенного расхода воздуха на входе в двигатель в соответствии с режимом максимальной производительности воздухозаборника.

Показано, что при регулировании по условию максимальной производительности входного устройства силовая установка имеет лучшие эффективные характеристик, несмотря на меньшую удельную тягу.

Также была рассмотрена работа силовой установки на газотурбинном режиме. Показано, что из-за больших размеров входного устройства минимальный расход воздуха через входное устройство превосходит расход через двигатель. При этом для согласования режимов двигателя и входного устройства, применяется перепуск воздуха, величина которого увеличивается с уменьшением числа M полёта. В этом случае из-за потери входного импульса происходит значительное снижение эффективной тяги.

Список использованных источников:

1. Круглова Е.Ю. Анализ долгосрочных тенденций мирового рынка гражданской авиации для выбора конкурентной стратегии авиапроизводителя// Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2015. №1 (56).

2. Грунин А.Н., Силуянова М.В. Математическое моделирование комбинированной силовой установки. Авиационная промышленность. 2020. № 1-4. С 41-46.

Оптимизация и совершенствование методов расчета авторотации газотурбинных двигателей

Данилишин Н.Д., Данилишин Д.Д.
Научный руководитель — Агульник А.Б.
МАИ, Москва

Авторотация — режим вращения ротора газотурбинного двигателя (ГТД) под воздействием скоростного напора набегающего потока при отсутствии вращающего момента на валу ротора от турбины. Авторотационный режим работы двигателя имеет характерную

особенность – отсутствие подогрева рабочего тела в камере сгорания. Температура газа перед сопловым аппаратом турбины примерно равна температуре воздуха на выходе из компрессора. Из этого следует, что работа в данном цикле не совершается, следовательно, турбина не в состоянии вращать компрессор. При этом всю мощность на роторе авиационного ГТД создает именно компрессор. Но данный режим не является рабочим режимом компрессора. Вероятность его неустойчивой работы очень велика.

Создание методик расчета характеристик и математических моделей данного режима работы является актуальной задачей для перспективных двигателей. Исследование процесса и характеристик режима авторотации позволяет повысить уровень эксплуатационных свойств двигателя по нескольким причинам:

• Надежный запуск двигателя в полете. Необходим с точки зрения безопасности полетов и для возможности продолжения выполнения боевого задания;

• Поддержание систем летательного аппарата (ЛА) в воздухе в рабочем состоянии при выключенном двигателе, что так же повышает безопасность полетов;

• Расчет “глубоко” дросселированных режимов двигателя для приведенных частот вращения компрессора nпр=0,4 и ниже. Это позволит увеличить возможности управления двигателем, с помощью программ с более широким диапазоном регулировок систем двигателя.

Если не предусмотреть расчет характеристик на стадии проектирования, то придется прибегнуть к натурным испытаниям, которые повлекут за собой огромные затраты энергии и финансов.

Существующих методов определения характеристик двигателя на режиме авторотации всего две, разработанные ЦИАМ [1] в 1979 году.

• Метод оценки авторотации по данным двигателя на расчетном максимальном, бесфорсажном режиме, при числе Маха M=0, высоте над уровнем моря H=0.

• Метод расчета режима авторотации по характеристикам элементов двигателя. Данная методика использует экспериментальные характеристики элементов и сведения о загрузке самолетных и двигательных агрегатов.

Данные методы дают возможность получить: частоты вращения роторов, мощность на валу, параметры рабочего тела на входе в камеру сгорания. Но используют большое количество допущений, которые серьезно могут повлиять на точность результатов расчетов.

Так же в 2006 г. Дайнеко В. И. [2] в своих трудах предложил метод расчета авторотации аналитическими выражениями на основе уравнением Эйлера, позволяющим определить только основные параметры компрессора, таких как внутреннюю мощность и вращающий момент компрессорной ступени.

В настоящей работе рассмотрены варианты по оптимизации и совершенствованию существующих методов, а также, нахождению новых подходов решения данной задачи. Новые и усовершенствованные методики должны с большой степенью точности, определять:

• Сопротивление авторотирующего двигателя для оценки характеристик ЛА;

• Параметры рабочего тела на входе в камеру сгорания для оценки и отработки высотных запусков двигателя;

• Мощность ротора двигателя, которую можно использовать на нужды ЛА;

• Частоты вращения роторов двигателя, необходимые для нормальной работы вспомогательных агрегатов.

Список использованных источников:

1. РТМ-79. Авторотация // ЦИАМ – 1979.

2. Дайнеко В. И. Авторотация компрессорных ступеней ГТД // Вестник двигателестроения – 2006 - №3 С. 17-20.

Сравнение существующих способов поиска корректирующих множителей на характеристики узлов в составе математической модели авиационного ГТД

Даничев А.В., Горшков А.Ю., Гребеньков П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Агульник А.Б.
МАИ, Москва

Целью данной работы является сравнение способов поиска корректирующих множителей на характеристики узлов с применением программного комплекса. Скорость и точность определения неизмеряемых параметров узлов двигателя является в настоящее время одним из важнейших свойств при параметрической доводке двигателей. Для верификации математической модели по эксперименту требуется наличие ряда измеряемых параметров, позволяющих оценить параметры узлов. Наиболее полное количество измеряемых параметров присутствует на этапе параметрической доводки опытных машин. После получения экспериментальных данных наступает этап верификации математической модели, например, с помощью специализированных программных комплексов. В рассматриваемой работе используется программный комплекс ThermoGTE.

В ОКБ им. А.Люльки реализованы и применяются авторами следующие способы поиска корректирующих множителей на характеристики узлов:

• Способ по-точечной обработки экспериментальных данных

• Способ массовой обработки экспериментальных данных

Поточечный способ представляет собой расчет (анализ) каждой точки замера путем подбора корректирующего множителя на характеристики узлов для получения измеренных параметров. В ходе испытаний количество замеренных точек может достигать сотни, поэтому для обработки каждой точек требуется большее количество времени, но в результате можно проследить параметры двигателя в каждой замеренной точке. Аппроксимация полученного массива обработанных точек позволяет сформировать законы изменения корректирующих множителей с последующим их учетом при расчетах ВСХ или дроссельных характеристик [1].

Способ массовой обработки представляет собой анализ всего массива измеряемых точек, путем расчета дроссельной характеристики, поиска минимального среднеквадратичного отклонения расчетных значений от измеряемых значений и подбора корректирующих множителей с использованием методов многокритериальной оптимизации (IOSO) [2]. Данный способ позволяет оптимизировать по времени полученные результаты испытаний вне зависимости от количества проведенных замеров. Минусом данного способа является осреднение полученных результатов и отсутствие возможности проследить динамику изменения корректирующих множителей по ходу эксперимента

Для повышения точности обоих способов поиска корректирующих множителей требуется:

-качественно выполненная установка измерительных приборов по тракту двигателя;

• Проведение замеров на прогретом двигателе на обратном ходу при снятии дроссельной характеристики.

• Снятие точек замера с шагом по относительной частоте вращения КНД в 2%.

У каждого способа поиска корректирующих множителей есть свои плюсы и минусы, но возможно, симбиоз обоих способов обработки позволит создать наиболее эффективный метод верификации математической модели, как при параметрической доводке ГТД, так и при испытании серийных образцов.

Список использованных источников:

1. Единая система расчётов ВРД: // Возможности ПК ThermoGTE http://thermogte.ru/index/vozmozhnosti_pk_thermogte/0-16. (Дата обращения: 22.02.2021).

2. Программный комплекс IOSO NM: // Решение задач оптимизации с IOSO NM. https://iosotech.com/ru/ioso_nm.htm#1 (Дата обращения: 23.02.2021).

Верификация модели рабочего процесса турбины МГТД

Демахин Р.А., Волков А.А.
Научный руководитель — Зубанов В.М.
Самарский университет, Самара

В настоящее время вычислительная гидрогазодинамика (Computational Fluid Dynamics – CFD) становится всё более популярным инженерным инструментом. Применение компьютерных технологий при создании малоразмерного газотурбинного двигателя и его элементов позволяет не только автоматизировать процесс разработки, но и проводить верификацию и анализ рабочих процессов уже созданных МГТД и их элементов. В данной работе приведены результаты моделирования рабочего процесса турбины существующего МГТД P220-RXi фирмы JetCat [3] с использованием программного обеспечени NUMECA FINETURBO [4].

Детали турбины МГТД JetCat P220-RXi, образующие проточную часть, лопатки и корпус, были образмерены с помощью координатно-измерительной машины ZEISS MMZ G 20/30/20 [5]. На основе измеренных данных в программе NX 8.5 были созданы геометрические модели лопатки и корпуса. При оцифровке геометрии могли быть допущены неточности. На основе полученной таким образом геометрии турбины была создана сеточная модель в программе AutoGrid 5.1. Сеточная модель состояла из 2,0 млн. элементов. С целью получения стабильности решений в программе NUMECA FineTurbo геометрия лопаток и меридиональных сечений была незначительно упрощена: убраны галтели, не учитывалось расширение лопаток вследствие нагрева. Расчет проводился с использованием рабочего тела воздух - Air (Real gas) из стандартной библиотеки Numeca FineTurbo. Уравнения газовой динамики решались с использованием математической модели Turbulent Navier-Stokes, модели турбулентности была задана SpalartAllmaras (SA).

Для моделирования рабочего процесса турбины были использованы следующие граничные условия:

• В качестве рабочего тела используется воздух из стандартной библиотеки Numeca FineTurbo;

• Скорость вращения ротора 117000 об/мин [3];

• Полное давление на входе в турбину 373907 Па, полная температура 1220 К [3];

• Моделирование проводилось в стационарной постановке;

• Для расчёта характеристики на выходе турбины задавалось статическое давление в диапазоне 312 кПа – 110 кПа.

В ходе решения с использованием созданной расчётной модели турбины были получены данные о параметрах работы турбины в зависимости от изменения степени понижения давления $\pi_т^*$. Получена зависимость расхода через турбину от степени понижения давления. На основе полученных характеристик сделаны выводы о правильности полученного решения. Поведение характеристики соответствует теории лопаточных машин.

При $\pi_т^* > 2,1$ происходит запирание горла в турбине и расход далее не изменяется. По результатам расчётных данных получили значение расхода GT = 0,40 кг/с. Массовый расход по справочным данным [3] составляет GT = 0,45 кг/с. Погрешность в 11% может быть связана с допущениями, принятыми в начале работы: отсутствие галтелей, использование воздуха как рабочего тела, холодная геометрия – не учитывается расширение металла при нагревании рабочим телом.

Полученные результаты подтверждают верность течения рабочего тела с физической точки зрения. Число Маха плавно возрастает от входного сечения соплового аппарата к выходному сечению рабочего колеса. Так же наблюдается небольшое завихрение потока на входе в лопатку рабочего колеса (M = 1.8). Полное давление понижается к выходу из ступени турбины

В результате работы была получена характеристика ступени турбины. В ходе дальнейшей работы планируется валидация характеристики турбины и исследование влияния параметров численной модели на результаты расчета.

Список использованных источников:
1. Численное моделирование рабочего процесса свободной турбины совместно с турбинами низкого давления, переходным каналом и выходным устройством [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т); [авт.-сост. О. В. Батурин, Е. С. Горячкин, Д. А. Колмакова, Г. М. Попов, А. И. Леденев,]. - Самара, 2013. - on-line
2. NUMECA Theoretical manual FINETM/Turbo v9.0. - Brussels: NUMECA International, 2013. - 151 p.
3. Параметры двигателя P220-RXi. [Электронный ресурс] / JetCat – URL: https://www.jetcat.de/en/productdetails/produkte/jetcat/produkte/hobby/Engines/p220-rxi (дата обращения 9.12.2021).
4.NUMECA FINETURBO. [Электронный ресурс] / NumecaRussia: http://numeca.ru/fine-turbo/ (дата обращения 9.12.2021).
5. Development of compensation procedure for systematic errors of coordinate measuring machines with standard tooling / Ruzanov N.V., Bolotov M.A., Pechenin V.A. - Research Journal of Applied Sciences. 2014. V. 9. № 12. P. 1082–1086.

Разработка расчетной модели переходного канала малоразмерного двухконтурного газотурбинного двигателя

Демидюк И.В., Птицын И.С.
ФГУП ЦИАМ им. П.И.Баранова, Москва

Разработка расчетной модели переходного канала малоразмерного двухконтурного газотурбинного двигателя

И.В. Демидюк

Ключевые слова: переходный канал, малоразмерный двухконтурный газотурбинный двигатель

Отечественная авиационная промышленность в настоящее время заинтересована в разработке малоразмерных газотурбинных двигателей класса мощности до 500 л.с. При этом в зависимости от типа и назначения летательного аппарата, могут быть востребованными как турбореактивные (ТРД), так и турбовальные (ТВД) или турбовентиляторные (ТВРД) двигатели. При разработке ТВРД важное значение придается зоне, в которой происходит разделение потока воздуха между контурами, - переходному каналу. Переходный канал конструктивно представляет собой литую деталь круглого сечения, являясь входным устройством центробежного компрессора ТВРД.

Расчетное исследование переходного канала проводится с целью оценки потерь полного давления в переходном канале, количественной оценки скорости потока и массового расхода воздуха и получения равномерного поля на входе в компрессор.

Можно выделить следующие этапы создания расчетной модели:

• Разработка конструкции переходного канала и создание его параметрической 3D модели;
• Выбор расчетного сектора исследуемого узла;
• Создание сеточной модели расчетного сектора исследуемого узла;
• Выбор граничных условий;
• Поиск решения;
• Анализ результатов расчета.

На первом этапе была разработана и спроектирована геометрическая 3D модель переходного канала в CAD системе. В качестве расчетного сектора выбран участок, равный 1/3 от всей 3D модели (1200).

Следующим шагом является создание расчетного сетки в CFD-пакете. Здесь происходит разбиение твердотельной 3D модели на отдельные ячейки. Перед созданием сетки необходимо указать и задать названия поверхностей исследуемого узла:

• Inlet (входная часть переходного канала);

• Outlet (выходная часть переходного канала);

• Wall (стенки);

• Periodic (условие периодичности, так как расчетный сектор составляет 1/3 от общей 3D модели).

Необходимо учитывать, что качество сеточной модели влияет на точность, сходимость и скорость получения решения, поэтому в данном расчетном случае следует указать качество сетки «Fine» (точная сетка) и установить пространственное разрешение 1 мм. Как показывает практика, дальнейшее сгущение расчетной сетки не влияет на результаты.

После построения сеточной модели и ее проверки следует добавить в расчет требуемый набор уравнений:

• Уравнение неразрывности;

• Уравнения моментов количества движения;

• Уравнения турбулентной модели (k-epsilon Realizable).

Настройка граничных условий (Boundary Conditions) предусматривает задание параметров на входной и выходной поверхностях (Inlet и Outlet соответственно) исследуемого переходного канала. Задание параметров строго зависит от исследуемой задачи. В данном случае на входной поверхности (Inlet) были заданы следующие параметры:

• Давление (Pressure);

• Температура (Temperature);

• Гидравлический диаметр (Hydraulic Diameter), для кольцевых сечений равен диаметру сечения;

• Интенсивность турбулентности (Turbulent Intensity).

Аналогично на выходной поверхности (Outlet):

• Массовый расход воздуха (Mass Flow Rate);

• Гидравлический диаметр (Hydraulic Diameter), который для кольцевых сечений равен диаметру сечения;

• Интенсивность турбулентности (Turbulent Intensity).

Выполнение решения операцией «Run Calculation». Необходимо задать количество итераций. В работе получение решения достигалось за 500 итераций. Важно понимать, что количество итераций строго зависит от поставленной задачи. После решения нужно посмотреть результаты расчета, чтобы убедиться, что распределение параметров адекватно моделируемому процессу.

В результате расчета переходного канала были получены поля скоростей, давлений, произведена оценка потерь полного давления в переходном канале, количественная оценка скорости потока на входе и выходе, количественная оценка массового расхода воздуха на входе в переходный канал. Анализ и интерпретация данных показали необходимость доработки геометрии 3D модели переходного канала. Разработанная расчетная модель переходного канала с применением параметрического проектирования позволит осуществить доработку объекта по требованиям проектанта с минимальными временными затратами.

Список использованных источников:

1. Осипов И.В., Ремчуков С.С. Малоразмерный газотурбинный двигатель со свободной турбиной и теплообменником системы регенерации тепла в классе мощности 200 л.с. // Вестник Московского авиационного института. 2019. Т. 26. № 2. С. 81-90.

2. Шаблий Л.С., Кривцов А.В., Колмакова Д.А. Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS FLUENT. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2017. – 108 с.

3. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Постановка и решение задач в процессоре FLUENT. Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект. -строит. ун-та, 2013. – 79 с.

Истечение зернистого материала в системе подачи гранулированного твердого топлива

Елькин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Малинин В.И.
ПАО НПО «Искра», ПНИПУ, Пермь

Актуальным направлением развития ракетно-космической промышленности является создание двигателя для космических летательных аппаратов (КЛА), предназначенных для изменения и корректировки орбит космических объектов (“космический буксир”). В качестве космических объектов могут выступать космические орбитальные станции, спутники (как действующие, так и недействующие). Недействующие спутники, корпуса ракетоносителей и т.д. являются космическим мусором (КМ). Для уничтожения космического мусора существуют разные пути, например, снижение высоты орбиты (для того, чтобы КМ сгорал в плотных слоях атмосферы) и увеличение высоты орбиты (для отправки КМ на орбиту, не представляющие угрозы для активных космических объектов и для пилотируемой космонавтики).

Двигательная установка для КЛА, решающего задачу корректировки орбиты КМ, должна обладать простой конструкцией, осуществлять регулирование тяги и иметь возможность дозаправки.

В работе [1] предлагается ракетный двигатель на гранулированном твердом топливе (РДГТТ), он заимствует сильные стороны широко распространённых силовых установок, ракетного двигателя на твердом топливе (РДТТ) и жидкостного ракетного двигателя (ЖРД): он способен осуществлять многоразовое включение и глубокое регулирование тяги за счет спроектированной системы подачи гранулированной смеси.

В качестве аналога системы подачи гранулированного твердого топлива (СПГТТ) выбрана система регулируемой подачи порошка металла [2]. Её преимуществом является наличие специальной конструкции клапана, который позволяет существенно увеличить угол раскрытия струи потока гранул и обеспечить равномерность его распределения по объему камеры сгорания [3].

Подача гранулированного топлива осуществляется за счет объемных сжатого газа [3]. Для понимания физики процесса истечения гранулированного топлива большое значение имеет определение скоростных характеристик топлива, т.е. зависимости скорости истечения частиц (гранул) топлива от давления газа перед выпускным отверстием [3].

Для анализа истечения гранулированного потока нужно оценить изменение критического отношения давлений на основном диапазоне работы СПГТТ. Равновесное критическое отношение давлений меняется крайне незначительно и в данном случае может быть принято 0,6 [3]. Используя методику расчета критического истечения порошка, применяем ее относительно гранулированного топлива. При давлении 6 МПа перед выпускным отверстием скорость истечения гранул составляет ~90 м/с (для алюминия при давлении 6 МПа, скорость составляет ~70 м/с [3]). Скорость истечения порошка алюминия меньше из-за его более высокой плотности частиц по сравнению с плотностью гранул (алюминий – 2,7 г/см3, гранулы – 1,8 г/см3).

Такая большая скорость недопустима, из-за того, что время пребывания гранулы в камере существенно уменьшается.

При времени пребывания частицы в КС менее 10 мс, процесс воспламенения и сгорания крупных гранул (размером более 100 мкм) не успеет произойти. Поток гранул требует торможения. В системе подачи порошкообразного алюминия данная задача решается, с помощью особого устройства – сталкивателя [4].

Поток порошка, проходя через запорно-регулирующий клапан и попадая в сталкиватель, разделяется на несколько струй, которые сталкиваются в точке, в следствие чего происходит торможение частиц металла и увеличение угла раскрытия результирующей струи. Конструкция узла распыления порошка обеспечивает низкую скорость частиц металла (<10

м/с) и их равномерную концентрацию в поперечном сечении. Такое устройство может использоваться и в системе подачи гранулированного твердого топлива.

Список использованных источников:

1. Елькин А.В., Малинин В.И. Ракетный двигатель на гранулированном твердом топливе // Аэрокосмическая техника, высокие технологии и инновации. Материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции. 2019. Пермь: Изд-во ПНИПУ в 2 ч. Т. 2 – 221. С. 65 – 68.

2. Малинин В.И., Коломин Е.И., Антипин И.С. Воспламенение и горение аэровзвеси алюминия в реакторе высокотемпературного синтеза порошкообразного оксида алюминия // Физика горения и взрыва. 2002. Т.38, №5. С.41 – 51.

3. Земерев Е.С. Критическое истечение сыпучих материалов в пневмотранспортной системе подачи порошков // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. ПНИПУ. 2017. 20 с.

4. Малинин В. И. Внутрикамерные процессы в установках на порошкообразных металлических горючих. — Екатеринбург–Пермь: Изд-во УО РАН, 2006. — 262 с.

Применение водородных топливных элементов в электроавиации

Ермаков Д.С.

МАИ, Москва

В последние годы человечество волнуют экологические проблемы, вязанные с выбросом выхлопных газов при использовании двигателей, работающих на нефтепродуктах. Одним из способов решения этих проблем является переход на электрическую тягу, который все больше находит применение во всех областях транспортной отрасли. На улицах все чаще можно встретить электомобили (личный транспорт), электроавтобусы (общественный транспорт). В крупных городах появляется разветвленная сеть зарядных станций для электротранспорта и т.д.

Переход на электротягу не обошел стороной и авиационную отрасль. В частности, в сегменте легкомоторной авиации представлен ряд моделей которые служат для перелета не небольшие дистанции (К примеру двухместный самолет Pipistrel Alpha Electro от словенской компании с максимальной дальностью полета 139 км. Самый большой электросамолет «eCaravan» от компании AeroTEC, выполенный на базе Grand Caravan Cessna 208B, который рассчитан уже на 9 пассажиров). Наиболее резонно применять эти модели как личный транспорт в старнах европы, где малая авиация высоко популяризована. Также представлен ряд концептов для авиаперевозок на дальние расстояния. Например «SUGAR Volt» от компании Boeing - концепт гибридного самолета, который позволяет значительно снизить выбросы в атмосферу, преходя на электротягу в режиме крйсерского полета на эшелоне.

Основным сдерживающим фактором в развитии электротяги является недостаточная электроемкость аккумуляторов при их массогабаритных показателях. Однако существуют альтернативные источники электроэнергии, такие как топливные элементы(далее ТЭ).

Общее количество энергии, запасенной в таком источнике, определяется, в отличие от химического аккумулятора, не массой гальванических ячеек, а запасом водорода в водородном химическом картридже или баллоне и, соответственно, массой такого картриджа.

Предварительная оценка показывает, что при энергосодержании выше 10 кДж масса системы на ТЭ ниже массы аккумулятора с аналогичным энергосодержанием в 2-3 раза, что является существенным показателем для авиационной отрасли.

Отсутствие глобального и повсеместного внедрения подобных систем в качестве источника электрической энергии в электротранспорте подчеркивает актуальность данного исследования.

Гипотеза исследования заключается в следующем: необходима оценка потенциала применения топливных элемнетов в электроавиации на сегодняшний день, что позволит

актуализировать знания в этой области и выдвинуть новые пути решения задачи применения топливных элеметов.

Значимым примером успешности применения данной технологии является российский проект БПЛА «Инспектор-1» – Российский беспилотник с перспективным водородно-воздушным топливным элементом, который сможет находиться в воздухе от 40 до 45 часов. Что является колоссальным в сравнении с полетом БПЛА на аккумуляторах (порядка 1-1,5ч).

Также автор исследования анализирует результаты разработок воздухоохлаждаемого самоувлажняющегося топливного элемента в «НИЦ «Курчатовский институт» и подбора оптимальных режимов его работы.

Список использованных источников:

1. Баранов Иван Евгеньевич. Фатеев Владимир Николаевич. Порембский Владимир Игоревич.Калинников Александр Александрович. «Авиационная силовая установка на водородовоздушных твердополимерных топливных элементах». [Электронный ресурс] / Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aviatsionnaya-silovaya-ustanovka-na-vodorodovozdushnyh-tverdopolimernyh-toplivnyh-elementah. (Дата обращения 1.02.2020)

2. Pipistrel [Электронный ресурс]/ сайт компании-приизводителя. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: http://pipistrel.ru/model/alpha_electro. (Дата обращения 5.02.2020)

3. 3DNews Daily Digital Digest [Электронный ресурс]/ независимое российское онлайн-издание, посвященное цифровым технологиям. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://newatlas.com/aircraft/electric-cessna-worlds-largest-zero-emission-aircraft/ (Дата обращения 5.02.2020)

4. Boeing «SUGAR Volt» [Электронный ресурс]/ сайт компании Boeing. Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: https://www.boeing.com/features/2012/05/sugar-volt-boeing-hybrid-electric-aircraft-05-2-12.page (Дата обращения 5.02.2020)

Применение термографического метода исследования образцов из полимерных композиционных материалов при испытании на усталость

Ерофеев Т.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Архипов А.Н.

МАИ, Москва

В настоящее время использование полимерных композиционных материалов (ПКМ) в авиационных двигателях является актуальной задачей. Например, их применение возможно для изготовления корпусных деталей компрессора низкого давления, которые менее подвержены воздействию механических и газодинамических нагрузок, чем детали ротора. Тем не менее, возникает необходимость в оценке работоспособности таких деталей при эксплуатационных нагрузках, в частности, при возбуждении колебаний.

Для оценки динамической прочности разделителя потоков компрессора, изготовленного из слоистого эпоксидного углепластика, было предложено проводить усталостные испытания конструктивных элементов, вырезанных из окончательно изготовленной композитной детали [1]. Предварительно были проведены расчеты частот и форм колебаний целой детали и вырезанных из нее элементов.

При подготовке и проведении усталостных испытаний элементов проводилось измерение динамических напряжений и перемещений с помощью тензорезисторов и лазерного датчика. Одновременно проводилось измерение температур на поверхности образца тепловизором, который позволяет наблюдать за эффектом саморазогрева, характерного для колеблющихся слоистых ПКМ [2].

На начальном этапе испытаний определялось распределение температуры по поверхности образца и оценивалась ее зависимость от распределения динамических напряжений при колебаниях, определенных в ходе трехмерных конечно-элементных расчетов ортотропной модели и верифицированных с помощью тензометрических и лазерного датчиков.

Далее, при проведении усталостных испытаний с помощью тепловизора проводилась проверка возможности определения появления и роста усталостных трещин, которые приводят к росту локальной концентрации напряжений и соответствующему повышения температуры.

Периодически усталостные испытания прерывались и проводилась проверка роста усталостных трещин с помощью электронного микроскопа.

Таким образом, по данным термографии, возможно зафиксировать момент зарождения трещин, установить их скорость роста и уровень динамических напряжений. Это позволяет более корректно провести испытания на усталость и оценить, в какой момент трещины оказывают критическое влияние на несущую способность образца.

1. Ravikovich Y.A., Kholobtsev D.P., Arkhipov A.N. and Popov G.V. Estimation of fatigue margins for composite parts of aircraft engine on the base of vibration tests // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 2020. Vol. 868. P. 012027. doi:10.1088/1757-899X/868/1/012027

2. Katunin A. Criticality of the Self-Heating Effect in Polymers and Polymer Matrix Composites during Fatigue, and Their Application in Non-Destructive Testing // Polymers. 2019. Vol. 11(1). P. 19. doi:10.3390/polym11010019

Разработка воздухозаборных устройств для высокоскоростных летательных аппаратов

Ефимов Д.Е., Чигарёв М.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

В конструктивных схемах воздухозаборных устройств (ВЗУ) для различных сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) одно – и многоразового использования существуют различные проблемы, связанные, в том числе, и с перегревом и прогаром ВЗУ.

В докладе проведена общая классификация ВЗУ: по форме входного канала, по расположению на ЛА, ГЛА, по типу наружного и внутреннего охлаждения, по охладителям и другим параметрам.

Проанализированы возможности жидких углеводородных горючих и охладителей для их применения в рубашках охлаждения ВЗУ.

Проведены экспериментальные исследования особенностей тепло-вых процессов в жидких углеводородных горючих и охладителях в условиях естественной и вынужденной конвекции при докритических, критических и сверхкритических параметрах по давлению и температуре.

На основе экспериментальных исследований с жидкими углеводородными горючими и охладителями разработаны новые конструктивные схемы охлаждаемых ВЗУ.

В качестве охладителей предполагается использование штатных углеводородных горючих из баков ЛА, ГЛА, включая сжиженный природный газ (СПГ) метан.

Рассмотрены все случаи полной или частичной конверсии горючего (охладителя) в охлаждающих каналах ВЗУ.

Показаны этапы проектирования, расчёта и создания новых ВЗУ повышенных характеристик для различных ЛА, ГЛА одно – и многоразового использования.

Новые конструктивные схемы ВЗУ отличаются от существующих тем, что в них используются позитивные тепловые процессы (особенно в зоне критических давлений), а также ведётся всесторонняя борьба с негативными, например, с осадкообразованием. Это позволяет увеличить ресурс, надёжность, эффективность, неуязвимость, выживаемость и безопасность новых ВЗУ.

Доклад сопровождается новыми и запатентованными конструктивными схемами различных ВЗУ для ЛА, ГЛА одно – и многоразового использования.

Описание подходов для создания регулирующего устройства системы контроля двигателя

Завьялова М.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва

Число отказов, приходящихся на двигательные установки, доходит до 41% от общего количества аварий. Для решения данной проблемы, предлагается усовершенствовать работу системы контроля двигателя посредством создания модернизированного регулирующего устройства.

В настоящее время существует автоматизированная система контроля ракетного двигателя. Ее целью является обеспечение безопасности проведения предпусковых операций на двигателе и выдача отбойной команды на прекращение подготовки или на аварийное выключение двигателя после подачи первой команды на запуск без отказа материальной части как самого двигателя, ракеты так и стартового сооружения.

Датчики, согласующая аппаратура, алгоритмы для самопроверки системы и контроллер для формирования отбойной команды – являются частями регулирующего устройства системы контроля. Таким образом, можно сказать, что регулирующее устройство является самой важной частью системы контроля.

Принцип работы регулирующего устройства состоит из последовательно поступающих сигналов на датчики, их обработку, проверку и выдачу команды (на остановку работы или на ее продолжение).

Для создания регулирующего устройства, предлагается использовать гибридизацию подходов. В процессе разработки регулирующего устройства взять за основу структурный подход для моделирования системы контроля и регулирующего органа в целом, а при детализации частей регулирующего устройства, связанных непосредственно с контролем информации, а не с ее обработкой использовать модели, построенные на основе алгоритмов.

Топологическая и параметрическая оптимизация кронштейна подвески

Зеленкевич А.Д., Никулин А.В., Сорока О.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уланов А.М.
Самарский университет, ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

В авиастроении и космонавтике всегда старались снизить вес. Всего существует два варианта облегчения конструкции: 1) использование новых материалов; 2) создание конструкций на основе генеративного проектирования.

Генеративное проектирование представляет собой комплекс мер, главной задачей которого является снижение веса конструкции с сохранением или увеличением заданных прочностных характеристик.

Наиболее подходящий способ изготовления - аддитивные технологии. Главным преимуществом является создание сложной геометрии, которую практически невозможно изготовить с помощью традиционных способов производства. Однако, это очень дорогой процесс, поскольку, возможны какие-либо дефекты в продукции и большие затраты на материалы. Еще одним существенным минусом аддитивных технологий является длительный процесс изготовления детали, что неприемлемо в массовом и серийном производстве.

Масса кронштейна прототипа составляет 10,9 кг, коэффициент запаса (отношение предела текучести материала к максимальным эквивалентным напряжениям) 6,9, материал – сталь 30ХГСА.

В данной исследовательской работе была произведена топологическая и параметрическая оптимизация кронштейна подвески перспективного авиационного двигателя в программном комплексе ANSYS Workbench 18.1, на основе реально существующего прототипа, представляющего собой монолитную деталь с большим

количеством избыточного материала, не выполняющего какой-либо функциональной нагрузки.

В ходе выполнения работы был произведен прочностной расчёт прототипа, на основе которого, с помощью топологической оптимизации, сформирована геометрия. Затем, с помощью SIEMENS NX 12.0, на основе результатов, была построена твердотельная модель, которая снова рассчитана на прочность с аналогичными граничными условиями, что и для прототипа. Дополнительно, для обеспечения требуемых прочностных характеристик, была произведена параметрическая оптимизация полученной модели. Затем, полученная геометрия была изготовлена с помощью аддитивных технологий из PLA пластика в масштабе 1:2 для дальнейших исследований с целью экономии денежных средств.

По результатам работы масса снизилась на 82,9%, по сравнению с весом кронштейна прототипа, однако, было принято допущение по коэффициенту запаса: так как, в нормах прочности для деталей ГТД не указан минимальный коэффициент запаса для кронштейнов подвески, то был принят минимальный коэффициент запаса равный 1,4 (как и для диска), поскольку вибрации и малоцикловая усталость (нет нагрева) не очень большие, по сравнению с лопаткой.

Для завершения работы необходимо провести прочностной расчет полученной модели с учетом характеристик PLA пластика для определения разрушаемых напряжений и сопоставить теоретические результаты с экспериментальными.

Оценка качества профилирования сопла Лаваля методом обратной задачи

Зотикова П.В., Кучеров Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лепешинский И.А.
МАИ, Москва

В настоящей работе проведена оценка качества профиля сопла Лаваля, полученного методом решения обратной задачи, с использованием тригонометрического закона распределения давления по оси сопла.

Поскольку система тригонометрических функций является полной,что даёт возможность получения любого профиля сопла, путем варьирования степенных коэффициентов m1 и m2, за счет этого возможно решить задачу, результатом которой профилируется наиболее оптимальная геометрия сопла.

Расчет потерь полного давления от трения проводился дифференцированным использованием формулы Дарси-Вейсбаха.

Полученные таким образом профили рассчитывались в двумерной постановке, после чего осреднялись по энергии, расходу и количеству движения; и энтропии. Критериями качества были приняты: коэффициент восстановления полного давления и эксергетический КПД.

Список использованных источников:

1) Лепешинский И.А., Кучеров Н.А., Карпекина Э.О. «Расчёт сопла Лаваля методом решения обратной задачи»

2) Лепешинский И.А. Газодинамика одно- и двухфазных течений в реактивных двигателях. – М.: Изд-во МАИ, 2003. – 276 с.: ил.

3) Лепешинский И.А., Антоновский И.В., Гузенко А.А., Истомин Е.А., Решетников В.А.Оптимизация двухфазных течений с помощью решения обратной задачи. МЖГ 1916,№1.с.72-77..

4) Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. В 2 ч. Ч. 1: Учеб. Руководство: Для втузов. - 5-е изд., перераб. И доп.- М.: Наука. Гл. ред. Физ-маи. лит., 1991.- 600 с.- ISBN 5-02-012015-5.

5) Черкез А.Я. О некоторых особенностях осреднения параметров в сверхзвуковом газовом потоке..Изв.Академии наук СССР, ОТН, №4, 1962..стр.23-28.

6) Лепешинский И.А. К вопросу об осреднении параметров неодномерного потока. Международный научно исследовательский журнал. 2015. №6 с.87-96

Исследование термоокислительной стабильности синтетических масел для авиационных ГТД и редукторов вертолётов

Ильина М.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Яновский Л.С.
ФГУП ЦИАМ им. П.И. Баранова, Москва

Рост теплонапряженности является общемировой тенденцией развития авиационного двигателестроения. Термоокислительная стабильность (ТОС) масел является критическим эксплуатационным свойством и, в большой степени, определяет возможность применения и ресурс масла.

В настоящее время не существует расчетных методов определения степени деградации масел в процессе окисления, а также математических моделей, описывающих изменение параметров масла в зависимости от времени и температуры окисления.

Предложена методика определения значений параметров масел в зависимости от времени и температуры окисления с помощью уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа.

На основании полученных расчетными методами данных были разработаны математические модели на основе уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа, описывающие изменения кинематической вязкости при температурах 100 °С и минус 40 °С, а также кислотного числа от температуры и времени окисления для штатного масла ЛЗ-240, а также новых отечественных авиационных масел на основе эфиров полиолов с вязкостью 5 мм2/с со стандартным (масло STD) и повышенным уровнем (масло HTS) ТОС, а также масло с вязкостью 4 мм2/с с повышенным уровнем ТОС (масло Gr4).

Построены зависимости температуры окисления масел от времени окисления, при которых достигаются предельно допустимые значения параметров масла с помощью обоих моделей. Исследованные масла обладают наименьшим запасом качества по кислотному числу. Время достижения ПДЗ кислотного числа меньше, чем время достижения ПДЗ вязкости.

Верификация показала, что точность зависимостей в диапазоне температур окисления 200-240 °С и времени окисления до 50 часов на основе уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа сопоставима и не превышает 10%.

Оценка мощности лазерных установок реактивной тяги космических летательных аппаратов

Кадиров А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сочнев А.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время для вывода искусственных спутников земли на околоземную орбиту используются ракетоносители с ракетными двигателями на химическом топливе. При этом, скорость истечения продуктов сгорания из сопла составляет в среднем порядка 3000 м/с. При таких, относительно небольших скоростях истечения, масса ракетоносителя в основном состоит из массы компонентов топлива, а полезная нагрузка занимает незначительную часть от массы всей системы. Одним из эффективных вариантов для выведения космических аппаратов на орбиту земли является космический летательный аппарат с малой начальной массой, на которой установлен лазерный ракетный двигатель, использующий энергию внешнего лазерного источника [1, 2]. Основная проблема состоит в создании лазеров достаточной мощности.

В работе [3] приведена формула и посчитаны необходимые мощности лазерного излучения для вывода на орбиту Земли космических летательных аппаратов с различными начальными массами. Для аппарата с начальной массой в 100 кг требуется лазер с мощностью уже выше 10 МВт: для 100 кг – 12.5 МВт, 200 кг – 25 МВт и 37,5 МВт мощности для начальной массы в 300 кг.

В современном мире существуют много разновидностей лазеров. Например, полупроводниковые, газовые, лазеры на свободных электронах, волоконные,

газодинамические лазеры. Резунков Ю.А. в своей работе [6] выделил лазеры трех классов мощностей: лазеры 100 кВт мощности – для коррекции и стабилизации спутников на низких орбитах; лазеры мощностью 10 МВт и выше – для запуска космических аппаратов с начальной массой до 100 кг и для полетов орбитальных аппаратов (до 10000 кг); десятигигаваттные лазеры и выше – для межпланетных полетов с субкосмическими скоростями.

Стокиловаттные лазеры создаются на основе твердотельных лазеров с диодной накачкой (с длиной волны λ=1.05 мкм) и волоконных лазеров. Также существуют непрерывные химические мегаваттные лазеры для контроля околоземного космического пространства (их спектр излучения от 2.5 мкм до 4.2 мкм). Для минимализации или исключения влияния атмосферы на передачу энергии излучения к космическим аппаратам лазер должен излучать в диапазоне λ=0.5 – 1.5 мкм. С такой целью могут быть использованы кислородно – йодные лазеры с λ= 1.315 мкм [6].

Применение лазерных ракетных двигателей для вывода космических летательных аппаратов на околоземную орбиту является одним из перспективных направлений в космонавтике. Но, для реализации этой идеи требуется решить ряд проблем, например: создание двигателей с высокими характеристиками, доставка лазерной энергии к летательному аппарату через земную атмосферу. Наверное, самым сложным является создание мощных лазеров (10 МВт и выше). В настоящее время есть лазеры воздушного и наземного базирования с мощностью от 10 до 100 кВт и от 100 до 1000 кВт [8], но эти мощности недостаточны для вывода космических аппаратов на орбиту. Их можно использовать, например, для орбитальных полетов, коррекций орбит и систем стабилизации [3]. Создание мегаватных лазеров ограничены различными технологическими проблемами, для которых требуется разработка специальных сред и методов накачки их энергией [6].

Список использованных источников:

1. 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.

2. Саттаров А.Г., Сочнев А.В., Бикмучев А.Р., Зиганшин Б.Р. Оценка приращения скорости космического летательного аппарата на лазерной тяге // Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга, 2019. С. 355-357.

3. Станкус Д.А. Определение энергетических характеристик установок реактивной тяги для космических летательных аппаратов, использующих энергию лазерного излучения // XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых). – Казань, 2019, с. 358 – 364.

4. Саттаров А.Г. Концепция космического ЛА с малой начальной массой, выводимого на околоземную орбиту лазерным ракетным двигателем // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2008, с. 41 – 45.

5. Pirri A.N., Weiss R.F. Laser propulsion // Proc. of 5th Fluid and plasma dynamics conf. Boston, 1972. AIAA Paper. N. 1972-719. p.10.

6. Резунков Ю.А. Лазерные системы реактивной тяги // Природа. 2017. № 4 (1220). С. 3-13.

7. Базухаир М.А. Концепция стратосферного многоцелевого дирижабля с лазерным питанием из лазера космического базирования // Молодой ученый – Казань, 2015, №2, с. 126 – 130.

8. Injeyan Ed. H., Goodno G.D. High Power Lasers: Handbook – N.Y., 2010. P. 573.

9. Локтионов Е.Ю., Майорова В.И., Телех В.Д. Способ перемещения объектов космического мусора с постепенным использованием его вещества космическим аппаратом, оснащенным лазерной двигательной установкой. Патент RU 2679938 C1, МПК B64G 1/26, 26.12.2017.

Экспериментальное исследование эффективности новых конструкций систем охлаждения теплонагруженных стенок камер сгорания газотурбинных двигателей

Кащеев И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва

Конструкция газотурбинного авиационного двигателя содержит большое количество элементов, которые подвергаются значительным тепловым нагрузкам. Одним из важнейших таких элементов является камера сгорания (КС) газотурбинного двигателя (ГТД). Для повышения эффективности работы всей системы необходимо обеспечить эффективное охлаждение теплонагруженной стенки КС. На современных ГТД применяется комбинированное конвективно-плёночное воздушное охлаждение.

Отработка новых конструкторских решений систем охлаждения сразу на функционирующих изделиях может быть затруднена ввиду необходимости проработки всей КС целиком, а так же её изготовления и последующей обработки. Для уменьшения затрат времени и ресурсов используются отдельные стенды с имитацией работы различных модулей двигателя. Также благодаря развитию программных комплексов возможен расчёт подавляющего большинства деталей и узлов современных ГТД. Но такие методы расчёта не всегда полностью подходят для решения конкретной задачи, они упрощают многие переменные и идеализируют модели поведения. Поэтому важно проводить испытания для определения и подтверждения различных параметров.

В данной работе рассматривается возможность создания экспериментальной термодинамической установки для отработки новых конструкций систем охлаждения КС. Установка состоит из двух зон с различными по термодинамическим параметрам потокам для обеспечения конвекционного теплообмена. Имитируются условия, близкие к условиям в камере сгорания микро ГТД.

Сделана трёхмерная модель установки. Конструкция выполнена по модульной схеме для увеличения универсальности и проведения экспериментов при различных установившихся режимах. Предусмотрено активное охлаждение теплонагруженных участков. Благодаря аддитивным технологиям стало возможным изготовление пилонов сложной формы для датчиков съёма давления и температуры.

Для полученной модели была решена задача протекания термодинамических процессов с помощью программного комплекса Ansys CFX. Расчёты показали, что установка способна моделировать условия, близкие к необходимым. Прочностной расчёт в условиях рабочих температур подтвердил работоспособность модели. Ведётся дальнейшая работа по улучшению конструкции установки, и отработки технологических решений для изготовления.

Список использованных источников:

1. В.Ю. Абрашкин, П.Е. Юдин, «Поля температур и гидравлические потери в камерах сгорания малоразмерных газотурбинных двигателей,» Технические науки УДК 621.43-224.3,2007.

2. А.В. Агапов, В.Н. Богданов, Д.А. Боровиков, А.В. Ионов к.т.н., С.Д. Селиверстов, П.А. Стариков, «Математическая идентификация и проблемы проектирования малоразмерных ГТД,» Научно-технический вестник Поволжья №6, ISSN 2079-5920, 2016.

3. М.Ю. Грязнов, С.В. Шотин, В.Н. Чувильдеев, «Физико-механические свойства и структура сплава Inconel 718, полученного по технологии послойного лазерного сплавления,» Физика твёрдого тела Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, № 4 (1), с. 46–51, 2014.

4. В.С. Кузьмичев, А.Ю. Ткаченко, Я.А. Остапюк, «Особенности компьютерно моделирования рабочего процесса малоразмерных газотурбинных двигателей,» Авиационная и ракето-космическая техника, УДК 621.452.3: 004.942, 2016.

5. А.М. Ланский, С.В. Лукачев, С.Г. Матвеев, «Современное состояние проблемы и пути улучшения характеристик рабочего процесса камер сгорания малоразмерных газотурбинных двигателей,» Научный вестник МГТУ ГА, УДК 621.452.3, 2014.

6. Alexander V. Murray, Peter T. Ireland, Tsun Holt Wong, Shaun Wie Tang, Anton J. Rawlinson, «High Resolution Experimental and Computational Methods for Modelling Multiple Row Effusion Cooling Performance,» Int. J. Turbomach. Propuls. Power, 2018.

7. T. Kenichiro, «Study on the Thermal and Flow Fields of Shaped Film-Cooling Holes,» Heat Transfer Research, T. 42, No 1, 5-8, 2011.

Изучение горения метановоздушных струй с учетом влияния масштабного фактора

Клюев А.Ю.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гурьянов А.И.

РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

Развитие технических устройств в области энергетики формирует спрос на портативные источники энергии высокой емкости. Автономными источниками энергии, получившими наибольшую популярность, являются литий-ионные батареи. Однако они не позволяют обеспечить продолжительную работу технических устройств с высоким энергопотреблением, вследствие низкой энергетической плотности, около 200 Втч/кг [1,2,3]. Альтернативным вариантом электрохимическим батареям предлагаются источники энергии на основе углеводородного топлива, в которых химическая эксергия реагирующих веществ в процессе горения в микрокамере сгорания переходит в тепловую энергию. Тепловая энергия может быть преобразована в электрическую за счет механических или электрических преобразователей.

Основным преимуществом таких батарей является высокая плотность энергии углеводородного топлива, значение которой в 60-70 раз больше, чем у электрохимических аккумуляторов.

Проектирование микрокамер сгорания требует понимания закономерностей процесса горения и структуры пламени на микромасштабном уровне. Для исследования влияния масштабного фактора на физику протекания процесса, в работе выполнено численное моделирование горения топливно-воздушных струй на трех пространственных масштабах: 10^{-2}, 10^{-3}, 10-4) м. Получены характеристики распределения газодинамических и термохимических параметров.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение фундаментальных научных исследований на 2020 год и плановый период 2021 и 2022 годов (шифр научной темы 0774-2020-0004; номер темы: FSSG-2020-0004; регистрационный номер в ЕГИСУ НИОКТР АААА-А20-120120790010-3).

Список использованных источников:

1. Fernandez-Pello, A.C. Micropower generation using combustion: issues and approaches [Text] / A.C. Fernandez-Pello // Proceedings of the Combus-tion Institute 2002;29:883-99.

2. Kang, K. Electrodes with high power and high capacity for rechargeable lithium batteries [Text] / K. Kang, YS. Meng, J. Breger, CP. Grey, G. Ceder // Science 2006;311(5763): 977-80.

3. Ju, Y. Micro-combustion: technology development and fundamental re-search [Text] / Y. Ju, K. Maruta // Prog Energy Combust Sci 2011;37(6):669–715.

Расчетное исследование влияния систем управления пограничным слоем на характеристики и физические особенности обтекания воздухозаборника с овальным входом

Колток Н.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Карпов Е.В.
МФТИ, Жуковский

Данная работа посвящена расчетному исследованию влияния различных вариантов системы управления пограничным слоем (УПС) на уровень характеристик и физические особенности обтекания нерегулируемого воздухозаборника (ВЗ) с овальным входом. Входной участок исследуемого ВЗ спроектирован с использованием метода газодинамического конструирования (см. например работы [1-3]). Горло ВЗ при виде спереди имеет форму, близкую к кругу. За горлом следует прямой канал до сечения, соответствующего положению двигателя.

При проведении расчетных исследований использовалась неструктурированная расчетная сетка объемом порядка 50 млн ячеек. С целью правильного разрешения ПС у поверхности ВЗ было реализовано сгущение расчетной сетки так, чтобы размер первой пристеночной ячейки соответствовал величине y+ ≈ 1. Обтекание ВЗ моделировалось путем численного интегрирования системы уравнений Навье-Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Система уравнений замыкалась моделью турбулентности SST.

По результатам расчетов были получены картины течения в канале ВЗ, а также характеристики ВЗ в виде дроссельных характеристик (зависимость коэффициента восстановления полного давления ν в сечении двигателя от коэффициента расхода воздуха f через двигатель) и зависимости коэффициента окружной неравномерности потока в сечении двигателя от приведённого удельного расхода воздуха через двигатель q(□дв).

В данной работе в число исследованных конфигураций системы УПС входили: 1) поперечная щель слива ПС; 2) поперечная щель слива ПС, дополненная перфорацией; 3) перфорация без щели слива. Расчетные исследования показали, что наибольший прирост по уровню характеристик ВЗ обеспечивает 3-й вариант системы УПС. Перфорация в области горла устраняет отрыв пограничного слоя, вызываемый взаимодействием замыкающего прямого скачка уплотнения с пограничным слоем. В результате этого в канале реализуется безотрывное течение, что приводит к уменьшению коэффициента окружной неравномерности потока в сечении двигателя. Кроме того, в ходе исследования было обнаружено, что в поле течения над перфорированным участком поверхности сжатия ВЗ в потоке возникает область с меньшими потерями полного давления, чем в замыкающем прямом скачке уплотнения, что обусловлено прохождением части потока через систему из двух косых скачков уплотнения в □-ножке. Указанная область распространяется по всему каналу до сечения двигателя, обеспечивая повышение уровня характеристик по коэффициенту ν.

Список использованных источников:

1. Карпов Е.В. Колток Н.Г., Новогородцев Е.В. Численное исследование особенностей обтекания и характеристик Y-образного входного устройства с двумя симметричными воздухозаборниками // Гагаринские чтения – 2020. Сборник тезисов докладов., 2020, М.:МАИ, с. 161-162

2. Карпов Е.В., Колток Н.Г., Новогородцев Е.В. Численное моделирование течения в двухканальном входном устройстве с нерегулируемыми параллелограммными воздухозаборниками // Труды 62-й Всероссийской научной конференции МФТИ. Тезисы. Аэрокосмические технологии, 2019, М.: МФТИ, с. 290-292

3. Карпов Е.В., Новогородцев Е.В. Численное моделирование течения в трапециевидном воздухозаборнике с системой отсасывания пограничного слоя // В сб.: Материалы XXVI научно-технической конференции по аэродинамике. Тезисы докладов 26-27 февраля 2015., ЦАГИ им. проф. Н.Е.Жуковского, с.131-132.

Исследование аэродинамических характеристик совмещенного стоечного узла турбины низкого давления двухвального ГТД малой размерности

Комова О.В., Ремизов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Двухвальные ГТД различного назначения можно проектировать с использованием так называемого совмещенного стоечного узла, когда обслуживание опор и внутренних полостей ГТД осуществляется через толстые профили соплового аппарата первой ступени турбины низкого давления (ТНД), который интегрируется в основную решетку профилей. В результате сопловой аппарат первой ступени турбины низкого давления состоит из профилей различной геометрии. Одной из важных характеристик соплового аппарата являются потери кинетической энергии. В случае решетки из различных профилей потери кинетической энергии будут неравномерно распределяться по межлопаточным каналам, что увеличит потери в рабочем колесе и уменьшит КПД турбины низкого давления. Уменьшение размерности проточной части приводит к усилению вредного влияния вторичных течений, которые в решетке из различных профилей будут иметь различную структуру. С целью изучения особенностей аэродинамических характеристик кольцевой решетки сопловых аппаратов различной геометрии было проведено численное и экспериментальное исследование модели стоечного узла малоразмерного двигателя. Исследуемая модель представляла собой кольцевую решетку профилей, состоящую из 8 тонких неохлаждаемых профилей и 5 толстых стоечных профилей. Схема расположения лопаток позволяла исследовать различные комбинации взаиморасположения толстых и тонких профилей. Производилось сопоставления расчета течения в модели с результатами траверсирования поля параметров в плоскости выхода. Наиболее адекватные результаты численного моделирования получены с использованием SST модели турбулентности.

Экспериментальными и расчетными исследованиями установлено, что структура потока за решеткой сопловых аппаратов определяется взаимным расположением толстых и тонких профилей. При этом основную роль в потерях энергии играют ветви канального вихря, пересекающие межлопаточный канал от корытца к спинке. В неблагоприятных условиях по потерям оказывается межлопаточный канал, расположенный со стороны корытца толстого профиля. В данном канале имеется самый интенсивный канальный вихрь, который кроме того интенсивнее поднимается над торцевой стенкой. В межлопаточном канале, расположенном со стороны спинки толстой лопатки потери наоборот уменьшаются, по сравнению с решеткой из тонких профилей. На основании результатов исследований сделан вывод о необходимости специальных конструктивных мероприятий, направленных на снижение интенсивности канального вихря, который образуется на входной кромке толстого профиля лопатки.

2D и 3D моделирование течения в центробежном колесе со сплиттерами для определения шаговой неоднородности параметров потока на внешнем диаметре

Кондратов А.В., Завражнов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Клименко Д.В.
МАИ, Москва

Развитие современного насосного оборудования сопровождается постоянным ростом требований к надёжности, повышению ресурса насоса. Одним из основных методов выполнения данных требований является изменение геометрии рабочего колеса центробежного насоса.

Эффективность работы насоса в процессе эксплуатации, его надежность и ресурс зависят прежде всего от надежности конструкции, стойкости и выносливость материала

самых нагруженных узлов и деталей. В качестве исходного объекта используется рабочее колесо центробежного насоса.

Неоднородность потока в проточной части является одним из основных источников гидродинамической вибрации центробежных насосов. Причина колебаний - газодинамические и гидродинамические силы возникающие вследствии неоднородности потока на входе и выходе из рабочего колеса, то есть неравномерность поля скоростей и давлений по шагу лопаточной решетки.

В данной работе рассматривается применения сплиттеров в конструкции рабочего колеса с целью снижения неоднородности потока для повышения надежности и увеличения ресурса работы насоса.

Для решения поставленных задач рассмотрена и описана конструкция рабочего колеса, разработана и построена геометрическая 2D и 3D-модель. Проведен анализ полей скоростей и изменения амплитуды пульсаций давлений на частоте следования лопаток в варианте рабочего колеса центробежного насоса без применения сплиттеров и в варианте с их применением.

В результате проведенных исследований получены расчётные данные распределения компонентов скоростей, а также пульсаций давления на частоте следования лопаток, что позволяет сделать вывод о целесообразности применения сплиттеров в конструкции рабочего колеса центробежного насоса. По итогам исследований построена модель рабочего колеса, которая может быть использована для производства более надежного центробежного насосного агрегата.

Список использованных источников:

1. Francesco Torre 2018 Design optimization of splitter blades for rocket engine turbopump. MSc thesis, Delft University of Technology

2. J F Guelich and U Bolleter 1992 Pressure Pulsations in Centrifugal Pumps. Transactions of the ASME. Journal of Vibration and Acoustics 114 272

3. Li Jiawen, Timushev S, Klimenko D, Krivenko A 2019 Modeling pressure pulsation fields in a screw centrifugal pump (Conference Paper). Proc. of the 26th International Congress on Sound and Vibration (Montreal; Canada; 7-11 July 2019)

4. L Meng et al 2014 Study on the Pressure Pulsation inside Runner with Splitter Blades in Ultra-High Head Turbine. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 22 032012

5. Nidal H and Abu-Hamdeh 2019 Experimental and theoretical study of a vane pass frequency for a centrifugal pump. Archive of Mechanical Engineering, 66(1) doi:10.24425/ame.2019.126371

6. Программный комплекс для конструкторов, инженеров и технологов FlowVision - https://flowvision.ru/

Создание 1D модели турбины высокого давления

Корнеева А.И., Кривоногова Т.О.

Научный руководитель — к.т.н. Горячкин Е.С.

Самарский университет, Самара

Численное моделирование рабочего процесса осевой турбины, активно развивающееся в настоящее время, позволяет снизить стоимость конечного продукта и сократить время его проектирования и доводки. В данной работе проведена валидация упрощенной методики одномерного проектирования на примере современной охлаждаемой двухступенчатой турбины высокого давления (ТВД).

На первом этапе были сняты необходимые исходные данные: втулочные и периферийные размеры ТВД; полное давление и температура на входе в ТВД; частота вращения ротора ВД; удельная работа ТВД; осевая скорость и расход воздуха в каждом сечении базового проекта реальной трехмерной модели исследуемой турбины. Далее был выполнен 1D проектировочный расчет.

Варьируемой переменной являлась степень реактивности. Изменяя этот параметр, удалось воспроизвести треугольник скоростей на среднем диаметре, как в базовой трехмерной модели. Однако на втулочном и периферийном сечениях треугольники скоростей, полученные в одномерном проектировочном расчете, отличались от базовых. Это могло быть связано с тем, что в одномерной методике не учтены потери, связанные с обратным течением, потери в радиальном зазоре и т.д., а также охлаждение турбины.

После сопоставления параметров базовой трехмерной модели и полученной модели ТВД установлено, что максимальное отличие полного давления полученной по результатам одномерного проектирования модели ТВД, не превышает 12% по сравнению с параметрами базой трехмерной модели, а максимальное отличие полной температуры не превышает 2%.

В результате работы было установлено, что методика одномерного проектирования дает приемлемые результаты, которые можно использовать для трехмерного моделирования. В дальнейшем планируется выполнить численное моделирование турбины высокого давления по результатам выполненного одномерного моделирования, а также сопоставить параметры базовой и новой трехмерных моделей ТВД.

Применение технологии лазерного ударного упрочнения для обработки образцов из сплава ВТ6

Королев Д.Д., Кожевников Г.Д., Пожидаев А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Ляховецкий М.А.
МАИ, Москва

Одной из самых важных особенностей эксплуатации авиационной техники является то, что детали подвержены воздействию знакопеременных нагрузок, вызванных вибрацией. Данный режим работы деталей приводит к появлению и накоплению различных повреждений в поверхностном слое, вследствие чего происходит возникновение усталостных трещин. Для того чтобы повысить предел выносливости таких деталей, в современном мире, используются разные технологические методы, например, методы поверхностного пластического деформирования (обработка шариками, обработка роликами, дробеструйное и гидродробеударное упрочнение), помимо этого, существуют методы упрочнения облучением электронными и ионными пучками. Данные методы обладают рядом недостатков, например, химическое взаимодействие с поверхностью детали, трудность в обработке тонкостенных изделий с достаточной величиной остаточных сжимающих напряжений.

В данный момент, наиболее перспективным методом является метод лазерного ударного упрочнения (ЛУУ). Особенности технологического процесса ЛУУ включают необходимость нанесения поглощающего покрытия, который используется в качестве источника плазмы, при расширении которой образуется ударная волна; а также использования прозрачного, для лазерного излучения, слоя для переотражения ударной волны в сторону детали. Характеристики этих слоев имеют решающее влияние на получаемые характеристики поверхностного слоя обрабатываемой детали.

В работе рассматривались различные виды и параметры поглощающих покрытий, и их влияние на величину остаточных сжимающих напряжений, глубину их залегания, а также на микро- и макрогеометрию поверхности после обработки. В качестве обрабатываемого материала был выбран титановый сплав ВТ6. В качестве поглощающего покрытия были выбраны краска и алюминиевая лента. Энергия лазера варьировалась в диапазоне от 2 до 8 Дж, размер лазерного пятна лежал в диапазоне от 1 до 3 мм.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, номер темы FSFF-2020-0014.

Внешняя аэродинамика силовой установки самолета Ил-76ТД

Костина А.П., Беньяминова П.И.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Комов А.А.
МГТУ ГА, Москва

Для современных пассажирских и транспортных самолетов посадка является одним из важнейших этапов полета, во время которой должно быть обеспечено эффективное торможение самолета за счет применения реверсивного устройства до его безопасной и своевременной остановки.

Реверсивное устройство (РУ) изменяет направление реактивной струи двигателя на противоположное, создавая обратную тягу, обеспечивающую торможение. Но использование реверсивного устройства приводит к проблемам, обусловленных действием реверсивных потоков, таких как попадание посторонних предметов и реверсивных струй на вход двигателей.

Целью данной работы было повышение эксплуатационных характеристик самолета Ил-76ТД за счет модернизации реверсивного устройства.

В данной работе были проведены следующие расчеты:

1) теоретический расчет необходимых размеров направляющих, которые будут монтироваться на внутренних поверхностях створок РУ для оптимизации истечения реверсивных струй;

2) определение скорости пробега самолета Ил-76ТД, до которой должен применяться реверс тяги;

3) уточнение методики применения реверса тяги на самолете Ил-76ТД;

4) расчет длины пробега самолета Ил-76ТД с модернизированным РУ двигателей Д-30КП.

Доработка конструкции реверсивного устройства двигателя Д-30КП, которая заключается в использовании продольных направляющих на внутренней поверхности створок, позволит улучшить внешнюю аэродинамику силовой установки на самолете Ил-76ТД, а именно:

- Исключить попадание реверсивных струй в воздухозаборники двигателей при пробеге;
- Значительно снизить повреждаемость двигателей твердыми посторонними предметами,
- Забрасываемыми в воздухозаборники реверсивными струями с поверхности ВПП;
- Снизить величину обратной тяги, что также повысит защищенность двигателя и сократит уровень шума на пробеге;
- Использовать реверс всех четырех двигателей на пробеге;
- Производить эксплуатацию самолета на грунтовых ВПП;
- Снизить минимальную скорость выключения реверса.

Влияние притрактовых полостей на характеристики многоступенчатого осевого компрессора низкого давления

Кривоногова Т.О.
Научный руководитель — к.т.н. Горячкин Е.С.
Самарский университет, Самара

Численное моделирование рабочего процесса лопаточных машин, активно развивающееся в настоящее время, позволяет снизить стоимость конечного продукта и сократить время его проектирования и доводки. При создании численной модели необходимо получить решение с достаточной точностью за минимальное время. Для компрессора точность результатов может зависеть от учета особенностей геометрии проточной части (притрактовые полости и отборы), однако это ведет за собой увеличение времени на расчет. Важно понимать, как различные допущения влияют на рассчитанные характеристики турбомашины.

В данной работе проведено численное моделирование компрессора низкого давления, на основе которого построена его характеристика в двух постановках:

1. без учета притрактовых полостей и отбора воздуха за первой ступенью;

2. с учетом полостей и отбора за первой ступенью.

Геометрия проточной части компрессора построена на основе рабочих чертежей компрессора.

Сеточная модель компрессора без учета отбора и полостей содержала 9 671 223 элемента, с учетом отбора и полостей – 29 667 021 элементов и имела следующие характеристики: y+=1, ER=1,2, MR=2000.

Постановка и расчет задачи был выполнен в программе NUMECA FINETM/TURBO в соответствии с рекомендациями [1]. Расчет проводился с использованием модели идеального газа со свойствами сухого воздуха. Модель турбулентности – Spalart-Allmaras. На входе задавались значения полного давления и полной температуры, на выходе – статическое давление. В процессе численного моделирования были посчитаны несколько точек с различным значением статического давления на выходе.

В ходе работы была получена характеристика семиступенчатого компрессора низкого давления, из анализа которой следует, что учет отбора совместно с притрактовыми полостями влияет на положение напорной ветви и приводит к смещению вправо таким образом, что максимальный расход увеличивается на 1,56%, максимальная степень повышения давления уменьшается на 3,69%, максимальный КПД уменьшается на 0,41%

В результате работы были получены 2 напорных ветви характеристики компрессора низкого давления в двух постановках. Полученные результаты соответствуют физическим представлениям об осевом компрессоре.

Список использованных источников:

1. Попов Г.М. Численное моделирование рабочего процесса и расчета характеристик вентилятора ГТД с помощью методов вычислительной газовой динамики [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Г.М. Попов, Е.С. Горячкин, Ю.Д. Смирнова; О.В. Батурин Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Электрон. текстовые и граф. дан (11,4 Мбайт). – Самара, 2014

Анализ применимости методов и средств сбора данных о микрорельефе поверхности при разработке цифрового двойника поверхности для задач контактного теплообмена

Крылова Ю.А.

Научный руководитель — к.т.н. Ежов А.Д.

МАИ, Москва

Контактное термическое сопротивление зависит в значительной степени от чистоты поверхности. В то же время механизм передачи теплоты в зоне контакта довольно сложен. Для расчета шероховатости используются чаще всего упрощенные модели, что приводит к существенным неточностям при изучении теплофизических свойств на границе контакта.

Методы для определения шероховатости можно разделить на контактные и бесконтактные. В первом случае измерение производится с использованием специальных измерителей шероховатости – профилометров и профилографов. В таких приборах специальная алмазная игла перемещается по исследуемой поверхности и колеблется от ее неровностей. Эти колебания иглы передаются на датчик, где преобразуются в малые электрические токи, которые, в свою очередь, усиливаются гальванометром и регистрируются. Бесконтактный метод может быть реализован путем определения шероховатости поверхности микроскопом. Измерения поверхности в микроскопе выполняются с помощью лазера, это позволяет определить глубину мельчайших неровностей, даже если они имеют сложную форму и крутые углы. В трехмерном измерительном лазерном микроскопе есть оптические системы двух типов: оптическая система цветного изображения и лазерная конфокальная оптическая система. Так как

конфокальное изображение устраняет нечеткость, данный микроскоп позволяет получать, соответственно, более четкое изображение более высокого контраста, чем обычный оптический микроскоп.

Контактное термическое сопротивление при постоянном давлении и температуре зависит от геометрического расположения соприкасающихся поверхностей и взаимного расположения неровностей на них. Для определения наиболее точного значения контактного термического сопротивления, необходимо знать реальное месторасположение пятен физического контакта.

При использовании методик для получения пространственного изображения с помощью профилограмм чаще всего невозможно воссоздать расположение неровностей поверхностей достоверно. Применяя технологии 3D моделирования, появляется возможность более точного определения рельефа исследуемой поверхности различных материалов, в отличие от профилограммы. На лазерном микроскопе можно получить не только обобщенную степень шероховатости, но и геометрию профилей и их взаимное расположение физического контакта. В этом случае удается получить изображение участка поверхности образца близкое к реальному.

В ходе проведения работы потребовалось сначала проанализировать данные чистоты поверхности для шести образцов различных материалов и способа обработки на профилографе. В результате получены данные основных параметров шероховатости поверхности по профилю (Ra, Rz, Rq). Далее с помощью трехмерного измерительного лазерного микроскопа мы видим для данных образцов трехмерное изображение (данные высоты). На основе этих 3-х мерных изображений исследуется шероховатость поверхности по разным направлениям линий профиля. Для каждого образца итогом исследования являются также данные основных параметров шероховатости. С помощью технологий 3D моделирования и разработанной программы создается облако точек поверхности и создается цифровой двойник поверхности.

Приведенные результаты на профилографе и на трехмерном измерительном лазерном микроскопе существенно отличаются друг от друга, что объясняется способом получения профиля шероховатости. Результатом исследования на профилографе является кривая микронеровностей на графике по линии профиля. Лазерный микроскоп же сканирует поверхность образца и с использованием технологий конфокального изображения преобразует его в трехмерную поверхность, позволяя получить данные о неровностях.

Анализ влияние настроек расчетной модели на эффективность пленочного охлаждения охлаждаемого соплового аппарата

Кудряшов И.А.
Научный руководитель — Волков А.А.
Самарский университет, Самара

С целью повышения экономичности и эффективности рабочего цикла перспективных авиационных ГТД выполняется увеличение температуры газа в камере сгорания. При этом температура газа превышает температуру плавления современных материалов, которые используются в первых ступенях турбин за камерой сгорания. Для обеспечения работоспособности лопаток турбин в неблагоприятных для них условиях применяют развитые системы конвективно-пленочного охлаждения. При этом пленочное охлаждение вносит значительные вклад в повышение эффективности охлаждения – лопатки только с конвективным охлаждением применяются при температурах 1300К[1], в то время как лопатки с конвективно-пленочным охлаждением позволяют поднять температуру до 1800–2000К [1].

Основной целью данной работы является определение оптимальных настроек сеточной модели, которые используются для качественно верного определения теплового состояния лопатки при наименьших затратах вычислительных ресурсах.

Предметом исследования в данной работе является СА экспериментальной осевой турбины. СА имеет конвективно-пленочную схему охлаждения. Передняя полость разделена дефлектором на три различных не сообщаемых между собой полости.

В ходе эксперимента была проверена эффективность только пленочного охлаждения, то есть воздух подавался только в полости входной кромки, корытца и спинки. Область с матрицей охлаждения была залита асбестом для меньшего влияния на результаты эксперимента.

Эксперимент заключался в проведении испытаний трех лопаток. Для определения эффективности охлаждения пленки замерена температура в одиннадцати различных точках, расположенных на поверхности стенки лопатки. В рассматриваемых местах располагались термопары во время эксперимента.

На первом этапе исследования использованы настройки сеточных, которые применяются для определения аэродинамических потерь в неохлаждаемых турбинах [2] – параметры B2B и MR. В программном комплексе Numeca AutoGrid 5.1 подготовлено 14 различных сеточных моделей, которые позволяют учесть влияние каждого из параметров по отдельности, так и комплексное влияния этих двух параметров.

В результате моделирования рабочего процесса при настройках сеточных моделей, которые применяются для расчетов неохлаждаемых турбин получены следующие выводы:

• Изменение количества элементов в B2B сечении не оказывает существенного влияния на расчетное значение коэффициента эффективности пленочного охлаждения;

• Изменение количества элементов в меридиональном сечении так же не оказывает существенного влияния на расчетное значение коэффициента эффективности пленочного охлаждения;

• Комплексное изменение количества элементов в межлопаточном и меридиональном сечениях не приводит к существенному изменению определения теплового состояния лопатки.

Главным результатом выполненного исследования является то, что сеточные модели, которые используются для расчета аэродинамических потерь неохлаждаемых турбин, малопригодны для анализа пленочного охлаждения.

В дальнейшей работе планируется продолжить исследования по поиску оптимальных настроек сеточных моделей для определения теплового состояния лопатки.

Список использованных источников:

1. Высокотемпературные газовые турбин [Текст] / под ред. М. Я. Иванова – М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. – 304 с.

2. Попов, Г. М. Методы формирования численных моделей рабочего процесса осевых неохлаждаемых авиационных турбин [Текст]: дис. … канд. техн. Наук: 05.07.05 / Попов Григорий Михайлович. – Самара, 2017. – 176 с.

Совершенствование конструктивных схем современных и перспективных газогенераторов авиационных ТРДДф с целью повышения надёжности, ресурса и снижения стоимости их жизненного цикла

Кузьмин Е.В., Малиновский И.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.

МАИ, Москва

Современные двигатели маневренных летательных аппаратов работают в широком диапазоне режимов эксплуатации – вираж, спираль, разворот, штопор, выход из пике и т.д., вследствие чего возникают значительные перегрузки и неравномерности полей скоростей, давлений и температур в их проточной части, которые приводят к отказам, повреждениям и разрушениям их наиболее нагруженных деталей и узлов. Известно, что горячая часть ТРДДф имеет ресурс, примерно в два раза меньше, чем его холодная часть, т.е. узлы двигателя не являются равнопрочными.

В данной работе рассматривается модифицированные конструкции узлов газогенератора. В компрессоре высокого давления, с целью снижения действующих на радиально-упорный подшипник осевых сил, исключена полость разгрузки за КВД, а в междисковой полости турбин ВД и НД изменена система лабиринтных уплотнений таким образом, чтобы увеличить осевую силу, действующую на ротор газогенератора, вперёд, в противоположном направлении осевой силы на рабочих лопатках турбины. Часть корпуса газогенератора, над СА турбины ВД сделана разъёмной с тем, чтобы раскрыть его и снять повреждённый в эксплуатации блок соплового аппарата турбины ВД. Кольцевая камера сгорания составлена из отдельных секторов, позволяющих снять и заменить какой-либо повреждённый в эксплуатации сектор. Эти конструкции являются критичными узлами горячей части высокотемпературных ТРДДф 5-го и 6-го поколений, определяющими их ресурс и надёжность. Таким образом, внедрение этих разработок в отечественные проекты ТРДДф позволит расширить состав их модулей [1] и повысить уровень эксплуатационной технологичности, что безусловно скажется на снижении стоимости их жизненного цикла.

Вторая часть этой работы включает разработку методов совершенствования критичных узлов системы охлаждения высокотемпературных, одноступенчатых ТВД ТРДДф [2]. Спроектированы два аппарата закрутки охлаждающего воздуха, и их двухсторонний подвод к рабочей лопатке ТВД из ВВТ. Корневая часть этой лопатки разделена вертикальной перегородкой: передний подвод питает каналы плёночного охлаждения входной кромки, которые не отключаются на крейсерском режиме работы двигателя, а подвод охлаждающего воздуха в заднюю полость лопатки, из которой он выходит в проточную часть через щели, расположенные в её выходной кромке, отсекается на этом крейсерском режиме с целью повышения топливной экономичности двигателя. Существенной частью этой работы является также конструктивное обеспечение снижения температуры охлаждающего воздуха, предназначенного для охлаждения рабочей лопатки ТНД, которое необходимо при имеющем место повышении температуры охлаждающего воздуха в ТРДДф новых поколений. Для этого, в тракте подвода охлаждающего воздуха к рабочей лопатке ТНД, устанавливается дополнительный ВВТ, также имеющий клапан его отсечки на крейсерском режиме работы ТРДДф.

Список использованных источников:

1. Нестеренко В.Г., Любатуров А.М. Модульность конструкции авиационных ГТД: Учебное пособие.- М. Изд-во МАИ, 1998. 92 с.

2. "Development turbine air-cooling system of GTE to increase its operating parameters", has been accepted for publication in Aerospace Systems manuscript number, ASST-D-20-00035R3.

Основные направления совершенствования силовых установок и повышения уровня их надежности

Кураева К.Р.

Научный руководитель — Дмитриев С.А.

МАИ, Москва

Современная авиация развивается по пути увеличения высоты и скорости полета,а следовательно и мощности двигателей, при этом стараясь уменьшить значения их массы и габаритов. В качестве способов усовершенствования показателей, характеризующих конструктивное совершенство двигателей увеличивают температуру газа перед турбиной и степень повышения давления воздуха в компрессоре вместе с внедрением новых схем и компоновок моторов. В результате этого происходит ухудшение запасов прочности элементов конструкции турбины, камеры сгорания и компрессора. Из-за изменения расположения элементов двигателя в сторону экономии места снижается качество охлаждения частей и коммуникаций, подверженных воздействию высоких температур, затрудняется проверка и контроль качества деталей мотора. В результате необходимо применение более сложных методов для обеспечения заданного уровня надежности как для отдельных элементов,так и для всего двигателя.

Вышесказанное доказывает тот факт, что конструктивное совершенство двигателя напрямую зависит от уровня его надежности.

Рассмотрим,как менялись способы обеспечения надежности с развитием газотурбинных двигателей.

Обеспечение необходимого уровня безотказности и долговечности турбореактивных двигателей первого поколения достигалось отработкой их основных частей. Наибольшее значение отводилось газодинамической устойчивости двигателей, теплостойкости их горячих частей и надежности систем регулирования.

Повышение надежности двигателей первого поколения было достигнуто в большей степени за счет усовершенствования конструкции лопаток и камер сгорания.

В двигателях последних поколений для увеличения уровня надежности прибегают к снижению количества ступеней турбокомпрессорной группы, внедрению высокоперепадных одноступенчатых турбин газогенераторов и новых технологий изготовления литых с направленной кристаллизацией и монокристаллических лопаток турбины с эффективным охлаждением.

Разрабатывают и внедряют технологии создания многоступенчатых (до 6 - 7) турбин низкого давления для ТРДД безредукторных схем.

В будущем рассматривается повышение топливной и экологической эффективности, для чего необходимо совершенствовать и двигатель и планера и в результате весь самолет целиком. В частности, рассматриваются схемы ЛА "летающее крыло" и с несущим фюзеляжем с очень высоким аэродинамическим качеством на крейсерском режиме.

Эти и другие идеи совершенствования воздушного транспорта требуют экспериментальной отработки и подтверждения эффективности. В качестве последнего может послужить работа кафедры «Конструкция и проектирование двигателей» по исследованию безотказного функционирования ГСУ “Оценка надежности силовой установки одномоторного самолёта с гибридным ГТД в сравнении с силовыми установками с одним и двумя ГТД ”.

Аэродинамический аналог жаровой трубы камеры сгорания

Лебедев С.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Комов А.А.
МГТУ ГА, Москва

В современных камерах сгорания турбореактивных двигателей (ТРД) горение топлива происходит в жаровых трубах, которые испытывают достаточно высокие тепловые нагрузки, что приводит растрескиванию стенок, а, в последствии, и к разрушению. Стенки жаровой трубы имеют отверстия для подмешивания вторичного воздуха в зону горения, что создает дополнительные гидравлические потери. Для повышения ресурса камеры сгорания предлагается заменить жесткую конструкцию жаровой трубы на аэродинамический аналог – вихревое течение. Для этого на входе в камеру сгорания воздух разделяется на два потока – первая часть (первичный поток) пойдет через завихритель, вторая часть потока воздуха (вторичный поток), проходя через направляющий аппарат, расположенный вокруг зоны горения, закручивается в противоположном направлении относительно первичного потока. Согласно эффекту Ранке, закрученный вторичный воздух образует вихрь, с зоной разрежения внутри, в котором и будет находиться первичный поток воздуха

и зона горения топлива. Толщина слоя вторичного воздуха должна обеспечить охлаждение и защиту внешнего кожуха камеры сгорания от перегрева. Применение аэродинамического аналога жаровой трубы уменьшает гидравлические потери и снижает вес камеры сгорания. Расчетные исследования показали, что смешивание первичного и вторичного потоков воздуха происходит при прохождении по всей длине камеры сгорания, при этом достигается требуемая температура газа перед лопатками соплового аппарата и рабочими лопатками первой ступени турбины. Таким образом, данная конструкция камеры сгорания не содержит достаточно уязвимую часть – жаровую трубу, что упрощает ее конструкцию и повышает эффективность работы камеры сгорания и двигателя в целом.

Разработка способов и методов борьбы с осадкообразованием в системах смазки двигателей летательных аппаратов

Львов М.В., Сунгатуллина Л.М., Шигапова А.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Системы смазки поршневых двигателей внутреннего сгорания (ПДВС) и воздушно-реактивных двигателей (ВРД) ЛА являются несовершенными, т.к. в них возникают различные проблемы, связанные со сложными термодинамическими условиями по давлению и температуре, которые испытывают на себе авиационные моторные масла. Одним из опасных тепловых процессов в моторных авиационных маслах является процесс осадкообразования, из-за которого происходят аварийные си-туации, связанные с закоксовыванием маслоподающих и маслоохлаждающих каналов, масляных форсунок и масляных фильтров.

Способы и методы борьбы с осадкообразованием можно разделить на три группы: предотвращающие осадок, уменьшающие (ограни-чивающие) осадок, удаляющие осадок. На основе экспериментальных исследований авторами доклада разработаны перспективные способы и методы:

а) по предотвращению осадка: разработка способов, методов или устройств по охлаждению нагреваемых деталей масляных систем до температуры ниже 373К; применение электростатических полей;

б) по уменьшению (и ограничению) осадка: применение контакти-рующих с моторным маслом металлических поверхностей, выполнен-ных в виде конусной резьбы с высотой зубьев (2 5) мм (рост осадка ограничивается на высоте зубьев); конструктивно-технологический ме-тод создания электроизолирующего слоя на поверхностях металлических деталей, контактирующих с моторным маслом; применение электростатических полей;

в) по удалению осадка: конструктивный метод создания резервных каналов, форсунок, фильтров; конструктивный метод применения (для каналов и форсунок) внутренних соосных игл – для контроля за осадко-образованием и его удалением; конструктивный метод применения гофрированных масляных каналов, выполненных из металлов с «памятью форм», которые при нагреве (или остывании) будут сжиматься или разжиматься, разрушая при этом слой твёрдого углеродистого осадка; кон-структивный метод применения гофрированных металлических масля-ных каналов, приводимых в сжатое и разжатое состояния (для удаления осадка) при помощи специального устройства – в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах.

На основе результатов экспериментальных исследований авторами доклада разработаны и запатентованы новые конструктивные схемы си-стем смазки и контроля перспективных двигателей повышенных характеристик.

Узел впрыска малоразмерного ЖРД с однокомпонентной центробежной форсункой

Максимов А.Д., Чубенко Т.А.
Самарский университет, Самара

В однокомпонентных жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) одной из ключевых задач является равномерное распределение топлива по всему объёму камеры и эффективное распыливание. Такие двигатели имеют очень малые расходы, что делает неэффективным использование классической системы ЖРД с днищами и большим количеством форсунок. Чаще всего подвод топлива осуществляется через узел впрыска, состоящий из капилляра, а функцию распыла выполняют сетка в камере. Для обеспечения наиболее эффективного разложения необходимо создать мелкодисперсный поток топлива, так как катализатор имеет высокую удельную поверхность и большой показатель порозности. Создать такие условия возможно при использовании центробежной форсунки.

В итоге была поставлена задача – спроектировать узел впрыска с центробежной форсункой для подвода жидкого топлива в камеру разложения ЖРД, который включает в себя трубку подвода, полость и центробежную форсунку.

Исходные данные для проектирования:

топливо – гидразин;

перепад давления "Δp" =215 кПа;

массовый расход "m" ≈1,36 г/с;

температура топлива "T" =20"°C".

Трубку подвода – капилляр с внутренним диаметром 0,6 мм, толщиной 0,2 мм, длинной 35 мм согнутый под 90о радиусом 9 мм. Был рассчитан перепад давления на трубке по формуле из [1], который с учётом потерь на разворот равнялся ⟦ "Δp" ⟧ _"тр" =43,5 кПа.

Полость предназначена для соединения трубки подачи и центробежной форсунки, а также для равномерного распределения топлива в отверстия форсунки. Она представляет собой цилиндрическую втулку внутренним диаметром 7 мм и толщиной 0,5 мм, в которую вставляется форсунка, в ответной части располагается головка внутренним диаметром 1мм, в который вставляется трубка подвода. Основное падение давления происходит за счёт внезапного расширения [2], величина которого составляет ⟦ "Δp" ⟧ _"п" =14 кПа.

Расчёт центробежной форсунки проводился согласно методике [3]. В итоге была получена форсунка с двумя тангенциальными отверстиями, углом распыла 143о и перепадом давления ⟦ "Δp" ⟧ _"ф" =130 кПа. Также была предусмотрена специальная вставка для исключения “паразитного объёма” и уменьшения импульса последействия, так как двигатель работает как в импульсном, так и в непрерывном режиме.

По результатам расчётов суммарный перепад давления, необходимый для обеспечения массового расхода "m" ≈1,36 г/с составил 187,5 кПа. Запас давления в 27,5 кПа заложен на допуски при изготовлении деталей, а также на погрешность расчётов.

Для уточнения результатов расчёта был проведено моделирование процесса распыла в программном комплексе ANSYS CFX. Для более точной имитации дополнительно была построена камера двигателя.

После этого модель был разбита на сетку конечных элементов в ANSYS Meshing. Затем были наложены граничные условия:

давление на входе 316 кПа;

давление окружающей среды 101 кПа;

рабочее тело – вода;

модель турбулентности Shear Stress Transport;

модель теплопередачи – Total Energy;

учитывалось влияние вязкости среды;

процессы абсолютно установившиеся (моделирование проводилось в стационарной постановке);

шероховатость поверхности 5 мкм.

В результате расчёта было получено распределение рабочего тела по объёму камеры, величина угла распыла составила около 150о, скорость потока около 12 м/с, и значение массового расхода 1,5 г/с. Завышенное значение расхода обусловлено запасом давления в теоретическом расчёта, а также погрешностью самой программы.

Спроектированный узел впрыска позволяет получить хорошее качество распыла, так как имеет большое значение угла распыла и высокую скорость истечения в камера, а также позволяет получить тонкую пелену на выходе из форсунки. Теоретический расчёт и расчёт в ANSYS дают хорошее совпадение по выходным параметрам. В настоящее время узел впрыска изготавливается, а после будут проведены гидравлические испытания для определения его характеристик.

Список использованных источников:

1. В. Е. Годлевский, В. Е. Нигодюк, А. В. Сулинов. Особенности расчета гидравлических характеристик капиллярных форсуночных элементов ЖРДМТ // Вестник Самарского

государственного аэрокосмического университета. Авиационная и ракетно-космическая техник. 2009. №3(19). С. 241-247.

2. Механика жидкости и газа: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб и доп. / В.С. Швыдкий, Ю.Г. Ярошенко, Я.М. Гордон, В.С. Шаврин и др.; под ред. В.С. Швыдкого. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 464 с.

3.Егорычев В.С. Расчёт и проектирование смесеобразования в камере ЖРД: [Электронный ресурс]: электрон, учеб. пособие / В.С. Егорычев; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон, текст, и граф. дан. (3,25 Мбайт). - Самара, 201Е - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Верификация модели рабочего процесса компрессора МГТД

Мельников С.А., Волков А.А.
Научный руководитель — Зубанов В.М.
Самарский университет, Самара

В настоящее время вычислительная гидрогазодинамика (Computational Fluid Dynamics – CFD) становится всё более популярным инженерным инструментом. Применение компьютерных технологий при создании малоразмерного газотурбинного двигателя и его элементов позволяет не только автоматизировать процесс разработки, но и выполнить верификацию и анализ рабочих процессов уже созданных МГТД и их элементов. В данной работе приведены результаты моделирования рабочего процесса центробежного компрессора существующего МГТД P220-RXi фирмы JetCat [2] с использованием программного обеспечения NUMECA FineTurbo [3].

Детали компрессора МГТД JetCat P220-RXi, образующие проточную часть, лопатки и корпус, были образмерены с помощью координатно-измерительной машины ZEISS MMZ G 20/30/20 [4]. На основе измеренных данных в программе NX 8.5 были созданы геометрические модели лопатки и корпуса. При оцифровке геометрии могли быть допущены неточности. На основе полученной таким образом геометрии компрессора была создана сеточная модель в программе AutoGrid 5.1. Сеточная модель состояла из 4462439 элементов. С целью получения стабильности решений в программе NUMECA FineTurbo геометрия лопаток диффузора и меридиональных сечений была незначительно упрощена: убраны галтели, увеличен радиус скругления входной кромки диффузора. Расчет проводился с использованием рабочего тела воздух - Air (Real gas) из стандартной библиотеки Numeca FineTurbo. Расчёты выполнены с использованием математической модели Turbulent Navier-Stokes и модели турбулентности SpalartAllmaras (SA).

Моделирование рабочего процесса центробежного компрессора МГТД P220-RXi проведено в стационарной постановке при использовании следующих граничных условий:

• Вращения ротора 117000 об/мин [2];

• На входе в компрессор полное давление в 101325 Па и полная температура 293 К;

• Для расчёта характеристики на выходе компрессора задавалось статическое давление в диапазоне 170 кПа – 310 кПа.

В ходе решения с использованием созданной расчётной модели компрессора получены данные о параметрах работы компрессора в зависимости от изменения степени повышения давления π_k. Полученные результаты подтверждают верность течения рабочего тела с физической точки зрения. Полное давление и абсолютная скорость возрастают в рабочем колесе компрессора и уменьшаются, проходя через диффузор. Оба параметра на выходе из ступени имеют большие значения, чем на входе в компрессор.

По результатам расчёта определен массовый расход равный GK = 0,35 кг/с. Массовый расход по справочным данным [2] составляет GK = 0,45 кг/с. Большая погрешность определения расхода компрессора 22% может быть вызвана допущениями, принятыми в начале работы: неточности в оцифрованной модели реального двигателя, упрощение геометрии лопаток и меридиональных сечений с целью получения стабильности решений в программе NUMECA FineTurbo. В дальнейшей работе планируется предпринять меры по

уменьшению погрешности и приближению параметров созданной модели компрессора к параметрам компрессора реального двигателя. Это необходимо для валидации характеристики компрессора и последующего исследования изменения параметров численной модели на результаты расчета.

Список использованных источников:

1. NUMECA Theoretical manual FINETM/Turbo v9.0. - Brussels: NUMECA International, 2013. - 151 p.

2. Параметры двигателя P220-RXi. [Электронный ресурс] / JetCat – URL: https://www.jetcat.de/en/productdetails/produkte/jetcat/produkte/hobby/Engines/p220-rxi (дата обращения 9.12.2021).

3. NUMECA FINETURBO. [Электронный ресурс] / NumecaRussia: http://numeca.ru/fine-turbo/ (дата обращения 9.12.2021).

4. Development of compensation procedure for systematic errors of coordinate measuring machines with standard tooling / Ruzanov N.V., Bolotov M.A., Pechenin V.A. - Research Journal of Applied Sciences. 2014. V. 9. № 12. P. 1082–1086.

Методика прогнозирования внутрибаллистических характеристик РДТТ с учетом влияния на коэффициент истечения эволюции (изменения) геометрических параметров предсоплового тракта, в процессе выгорания заряда

Митрович П.А.

ПАО НПО "Искра", ПНИПУ, Пермь

При создании ракетного двигателя на твердом топливе (РДТТ) важнейшей задачей является достоверное прогнозирование внутрибаллистических характеристик (ВБХ), к которым относятся зависимости от времени работы: внутрикамерного давления, расхода продуктов сгорания (ПС), тяги, а так же ряд других параметров.

В инженерной практике наибольшее применение в части определения ВБХ нашли подходы, базирующиеся на использовании уравнения Бори [1]. Один из членов уравнения – коэффициент истечения, который равен отношению коэффициента сужения струи (определяется эмпирически и зависит от геометрии тракта) и расходного комплекса (термодинамический параметр). Как правило, коэффициент истечения принимается постоянным и не зависит от времени работы РДТТ, что, однако, не всегда позволяет достаточно точно выполнить проектную оценку ВБХ.

Например, проанализировав результаты стендовых испытаний одного из изделий с многошашечным зарядом было установлено, что в начале работы РДТТ возникает заброс давления (по сравнению с расчетным значением), величина которого постепенно снижается по мере выгорания свода шашек. Это может быть обусловлено следующими факторами:

- Особенностью срабатывания воспламенительного устройства (ВУ);
- Влияние рецептуры топлива;
- Динамической зависимостью коэффициент истечения от времени работы РДТТ.

Первая причина была исключена т.к. варьирование массой навески ВУ в широких пределах (верхняя и нижняя границы диапазона варьирования отличались в несколько раз) не оказало заметного влияния на величину заброса давления. Влияние рецептуры топлива исключается результатами испытаний изделий аналогов. В связи с этим принято решение рассмотреть особенности влияния течения ПС в тракте РДТТ на коэффициент истечения, для чего был использован один из коммерческих пакетов вычислительной гидродинамики.

В обеспечении поставленной задачи была проведена серия численных расчетов для нескольких моментов времени, каждому из которых соответствует свое положение свода. В качестве модели теплообмена использовалась модель полной энергии, модель турбулентности – standard k-ε. Продукты сгорания представлены в виде идеального газа, теплофизические свойства которого определены по результатам термодинамического расчета. На граничном условии входа (поверхность шашек твердого топлива (ТТ)) задавался

удельный расход (непосредственно через закон горения ТТ) и температура ПС, а на выходе обеспечивалось условие безотрывного истечения.

По результатам газодинамических расчетов определен коэффициент истечения, значение которого оказалось ниже расчетного, полученного по инженерной методике. При этом, по мере выгорания шашек, значение коэффициента истечения увеличивается. Использование полученной зависимости коэффициента истечения от положения свода заряда ТТ при определении ВБХ позволило добиться лучшего согласования между расчетными и опытными данными и объяснить пик давления вначале работы РДТТ.

Предложенная методика прогнозирования ВБХ с использованием результатов газодинамических расчетов позволяет повысить точность прогнозирования, как ВБХ в целом, так и максимального (пикового) давления в камере сгорания в частности.

Список использованных источников:

1. Внутренняя баллистика РДТТ/РАРАН; А.В. Алиев и др.; под ред. А.М. Липанова и Ю.М. Милёхина; редкол. серии: В.В. Панов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 2007. – 504 с.: ил. (Справ. Б-ка разработчика-исследователя).

Совершенствование метрологического обеспечения испытаний неразъемных трансформаторов тока

Музаева М.М.
Научный руководитель — Бурова А.Ю.
МАИ, Москва

Бортовая система, необходимая для всех летательных аппаратах и предназначенная для их электроснабжения, включает в себя следующие необходимые компоненты: различные источники электроэнергии; определенный вид аппаратуры, предназначенный для защиты, регулирования и управления; приборы, предназначенные для защиты от радиопомех; бортовую сеть, включающую распределительные устройства; устройства, защищающие от электромагнитных излучений. Среди источников электроэнергии выделяют первичные источники и вторичные. Такие устройства, как аккумуляторные батареи или бортовые электрогенераторы относят к первичным источникам, в то время как ко вторичным источникам относятся преобразователи и трансформаторы тока и напряжения.

За безопасность полета отвечает множество критериев, особо важным критерием является надёжность и исправность системы электроснабжения летательных аппаратов. Чтобы обеспечить выполнение данного критерия безопасности полета выполняется множество необходимых мер, включающих в себя обеспечение и повышение надёжности функционирования и живучести бортовой системы электроснабжения.

Так как трансформаторы тока также входят в состав бортовой системы электроснабжения, к ним предъявляются обязательные требования как со стороны технологических и метрологических характеристик, так и со стороны государственного регулирования, а именно прохождение процедуры утверждения типа средства измерений. Данная процедура основывается на положительных результатах испытаний средств измерений, прошедших в аккредитованной на данный вид испытаний лаборатории и проводимой органом государственной власти в области обеспечения единства измерений.

Предлагаемая разработка программы испытаний неразъемных трансформаторов тока позволяет совершенствовать метрологическое обеспечение проведения испытаний неразъемных трансформаторов тока «SCT» с целью утверждения типа средства измерений.

Обеспечение надежного охлаждения камеры сгорания кислородно-водородного варианта жидкостного ракетного двигателя «раптор» при глубоком дросселировании тяги

Мукамбетов Р.Я.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Боровик И.Н.
МАИ, Москва

Одной из проблем современного ракетостроения является многоразовое использование ступеней ракет-носителей. Подобное решение позволит снизить стоимость запусков и, как следствие, повысить конкурентоспособность. Одним из вариантов решения данной проблемы является посадка ступени ракеты-носителя с использованием реактивной тяги маршевого двигателя [1]. Подобная идея позволит сажать ступени непосредственно на стартовый стол, в результате чего ликвидируются затраты на транспортировку в случае посадки вне космодрома. Для данного решения требуется глубокое дросселирование двигателя, что приводит к возникновению следующей проблемы: надежное охлаждение камеры двигателя на режимах глубокого дросселирования. Данная проблема связана с тем, что охлаждение осуществляется одним из компонентов топливной пары, а именно - горючим, в качестве которого используется жидкий водород.

В данной работе проведен анализ возможности глубокого дросселирования жидкостной ракетной двигательной установки при условии надежного комбинированного охлаждения камеры двигателя [4]. Для расчета охлаждения использовался программный комплекс "HOLOD", разработанный в МГТУ им. Баумана. Для определения лучистого теплового потока использовалась методика, описанная в [4]. В ходе исследования установлена возможность дросселирования двигателя до 28% от номинального режима. При данной величине дросселирования обеспечивается предельно возможное охлаждение стенок камеры без прогара. Данное значение дросселирования двигательной установки позволяет получить схема охлаждения камеры, которая подразумевает разделение потоков охладителя и использование петлевого решения на срезе сопла, что позволяет снизить расход горючего на охлаждение. Для надежного охлаждения подвод охладителя организован на наиболее теплонапряженном участке камеры.

Исследование влияния расположения интерфейса ротор/статор на параметры турбины газогенератора

Мязитов А.А.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

В ходе анализа результатов расчёта сквозной модели турбины обнаружено, что кроме радиальной неравномерности, сразу за интерфейсом существует окружная неравномерность по всей высоте канала.

При этом, участок поля с максимальным значением полного давления приходятся на перья сопловых лопаток, что может приводить к увеличению профильных потерь полного давления и соответствующему снижению коэффициента восстановления полного давления. В свою очередь, снижение коэффициента восстановления полного давления приводит к снижению КПД и пропускной способности.

Было установлено, что наиболее вероятная причина возникновения неравномерности полного давления в окружном направлении, является близкое расположение интерфейса ротор/статор к расположенному ниже по потоку сопловому аппарату.

Поэтому в данной работе представлен анализ влияния интерфейса ротор/статор на расположенную ниже по потоку сопловую лопатку. Для этого построено шесть расчётных моделей турбины газогенератора включающие в себя турбину высокого и среднего давления. Единственным отличием расчётных моделей является различное расстояние от интерфейса до расположенной ниже по потоку сопловой лопатки.

Расчёт моделей подтвердил, что расстояние от интерфейса до сопловой лопатки влияет на результаты расчёта турбины газогенератора. Данное влияние объясняется следующим:

• В том случае, когда интерфейс расположен близко к входной кромке СА часть изолиний поля статического давления приходится на интерфейс ротор/статор. Из-за этого на интерфейсе образуется пик статического давления, что приводит к образованию на интерфейсе пика полного давления, т.к. полное давление физически не может быть меньше статического. Пик полного давления распространяется на весь канал, т.к. канал расположен ниже интерфейса по течению. В результате этого в межлопаточном канале СА присутствует распределение полного давления в окружном направлении;

Можно предположить, что в области с завышенной величиной полного давления, завышено и число Маха.

• В том случае, когда интерфейс расположен далеко от входной кромки СА, изолинии поля статического давления практически не попадают на интерфейс. Так как в этом случае на интерфейсе присутствует лишь незначительный пик статического давления, пик полного давления также практически отсутствует. В результате этого в межлопаточном канале СА, практически отсутствует распределение полного давления в окружном направлении;

На основе проведённой работы даны рекомендации по выполнению сквозных расчётов осевых газовых турбин.

Особенности проектирования комбинированной струйно-канальной системы охлаждения соплового аппарата турбины

Ненашев Д.А.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

Проблема правильного распределения охлаждающего воздуха для обеспечения рационального теплосъёма при проектировании сопловых лопаток стоит наиболее остро. Цель проектирования системы охлаждения – получение максимально допустимой температуры при минимально возможном расходе воздуха, что реализуется интенсификацией теплообмена в каналах охлаждения. В работе рассмотрено применение тормозящего эффекта за счет введения дополнительного струйного обдува при комбинированном струйно-канальном охлаждении сопловой лопатки турбины. В рамках работы решалась задача по снижению уровня температуры для входной и выходной кромки, а также снижения градиента температур между спинкой и корытцем. Расчётная модель создана для одиночной сопловой лопатки с конвективным охлаждением. Охладитель через отверстия в дефлекторе попадает в область внутренних каналов лопатки. Посредством струйного обдува происходит теплосъем с проблемных участков. Затем охлаждающий воздух, проходя по внутренним каналам пера лопатки, попадает в зону вихревой матрицы, а после выбрасывается в тракт через 29 отверстий вблизи выходной кромки. Для обеспечения приемлемого охлаждения всех проблемных участков предложены 3 конфигурации дефлектора. 1. На входной кромке располагаются 36 отверстий диаметром 1,2 мм. Кроме того, имеются два отверстия на спинке и два отверстия на корытце в зоне верхней трактовой полки диаметром 1,2 мм. 2. Вместо четырех отверстий на спинке и корытце были добавлены 16 отверстий на спинке диаметром 0,6 мм и 5 отверстий на выходной кромке в центральной зоне. Для сохранения величины суммарного массового расхода было принято решение уменьшить диаметры верхних трех отверстий до 0,8 мм. 3. Добавлены 17 отверстий в районе выходной кромки диаметром 0,5 мм, а также два ряда по 8 отверстий диаметром 0,5 мм на спинку в зону локального перегрева. Общее количество элементов в газовоздушной модели насчитывает порядка 59 млн. В местах сопряжения газовоздушного домена с металлом строится пристеночная зона, состоящая из 17 призматических слоев с коэффициентом роста – 1,25. Толщина первого призматического слоя подобрана таким образом, чтобы обеспечить необходимое значение $y+\leq 1$.Модель твердотельной лопатки состоит из 15 миллионов элементов. В результате общая сопряженная сеточная модель одиночной лопатки состоит из 74 миллионов элементов. В качестве расчетного режима выбран самый теплонапряженный. В газовоздушном домене задаются значения давления и температуры на входе в турбину газовоздушной смеси, выходе из турбины газовоздушной смеси, входе охлаждающего

воздуха через верхний коллектор, выходе охлаждающего воздуха через нижний коллектор, а также на утечку воздуха через уплотнения. Тип расчета – стационарный. Для связи газовоздушного и твердотельного доменов используется GGI интерфейс. Модель турбулентности k-ω SST. Величины полной температуры и давления на входе в сопловой аппарат, а также статического давления на выходе из соплового аппарата изменяются по высоте лопатки. Расчеты для всех трех вариантов геометрии были проведены в программном комплексе ANSYS CFX. Температурное состояние первой конфигурации не соответствует требованиям по максимально допустимой температуре для материала. Наблюдаются опасные зоны с большим градиентом температур. Во второй конфигурации, несмотря на повышение массового расхода охлаждающего воздуха, температурное состояние лопатки не изменилось. Возникли дополнительные перегревы в верхней части пера, а максимальная разница в температуре между спинкой и корытцем достигла 200 °C. В третьей конфигурации разница температуры между спинкой и корытцем достигла возможного минимума. Входная кромка равномерно нагрета по высоте. Перегрев нижней зоны выходной кромки возможно устранить только путем изменения литейного стержня. На основании полученных данных для трех конфигураций можно сделать ряд следующих выводов. 1. Сравнивая результаты первой и второй конфигурации можно заметить, что несмотря на увеличение расхода воздуха на охлаждение лопатки, разница в температуре между спинкой и корытцем увеличилась. Следовательно, дополнительные отверстия в дефлекторе со стороны спинки привели к уменьшению расхода охладителя. 2. Сравнивая результаты первой и третьей конфигурации, можно сделать вывод о том, что размещение ряда отверстий в выходной части дефлектора со стороны корытца позволило: а) уменьшить максимальную разницу в температуре между спинкой и корытцем по сравнению с первой конфигурацией на 40 градусов; б) уменьшить температуру в зоне вихревой матрицы; в) выровнять температуру на выходной кромке по высоте лопатки; г) свести к минимуму градиенты температур между входной и выходной кромкой; д) избежать резкого перепада температур на соседних участках.

Исследование возможности использования перспективных разработок газобаллонных и газогенераторных систем наддува баков ракет-носителей, их сравнительный анализ

Никифорова А.Д., Антонов Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ушаков В.В.
МАИ, Москва

Системы наддува (СН) среди других систем ракетного комплекса занимают одно из самых важных мест. Их тип, логика работы, конструкция во многом определяют структуру, сложность и надежность не только самого ракеты-носителя (РН), но и ракетного комплекса в целом, включая космодром, производственную и стендовую базы. Основной задачей системы наддува РН является создание в газовой подушке баков с топливом необходимого давления как при подготовке транспортного средства к пуску (предстартовый наддув), так и в полете (основной, бортовой наддув). В наше время не наблюдается прогресс по разработке новых моделей СН или же улучшению нынешних. Известно несколько типов СН, которые могут быть использованы на РН, кроме того, на одной установке могут применяться комбинированно несколько различных систем наддува (каждая для своего бака). Самыми распространенными считаются газобаллонные и газогенераторные СН. Очевидно, что стремительно идёт коммерциализация космических программ по освоению космоса; конкуренция стран, а с ними и компаний возрастает, следовательно, в приоритет ставится минимальная стоимость запуска, определенная как 1 кг полезной нагрузки на опорную орбиту с требуемой надежностью.

Именно поэтому газобаллонную подачу можно считать самой несовершенной среди других видов вытеснительных подач, так как в качестве рабочего тела использует газ, который находится в специальном баллоне. Применение распространенного в ракетной

технике такого рабочего тела, как сжатый гелий, требует достаточного и постоянного дорогостоящего контроля подземных ёмкостей-сосудов высокого давления на прочность, герметичность, чистоту. При чем отслеживать эти параметры необходимо не только на стартовой позиции, но и на испытательной базе. Также в постоянном контроле состояния нуждаются и многие другие агрегаты автоматики, которые принимают участие в заправке хранилищ, в последующей дозагрузке ракеты дополнительными компонентами и их хранении. Вполне может удивить тот фактор, что несмотря на эти недостатки, газобаллонную СН до сих пор используют при проектировании двигательных установок. Стоит отметить, что такой тип СН отличается простотой конструкции и регулирования давления в топливных баках, высокой надежностью, низкой теплонапряженностью, и, кроме того, необходимой для РН нового поколения способностью многократно прекращать и возобновлять процесс подачи. Говоря о современных двигателях, стоит указать, что применение третьего компонента специально для привода турбины не может считаться лучшим решением, как гелий - в газобаллонных СН. Именно поэтому на последних и предпоследних поколениях межконтинентальных ракет Советского Союза для наддува баков использовались достаточно простые в конструктивном плане, крайне наукоемкие газогенераторные СН. Одним из достоинств этой схемы является высокая эффективность использования рабочего тела и малая масса. Но крайне сложна по конструкции, работает в тяжелых тепловых условиях и крайне трудоемкая в отработке.

В рамках научной работы был проведен анализ эффективности газобаллонных гелиевых СН, который показал, что практически половину времени работы двигательной установки теплообменник нагревает гелий для наддува намного ниже (и так невысокого) номинала, который составляет 270 °С. При этом, за время расчетного выхода теплообменника на режим (примерно 30 секунд) тратится для поддержания необходимого давления газа в баке до 40% массы гелия, запасенного на борту РН. Были произведены термодинамические расчеты для СН газогенераторного типа, которые показали, что максимальное значение газовой постоянной продуктов сгорания кислорода с керосином составляет примерно 530 Дж/(кг×град) и наблюдается в газогенераторе при температуре, примерно, 1770 К. Отклонение температуры в любую сторону от этого значения приводит к падению газовой постоянной. При этом давление в газогенераторе в пределах 390 – 2000 КПа не оказывает влияния на ее величину.

Результаты работы могут быть использованы в поиске и обосновании режимов, позволяющих рассматривать возможность внедрения на практике ракетостроения конструктивно-простых, эффективных высокотемпературных газогенераторных СН баков РН с РГ-1. Применение таких СН на РН нового поколения позволило бы значительно упростить конструкции РН, испытательной базы и стартовой позиции, сократить затраты на обслуживание ракетного комплекса, снизить стоимость запуска полезной нагрузки и повысить надежность изделия.

Сравнение трибологических характеристик системы TiN-Pb различного состава и конструкции

Николаев И.А., Еремкина М.С., Бляхарский Я.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лесневский Л.Н.
МАИ, Москва

В узлах машин и механизмов, совершающих свой рабочий процесс за счет вращательного движения и работающих в условиях вибрации и циклического нагружения, происходят малоамплитудные возвратно-поступательные перемещения контактных поверхностей друг относительно друга под действием высоких контактных давлений, что приводит к сложному изменению напряженно-деформируемого состояния, перераспределением остаточных напряжений, образованию и развитию микротрещин, и спонтанному выходу из строя элементов этих механизмов из-за фреттинга [1]. Данные явления становятся причиной преждевременного выхода деталей из строя и уменьшения

назначенного ресурса всего изделия. Для обеспечения заданного ресурса узла необходима разработка и исследование новых твердосмазочных покрытий (ТСП) [2].

Под ТСП традиционно понимают тонкопленочные покрытия различной конструкции, состоящие из мягких металлов (серебра, золота) и износостойкой матрицы [3]. Данная конструкция ТСП необходима для обеспечения низких коэффициентов трения при высокой износостойкости [5]. Но есть ряд других пластичных металлов (свинец, индий, олово), использование которых для узлов трения в некоторых случаях более целесообразно, чем упомянутые ранее. Нитрид титана давно используется в качестве износостойкого покрытия, но имеет высокий коэффициент трения, поэтому чтобы улучшить этот показатель, в настоящей работе предлагается способ формирования ТСП на основе износостойкой матрицы TiN (нитрид титана) с твердой смазкой в виде осажденного Pb (свинец).

В качестве ТСП исследовалось три монослойных покрытия TiPbN с количеством содержания свинца в покрытии 22 ат.%, 16 ат.%, 13 ат.%. Покрытия сформированы на подложке из титанового сплава ВТ8 методом магнетронного распыления. Трибологические испытания проводились на разработанной в МАИ машине трения 1401 при постоянной нормальной нагрузке Fн= 1 Н и частоте – f = 20 Гц, количество циклов трения – $n = 5\times10^5$. Величина перемещения варьировалась и составляла 5 мкм, 60мкм, 100мкм. В качестве контртела использовалась сфера из стали ШХ15 диаметром 12,7 мм. Величина объемного износа пятен определялась с помощью конфокального интерференционного микроскопа Olympus LEXT OLS 5000. Для анализа микроструктуры и элементного состава поверхностей исследуемых материалов применяются методы сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного микроанализа с использованием установки Carl Zeiss EVO-40 и приставки EDS INCA X-ray Oxford instr.

Полученные результаты показали различие в работе покрытий при разных амплитудах. Увеличение содержания количества свинца привело к уменьшению коэффициента трения и величины объемного износа образцов на режиме испытаний 60мкм и 100мкм. При этом на режиме в 5 мкм наблюдается обратная картина: уменьшение доли содержания свинца в покрытии до 13 ат. % продемонстрировало снижение величины объемного износа и коэффициента трения [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №20-38-90118.

Список использованных источников:

1. Heredia-Cancino, J.A.; Ramezani, M.; Álvarez-Ramos, M.E. Effect of degradation on tribological performance of engine lubricants at elevated temperatures. Trib. Int. 2018. Volume 124, pages 230-237

2. Hogmark, S.; Jacobson, S.; Larsson, M. Design and evaluation of tribological coatings. Wear. 2000. Volume 246, pages 20-315.

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. Lyakhovetskiy M.A. Lozovan A.A. Lesnevskiy L.N. Nikolaev I.A. Pavlov Yu.S. Tribological properties of solid lubricating coatings of the TiN-Pb system at various Pb content. 2020 IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Ser. 1713 012029

5. NASA Technical Memorandum 107249, Chapter 1. Solid Lubrication Fundamentals and Applications Introduction and Background, Kazuhisa Miyoshi Lewis Research Center Cleveland, Ohio June 1996

Параметрическая оптимизация диска турбины

Никулин А.В., Сорока О.М., Зеленкевич А.Д.

Научный руководитель — Чалкин А.С.

ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

Турбина является одним из самых нагруженных узлов газотурбинного двигателя, а её ресурс определяет ресурс всего изделия.

Снижение массы двигателя позволяет уменьшить количество используемого материала и стоимость изделия. На этапе прочностной доводки снижения массы деталей можно добиться с помощью изменения геометрических параметров.

Выполнен прочностной расчёт диска турбины среднего давления перспективного двигателя на взлётном режиме в программе ANSYS Mechanical APDL. Обнаружены места конструкции, в которых запасы длительной прочности и циклической долговечности ниже допустимых по нормам прочности: нижнее по радиусу байонетное соединение диска (Km=1,1) с дефлектором и ступица диска (Km=1,42).

Параметрическая оптимизация выполнена в программном пакете ANSYS Workbench с использованием модулей Response Surface Optimization и Static Structural. Применение поверхности отклика в задаче оптимизации позволяет сократить число итераций за счёт интерполяции значений выходных параметров для промежуточных значений входных параметров.

В качестве входных параметров заданы геометрические размеры диска, изменение которых не нарушает структуру системы охлаждения, положение диска и соединение его с другими деталями, а также не изменяет проточную часть двигателя. Расчёт однодисциплинарный: принято допущение, что тепловое состояние модели при изменении входных параметров остаётся неизменным. Установлены критерии оптимизации: минимизировать массу диска; обеспечить запас длительной прочности диска и дефлектора не менее 1,3 как в деталях в целом, так и отдельно в опасных местах. Выполнена серия расчётов с табулированием входных параметров в заданных пределах, установленных конструктивными ограничениями.

В результате оптимизации удалось уменьшить массу диска на 2 кг, уменьшить напряжения в области байонетного соединения в среднем на 4%.

Изучение газодинамики камеры сгорания ГТД с учетом локального перераспределения расхода и входной несимметричности течения

Носкова К.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гурьянов А.И.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Поток воздуха, поступающий в диффузор камеры сгорания, может иметь несимметричный профиль скорости из-за нестационарного взаимодействия последней ступени компрессора и направляющего аппарата, а также остаточной закрутки потока [1-2].

В современных низкоэмиссионных камерах сгорания учитываются требования по экологическим показателям в ГТД. Практика создания таких камер показала, что перевод КС в малоэмиссионный режим работы требует кардинального изменения её рабочего процесса, следовательно, конструктивных элементов проточной части таких как: жаровая труба (ЖТ), горелочный модуль, диффузор.

Наиболее признанной в мировой практике считается схема организация горения LP (Lean Premixed) со значением коэффициента избытка воздуха, равного 1,8-2,2, и предварительно перемешанной топливовоздушной смесью в горелочных модулях. Такие условия требуют перераспределения расхода воздуха по основным элементам камеры сгорания.

Проведены численные расчеты с заданной несимметричной входной эпюрой скорости, имитирующей параметры течения на выходе из компрессора. Величина несимметричности скорости оценивается коэффициентом K, определяемым отношением среднерасходных скоростей потока в верхнем и нижнем полуканалах.

Получено, что основное влияние на течение оказывают два вихря, формирующиеся при внезапном расширении потока. В случае отсутствия несимметричности (K=1) кольцевые каналы равномерно заполняются массами рабочего тела. В области внезапного расширения отчетливо образуются зоны обратных токов. При внесении на входное поперечное сечение преддиффузора несимметричности с коэффициентом K<1, преимущественно расход воздуха направлен в нижний кольцевой канал. Интенсивность отрывной зоны в области внезапного расширения в этом случае существенно возрастает, наблюдается нелобовое столкновение

максимального импульса струи с обтекателем, явный максимум в нижнем канале и недостаток расхода охлаждающего воздуха в верхнем.

Перераспределение расхода воздуха, проходящего через фронтовое устройство, достигнуто с помощью последовательного перекрытия поясов основных и охлаждающих отверстий. Качественной перестройки структуры потока в тракте КС не происходит, так как она определяется начальным коэффициентом несимметричности, при этом происходят локальные изменения структуры течения в области ввода струй в ЖТ.

Выполнена верификация структуры течения в камере сгорания экспериментальным методом визуализации, подтверждающая правильность проведенного численного моделирования.

Таким образом, вследствие искажения входной эпюры в область K>1 и K<1 потери полного давления увеличиваются в кольцевых каналах, фронтовом устройстве в 1,5-1,6 раз от суммарных потерь в КС в отличие от случая K=1. Также возрастают потери давления во фронтовом устройстве в 1,4-1,7 раз от общих потерь в жаровой трубе. Поэтому при проектировании камеры сгорания важным моментом является сохранение величины несимметричности в диапазоне значения K, близким к 1, что позволяет обеспечить максимально полную величину давления на выходе КС и соответственно минимум гидравлических потерь.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение фундаментальных научных исследований на 2020 год и плановый период 2021 и 2022 годов (шифр научной темы 0774-2020-0004; номер темы: FSSG-2020-0004; регистрационный номер в ЕГИСУ НИОКТР АААА-А20-120120790010-3).

Список использованных источников:

1. Guryanova, M. M. Investigation of the Effect of the Output Parameters of the Flow behind the Compressor on the Gas Dynamics of the Separation Diffuser of the Combustion Chamber / M. M. Guryanova, K. R. Timofeeva, A. I. Guryanov // AIP Publishing. – 2020. – №2211. – Pp. 1-5.

2. Гурьянова, М. М. Расчётно-экспериментальное исследование газодинамики камеры сгорания ГТД / М. М. Гурьянова, К. Р. Тимофеева, А. И. Гурьянов // Вестник РГАТУ имени П. А. Соловьева. – №4 (51). – 2019. С. 32-40.

Характеристики пространственных воздухозаборников прямоточного двигателя

Павлов К.А.

Научный руководитель — к.т.н. Яковлев А.А.

МАИ, Москва

В настоящее время одним из направлений в повышении летно-технических характеристик авиационных управляемых ракет (АУР) является усовершенствование их силовых установок. В качестве перспективных для интеграции с АУР силовых установок рассматриваются прямоточные двигатели (ПД) различных компоновок, способные увеличить эффективную дальность пуска на 8-12% на различных высотах.

Одним из ярких примеров использования ПД на ракетах класса «воздух-воздух» является изделие европейской разработки MBDA “Meteor”, в котором используются два плоских диффузора подфюзеляжного размещения (под углом 90 друг к другу). В качестве одного из компонентов топлива в прямоточных двигателях используется забортный воздух, поступающий в камеру дожиганию через каналы воздухозаборных устройств (ВЗУ).

Рассмотрена компоновка ПД (аналогичная MBDA “Meteor”) с использованием двух ВЗУ пространственного торможения. Произведено численное моделирование процесса торможения сверхзвукового потока (1,8<M<2,2) в программном комплексе Ansys Fluent с целью определения дроссельных и скоростных характеристик воздухозаборника. При анализе полученных результатов произведено сравнение величин коэффициента

восстановления полного давления и лобового сопротивления пространственных и плоских ВЗУ на нескольких режимах полета.

Для определения возможности применения ВЗУ пространственного сжатия взамен плоских диффузоров в ПД планируется провести дальнейшие работы по определению диапазона устойчивой работы диффузоров нового типа, а также определение характеристик в более широком рабочем диапазоне.

Список использованных источников:

1. А.Б. Агульник, В.И. Бакулев, В.А. Голубев, И.В. Кравченко, Б.А. Крылов – Термогазодинамические расчеты и расчет характеристик авиационных ГТД /Под ред. В.И. Бакулева: Учебное пособие.: - М.: Изд-во МАИ, 2002 – 256 с.

2. А.М. Молчанов, М.А. Щербаков, Д.С. Янышев, М.Ю. Куприков, Л.В. Быков - Построение сеток в задачах авиационной и космической техники: МАИ – Москва, 2013. – 260 с.6) Ю.П. Гунько, И.И. Мажуль – Построение сверхзвуковых трехмерных воздухозаборников с использованием плоского изоэнтропического течения сжатия – 2011 г.

3. Боровиков А.Д., Смоляков О.А., Луковников А.В., Степанов В.А., Донских В.В. Комплекс газодинамического проектирования сверхзвуковых и гиперзвуковых воздушно-реактивных двигателей, интегрированных с корпусом летательного аппарата// Материалы V Международной НПК «Академические Жуковские чтения», Воронеж, 2017г.

4. Ю.П. Гунько, И.И. Мажуль – Построение сверхзвуковых трехмерных воздухозаборников с использованием плоского изоэнтропического течения сжатия – 2011 г.

Возможность технологического обеспечения ресурса газотурбинного двигателя на этапе проектирования и изготовления деталей

Пашков И.В.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Семёнов А.Н.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Технический ресурс – показатель долговечности, характеризующий запас возможной наработки двигателя от начала применения до наступления предельно допустимого состояния. Ресурс относится к основным показателям качества, что в значительной мере определяют экономическую эффективность эксплуатации двигателя. Повышение срока службы деталей, приводит к увеличению ресурса выпускаемого изделия и обеспечению снижения затрат на ремонт и обслуживание. Очевидно, что с экономической и практической точки зрения появляется необходимость в увеличении ресурса двигателя.

Основной составляющей газотурбинного двигателя является турбина высокого давления. Определяющим фактором надежности и экономичности турбины является её проточная часть, а наиболее ответственными элементами выступают рабочие лопатки. Именно в каналах рабочей решетки происходит преобразование энергии потока энергии в полезную работу на валу турбины.

Одной из наиболее ответственных составляющих элементов лопаток турбины является ее проточная часть (перо лопатки), которая в процессе изготовления практически не подвергается механической обработке. Все основные размеры лопаток, необходимые для обеспечения их качества при проектировании задаются от основных осей, проходящих через замковую и проточную части детали, что требует соответствующего крепления лопатки в технологическом процессе. Одним из вероятных способов закрепления заготовки является использование проточной части в качестве основной базирующей поверхности, что обеспечивает жесткость в процессе обработки, снижение веса заготовки в связи с отсутствием специальных базовых поверхностей (выносных базовых элементов). Использование данной схемы позволяет снизить суммарный вес выпускаемого изделия и, соответственно, уменьшить расхода топлива на всем периоде эксплуатации.

В связи с совершенствованием методов получения заготовок деталей ГТД на основе современных технологий создаются возможности выполнять литье всех поверхностей деталей с более высокой точностью, тем самым обеспечивая стабильность положения

заготовок в процессе изготовления. Соответственно, обеспечение постоянства и стабильности качества базирующих поверхностей заготовки в местах контакта с оснасткой (при установке в станочное/контрольное приспособления и последующей обработке/контроле деталей) позволяет обеспечивать требуемый ресурс деталей ГТД с меньшими затратами.

На точность изготовления базовых поверхностей влияют следующие факторы: метод изготовления заготовки, выбор типа базовых поверхностей и точность их изготовления, способ базирования заготовки в приспособлении. Поэтому, технологическое обеспечение и выполнение всех требований, влияющих на точность базирования деталей при обработке, а так же требований к изготовлению базовых поверхностей непосредственно определяет ресурс газотурбинного двигателя и коэффициент полезного действия.

Численное исследование влияния величины осевого зазора на КПД ступени турбины высокого давления

Петров И.А., Петрова К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Вятков В.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Оценка влияния величины осевого зазора в ступени турбины является одним из важных вопросов проектирования перспективного ГТД. Выбор осевого зазора производится с учетом: - необходимости выравнивания потока между решетками (для минимизации колебаний статического давления на профиле последующей решетки из-за следов предыдущей) – с этой точки зрения зазор необходимо увеличивать;- минимального уровня дополнительных потерь полного давления в увеличенном осевом зазоре и выравнивания потока (с этой точки зрения целесообразен минимальный зазор).

Существуют различные и зачастую противоречивые взгляды на вопрос о выборе величины осевого зазора между сопловыми и рабочими лопатками турбины. Объясняется это в основном тем, что все исследования проводились в существенно разных условиях и на турбинах различных конструкций. С другой стороны развитие методов проектирования турбин привело к изменению профилей лопаток соплового аппарата и рабочего колеса. Поэтому определение влияния величины осевого зазора на КПД ступени турбины является актуальным.

Было проведено численное исследование влияния величины осевого зазора для модельной ступени турбины высокого давления. Для исключения влияния бандажной полки рабочих лопаток на результаты моделирования, модель была выполнена бандажных полок. Радиальный зазор так же не учитывался. Поверхности стенок принимаются гладкими и адиабатными.Расчетные модели выполнены на основе неструктурированных, гекса-гональных сеток, построенных по H-O-H топологии. Качество моделей соответствует всем общеизвестным требованиям. Для расчетовиспользовалась модель турбулентности SST.

Установлено, что увеличение осевого зазора приводит к росту адиабатического КПД ступени турбины до определенного предела. Эту величину зазора можно считать оптимальной по КПД. При дальнейшем увеличении зазора КПД незначительно падает. По коэффициенту потерь в рабочем колесе также имеется оптимальный осевой зазор, который меньше

Определено, что исходный осевой зазор между сопловыми и рабочими лопатками, равный 20 мм, является близким к оптимальному с точки зрения наибольшего адиабатического КПД. Однако, с точки зрения минимальных потерь в рабочем колесе, оптимальным является величина осевого зазора равная 7 мм. Моделирование показало неоднозначное влияние величины осевого зазора на характеристики ступени ТВД и требует дальнейшего изучения.

Оценка влияния выбора модели турбулентности на характеристики компрессора низкого давления

Поветкин И.С.
Научный руководитель — Новикова Ю.Д.
Самарский университет, Самара

Турбулентность — это вид движения жидкости, которое предполагает наличие неупорядоченного течения,в котором раздичные величины претерпевают хаотическое изменение по времени и пространственным координатам, и при этом могут быть выделены статистически точные их осредненные значения [1]. в явном виде практически не поддающийся моделированию, поэтому в прикладной газовой динамике используют несколько моделей турбулентности, каждая из которых с достаточной точностью описывает течение жидкости при определенных условиях. Тк для различных вариантов геометрии различные модели турбулентности позволяют получить различный результат моделирования, в данной работе было принято решение оценить влияние выбора модели турбулентности (Spalart–Allmaras (SA) и K-ε (Extended Wall Function) (KEext)) на характеристики многоступенчатого осевого компрессора.

В качестве объекта исследования был выбран трёхступенчатый компрессор низкого давления (КНД). Исследование рабочего процесса КНД было выполнено с использованием методов вычислительной газовой динамики (CFD), основанных на численном решении осредненных по времени уравнений Навье-стокса (RANS) в коммерческом программном пакете NUMECA Fine/Turbo. Согласно методике создания численных параметрических моделей рабочего процесса многоступенчатых осевых компрессоров, описанной в [2] была создана численная модель. Количество элементов расчётной сетки составило 4,5 млн элементов.

В качестве граничных условий на входе в КНД задавалось значение полного давления 101325 Па и полной температуры 288,15 К. Направление потока на входе в расчётную область было задано осевым. Режим работы КНД определялся значением статического давления на выходе из расчётной области и частотой вращения.

Было создано 2 численных модели КНД. Различие для них заключалось в выбранной модели турбулентности: Spalart–Allmaras и K-ε (Extended Wall Function).

Модель Spalart–Allmaras относится к классу однопараметрических моделей турбулентности. Ее отличие от уравнений Навье-Стокса в дополнительном уравнении для расчета кинематического коэффициента вихревой вязкости. Это низкорейнольдсовая модель, которая описывает всю область течения, включая пристеночные слои.

В k-ε модели турбулентности записываются два дополнительных уравнения для расчета кинетической энергии турбулентности k и скорости диссипации кинетической энергии ε. Буферный слой не моделируется, для расчета скорости у стенки используются пристеночные функции. В стандартной модель k-ε используется эмпирически найденная логарифмическую функцию стенки для моделирования течения в пограничном слое и поэтому не требует хорошей сетки около стенки, но стандартные логарифмические функции стенки не позволяют с достаточной точностью моделировать течения с отрывом потока. Для устранения данного недостатка была добавлена так называемая расширенная функция стенки (Extended Wall Function), а модель турбулентности k-ε (Extended Wall Function) при достаточной сетке в пограничном слое работает также, как и низкорейнольдсовая модель.

С использованием созданной численной модели была проведена расчётная симуляция. В результате расчёта решатель программы NUMECA FINE/Turbo определял значения параметров потока в узлах расчётной сетки, а также формировал выходной файл, содержащий осреднённые по расходу значения основных параметров потока на входе и выходе из каждого лопаточного венца.

Для построения расчётной характеристики КНД из выходного файла брались значения следующих параметров для i-ой точки характеристики: расход воздуха на входе в компрессор, полные давления потока на входе и выходе из КНД, а также полные

температуры потока на входе и выходе из КНД. Затем выполнялся расчёт значений степени повышения давления и КПД ступени и построены их зависимости от расхода воздуха через КНД (напорные и КПД характеристики).

Из анализа напорных и КПД характеристик было выявлено, что полученные рассчитанные зависимости качественно повторяют экспериментальные. Для количественной оценки были рассчитаны отклонения рассчитанных значений степени повышения давления, КПД и расхода от экспериментальных. Они составили для степени повышения давления для модели SA -4,43%, для модели KEext 2,94%, для КПД для модели SA -1,83%, для модели KEext -0,44%, для расхода воздуха для модели SA -4,18%, для модели KEext -2,25.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что для данной геометрии трёхступенчатый компрессор низкого давления наиболее приближенный к эксперименту позволила получить модель K-ε (Extended Wall Function).

Список использованных источников:

1. Хинце И.О. Турбулентность, ее механизм и теория: Москва, 1963. 680 с.

2. Горячкин Е.С. Метод и средства оптимизации формы и взаимного расположения лопаток многоступенчатых осевых компрессоров газотурбинных двигателей: Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Самара, 2020. 150 с.

Повышение эффективности суфлера ГТД за счет применения аддитивных технологий

Полонцов С.М.

ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

Обеспечение работоспособности, как авиационного, так и наземного газотурбинного двигателя невозможно без масляной системы. Для недопущения утечек масла через уплотнения опор, организован перепад давления предмасляной и масляной полостей. Очевидно, что

для поддержания указанного перепада требуется отвод воздухомасляной смеси из полостей. Для снижения безвозвратных потерь масла применяют суфлёры.

Главным элементом в суфлере, от которого зависит эффективность его работы, является крыльчатка. Соответственно, чтобы обеспечить высокую степень очистки воздуха, который удаляется посредством системы суфлирования, первостепенное значение имеет выбор геометрии и кинематических параметров, исходя из условий работы двигателя.

В настоящее время на двигателе НК-36СТ ПАО «ОДК-Кузнецов» применяют центробежные суфлеры с крыльчаткой сотовой конструкции. Радиальные каналы данного элемента системы суфлирования представляют собой 28 спаянных между собой по торцам гофрированных дисков, образующих 250 радиальных каналов. Крыльчатка в данном исполнении обладает развитой поверхностью, за счёт которой обеспечивается эффективное отделение масла путём захвата капель стенками каналов.

Однако традиционные способы изготовления деталей и сборочных единиц трудоемки, обладают низкой точностью и плохой повторяемостью при воспроизведении, что приводит к получению значительного количества

брака.

Одним из способов получения крыльчатки является технология быстрого прототипирования (3D-печать). Изготовление происходит следующим образом: сначала формируют слой: дозировано насыпают на рабочую платформу порошковый металл и разравнивают его с помощью ролика или «ножа», создавая таким образом ровный слой материала определенной толщины; затем выборочно обрабатывают порошок в сформированном слое лазером, сплавляя частицы порошка в соответствии с текущим сечением исходной CAD-модели. Данная технология получила название селективное лазерное сплавление - SLM Selective Laser Melting.

В отличие от традиционной крыльчатки, которая представляет собой сборочную единицу — на валу крепится резьбовым соединением, спаянная из гофрированных дисков

крыльчатка, то вновь проектируемая крыльчатка является однородной деталью с рядом конструктивных изменений. Изменение способа изготовления изменило и подход к проектированию. Во-первых, увеличилось количество радиальных каналов с 250 до 840 и их форма с сотовых на каплевидные, при неизменных габаритных размерах детали, что повысило эффективность маслоотделения более чем в 2раза. Во-вторых, благодаря аддитивным технологиям, впервые было применено конструктивное решение добавление элемента центрального тела стекателя. При разделении масла от воздуха, последний устремляется в центр вала, очевидно, что в наиболее удаленной от выхода части вала создается турбулентный поток, который в свою очередь ухудшает откачку воздуха, запирая втулочную часть каналов. В данном случае, стекатель призван минимизировать турбулентность потока воздуха внутри вала. Также, уменьшилась масса в 1,4 раза, а коэффициент запаса прочности увеличился в 1,5 раз, по сравнению с исходным вариантом. В-третьих, изменение технологического процесса позволит увеличить производительность и выпуск годной продукции.

В результате проведенных исследований решена актуальная задача повышения эффективности маслоотделения системы суфлирования наземной газотурбинной установки путём проектирования более совершенной крыльчатки суфлёра и её изготовления методом прототипирования.

Расчет долговечности подшипников ГТД

Потанин В.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ярославцев Н.Л.
МАИ, Москва

С развитием авиационной отрасли, регулярно растут требования, предъявляемые к силовым установкам летательных аппаратов, в дальнейшем СУЛА. Требуется рост удельной тяги двигателей и понижение удельного расхода топлива ГТД. Необходимые тяговые характеристики СУЛА достигаются за счёт увеличения частот вращения роторов и повышения термогазодинамических параметров. В результате повышения этих характеристик, опоры роторов, в частности, подшипники качения авиационных газотурбинных двигателей работают при завышенных параметрах быстроходности.

Подшипниковый узел, являясь самым ответственным элементом опор СУЛА, так как именно в нем происходит прямой силовой контакт между ротором и статором двигателя, а также в подшипниковом узле происходит передача радиальных и осевых нагрузок, возникающих в процессе работы ГТД, на узлы крепления опор, должен обеспечивать безотказную работу в течение требуемого ресурса при заданных уровнях эксплуатации.

Поэтому для нормальной работы подшипников опор, необходимо обеспечить конкретные условия смазки, охлаждения, а также защиты от внешних загрязнений, в соответствии с требованиями по эксплуатации.

Отказы подшипниковых узлов приводят к серьезным последствиям, таким как повышение уровня вибраций двигателя, засорение масляной системы установки, заклинивание роторов ГТД, что может привести к разрушению СУЛА прямо в полете. Поэтому корректное обоснование долговечности подшипниковых узлов опор роторов имеет большое значение для обеспечения высокой эксплуатационной надежности газотурбинного двигателя.

Авиационные подшипники опор роторов, обязательно, имеют долговечность выше рассчитанной по стандартным методикам. Это объясняется множеством причин: более высокая точность изготовления, более высокое качество применяемых подшипниковых материалов, лучшие условия организации смазывания и охлаждения подшипников и др.

Большой объем исследований и внушительный опыт работы в сфере расчетной оценки надежности СУЛА, позволили ЦИАМ создать рекомендации по уточнению методики расчета долговечности подшипниковых узлов опор авиационных ГТД. В работе был проведен расчет долговечности авиационных подшипников двигателя РД-33 на базе

рекомендаций ЦИАМ. Были определены статические и динамические грузоподъемности подшипников двигателя РД-33, а так же были рассчитаны долговечность и запас прочности двигателя РД-33.

Список использованных источников:

1. ЦИАМ. Методика расчетной оценки долговечности подшипников качения авиационных двигателей и их агрегатов, требования к конструктивным параметрам опор.- Москва, 1996.

2. ГОСТ 18855-94 (ИСО 281-90). Подшипники качения. Динамическая расчетная грузоподъемность. Расчетный ресурс (долговечность). — Москва, 1996.

3. Биргер И.А., Шорр Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – Москва: Машиностроение,1993.

4. Иноземцев А. А., Нихамкин М. А., Сандрацкий В. Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. - Москва: Машиностроение, 2008.

Об эпюре окружной скорости в вихревом вакуум-насосе

Пудеев А.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сергеев М.Н.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Закрученные потоки широко применяются в различных областях техники. Это связано с тем, что благодаря закрутке в цилиндрическом канале возникает значительный перепад давления. На оси канала давление оказывается меньше чем на периферии. Если находиться в системе отсчета, связанной с вращающимся газом, то перепад давления необходим для того, чтобы уравновесить центробежную силу.

В вихревом вакуум-насосе имеются два цилиндрических участка с разными диаметрами. На участке с большим диаметром, который называется вихревой камерой, происходит формирование закрученного потока. При тангенциальном подводе газа в вихревую камеру газ распространяется в область с меньшим радиусом и по закону сохранения момента импульса его скорость при этом возрастает. Формирующийся таким образом вихрь имеет закрутку близкую к потенциальной.

В цилиндрическом участке с меньшим радиусом, который называется камерой смешения, окружная скорость по направлению к оси уменьшается, возникает вращение близкое к закону твердого тела. Однако, как показали расчеты, чисто «твердое» вращении не может обеспечит поток импульса, поступающий в вихревую камеру. Это связано с тем, что весь поступающий в трубу расход имеет максимальный момент импульса. В камере смешения вихрь распределяется по всему сечению. Так как скорость в приосевой области близка к нулю, то удельное значение импульса становится меньше того, которое имело место на входе в вихревую камеру. Таким образом, эпюра окружной скорости на уровне камеры смешения должна иметь пристенный участок, с более выпуклой геометрией.

Разработка методики расчёта гасителя пульсаций резонансного типа для камеры сгорания газотурбинного двигателя

Радин Д.В., Борисов Д.Е.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Макарьянц Г.М.

Самарский университет, Самара

Одним из ключевых направлений по улучшению экологических и экономических характеристик современных газотурбинных двигателей является разработка малоэмиссионных камер сгорания, реализующих концепцию сжигания бедной гомогенной смеси. Важной проблемой при создании таких камер сгорания газотурбинных двигателей является неустойчивость их работы, которая приводит к усталостным механическим повреждениям элементов камер сгорания, деформации её конструкции, разрушению жаровой трубы и газовой эрозии лопаток турбины вследствие повышенной вибрационной нагрузки, что приводит к затуханию пламени и выключению двигателя.

Одним из наиболее эффективных способов пассивного управления динамическими процессами в камере сгорания является применение в конструкции специальных устройств – гасителей пульсаций резонансного типа. К данному типу гасителей относятся четвертьволновые резонаторы и резонаторы Гельмгольца.

Однако резонаторы обладают высокой эффективностью только в узком диапазоне частот, поэтому точное определение их динамических характеристик на этапе проектирования является ключевой задачей. Динамические характеристики четвертьволновых резонаторов на данный момент являются более изученным и предсказуемыми, но большие габариты и масса не позволяют использовать четвертьволновые резонаторы для гашения пульсаций в камерах сгорания газотурбинных двигателей.

В данной работе был проведён анализ теоретических и экспериментальных работ в области исследования гасителей пульсаций в виде резонатора Гельмгольца для камеры сгорания газотурбинного двигателя. На базе уточнённой физической картины были разработаны математические модели динамических характеристик полости и горла резонатора Гельмгольца, на основе которых разработана математическая модель динамических характеристик камеры сгорания, имеющей в своём составе гаситель пульсаций. Эффективность действия гасителя пульсаций резонансного типа оценивалась коэффициентом вносимого затухания, представляющим отношение амплитуды пульсаций давления в цепи без резонатора к амплитуде пульсаций в цепи с резонатором. В данной работе рассматривалось влияние установки резонатора только на первую гармонику.

Для оценки адекватности разработанной методики расчётные значения сравнивались с результатами экспериментальных исследований.

Работа выполнена при поддержке АО «ОДК» (Договор № ОДК/2019/11/2020/643).

Перспективы развития самолётов с гибридными и электрическими двигателями

Ратькина Д.С.
Научный руководитель — к.э.н. Моженин С.В.
МАИ, Москва

Современные газотурбинные двигатели, которые приводят в движение авиалайнеры надёжны и эффективны. Но, также, такие агрегаты наносят существенный вред окружающей среде за счёт ядовитых газов. Да, и, по мнению конструкторов, скоро закончатся идеи для их совершенствования.

Учёные не первое десятилетие находятся в поисках различных способов уменьшения вреда экологии. На данный момент одним из решений является использование гибридных и электрических двигателей. Конструкция представляет собой газотурбинный двигатель и электродвигатель, объединённые в одно целое. Такого типа самолеты требуют значительного увеличения бортовых мощностей выработки энергии, от 1,5 МВт на более современном электрическом самолете, до 25 МВт для гибридного электрического самолета. Это требует значительного развития как при проектировании соответствующих энергосистем, так и при разработке соответствующих технологий для их реализации.

В зависимости от варианта гибридно-электрического самолета тяга может быть обеспечена посредством комбинации газовых турбин и электрических, или только через электрические двигатели. Эта философия проектирования не новая и широко распространена в отрасли железнодорожных, морских и электрических транспортных средств. В этих секторах было показано, что электрическое движение имеет некоторое число выгод, включая:

• Повышение эффективности, особенно при частичной нагрузке;

• Использование избыточной выработки электроэнергии для электроснабжения вспомогательных потребителей, таких как насосы или системы наддува;

• Большая гибкость в расположении электрических нагрузок;

• Уменьшение объема машин;
• Снижение вибрации и шума.

Так же одним из наиболее значительных преимуществ, связанных с гибридными электрическими самолетами, является гибкость в конфигурации и эксплуатации. Например, электрический привод может использоваться непрерывно в течение всего полета или для определенных разделов плана полета, где потребность в мощности выше. Кроме того, существует возможность интеграции соответствующие системы места хранения энергии наряду с газотурбинными генераторами для полной оптимизации производительности системы. Таким образом, против постоянного роста спроса на энергию и роста цен на топливо гибридные электрические двигательные установки могут снизить потребление топлива в авиационной промышленности, особенно в более легкие сектора.

Список использованных источников:

1. Snorri Gudmundsson. General aviation aircraft design: Applied Methods and Procedures. Butterworth-Heinemann, 2013.

2. Emma Frosina et al. “Modelling of a Hybrid-Electric Light Aircraft”. In: Energy Procedia 126 (2017), pp. 1155–1162.

Исследование конвективного теплообмена в охлаждаемых лопатках турбин

Ращупкина А.В., Кудряшов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Попов Г.М.
Самарский университет, Самара

В высокотемпературных газовых турбинах наиболее сильные температурные нагрузки воспринимает сопловой лопаточный венец турбины высокого давления. Определение теплового состояния для лопаток может быть получено с помощью решения сопряженной численной модели их рабочего процесса. Однако, такие модели непригодны для выполнения доводочных расчетов охлаждаемых лопаток турбин, поскольку требуют много времени и ресурсов. С этой целью могут применяться псевдосопряженные численные модели, в которых система охлаждения лопатки моделируется с помощью одномерной гидравлической модели. Существующие критериальные зависимости для простых каналов дают большое расхождение с результатами расчета сопряженной модели в случае сложной пространственной формы канала.

Таким образом, целью данной работы является: изучение процессов конвективного теплообмена в каналах системы охлаждения лопаток турбин и разработка метода получения критериальной зависимости коэффициента теплоотдачи для каналов круглой формы с помощью применения численных моделей.

Для достижения поставленной цели в качестве предмета исследования выбрана сопловая решетка, которая была испытана NASA [1]. Решетка представляет собой лопатки постоянного сечения с 10 отверстиями конвективного охлаждения.

Для проверки результатов псевдосопряженных расчётов выполнено численное моделирование двух способов сопряженного расчета (двумерный и трехмерный сопряженные расчеты).

Полученные результаты расчета сравнивались с экспериментальными данными лопатки Mark II (эксперимент с номером 5411). По результатам расчетов видно, что разработанные сопряженные модели рабочего процесса в лопаточном венце охлаждаемой турбины позволяет качественно моделировать тепловое состояние лопаток турбин.

Далее выполнены различные виды псевдосопряженного моделирования. В настоящее время существует несколько способов расчета данной модели:

1) При первом способе расчета основной поток и твердое тело моделируются совместно, охлаждающие отверстия рассчитываются в одномерной постановке;

2) Второй способ заключается в том, что основной поток и твердое тело лопатки моделируются совместно, а охлаждающие каналы рассчитываются в одномерной постановке;

3) Проточная часть и твердое тело рассчитываются раздельно, охлаждающие каналы моделируются в трехмерной постановке;

4) Данный способ аналогичен предыдущему, различие в том, что охлаждающие отверстия моделируются в одномерной постановке.

Результатами расчета являются коэффициент теплоотдачи охлаждающих каналов и распределение температуры стенки. Выполнено сравнение результатов эксперимента, сопряженного и псевдосопряженного расчетов. Также проведено исследование сходимости температуры стенки в зависимости от итерации.

При моделировании отверстий одномерным способом сходимость достигается уже при 1 итерации. Это связано с тем, что для расчета коэффициента теплоотдачи во 2-м и 4-м способе использованы имеющиеся критериальные зависимости. Способы, в которых используются одномерные гидравлические расчеты охлаждающих каналов, имеют сходимость с наименьшим количеством итераций. Таким образом, такие способы подходят для оптимизационных расчетов. Однако, 4-й способ являются наиболее трудоемким за счет раздельного расчета твердой лопатки и основного потока, поэтому целесообразным является выбор 2-го способа.

Для формирования критериальной зависимости необходимы такие уравнения подобия, как число Нуссельта и число Рейнольдса. С помощью полученных данных формируется зависимость Нуссельта от Рейнольдса, далее выполняется аппроксимация степенной функции с помощью логарифмической системы координат и в итоге формируется критериальная зависимость.

Для каналов охлаждения данного соплового аппарата Mark II выполнена апробация полученного метода формирования критериальной зависимости. Для этого в трехмерной постановке рассчитаны каналов охлаждения на разных режимах и выполнено сравнение с экспериментальными данными и критериальным уравнением, полученным из учебника Михеев М.А. «Основы теплопередачи».

Получен метод для определения критериальных зависимостей с целью получения коэффициентов теплоотдачи с помощью численного моделирования без использования экспериментальной установки. Метод получен на примере трёхмерных каналов круглого сечения. Показано, что результаты, полученные с помощью критериальной зависимости, согласуются с экспериментальными данными. Он апробирован на охлаждающих каналах, которые рассчитаны на разных режимах истечения воздуха. Данный подход применим для расчета аналогичных каналов и для расчета одномерных гидравлических моделей.

Список использованных источников:

1. Hylton L. D. et al. Analytical and experimental evaluation of the heat transfer distribution over the surfaces of turbine vanes // Final Report Detroit Diesel Allison. – 1983.

Термическая утилизация отработавших авиационных масел

Романова А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жданов В.И.

МАИ, Москва

Доклад посвящен термической утилизации отработавших авиационных масел. Как известно, утилизация отработанного масла путем его сжигания в котле с целью выработки тепловой энергии значительно снижает затраты для отопления промышленных предприятий.

При сжигании отработавшего авиационного масла возникает ряд проблем, которые несут в себе прежде всего вред экологии. В атмосферу поступают вредные вещества, такие как: высокодисперсная пыль, вредные газы, продукты горения. Высокодисперсная пыль состоит из минеральных частиц и не сгоревших остатков органических веществ. Вредные газы представляют собой водяной пар, диоксид углерода (CO2), соединения тяжелых металлов (соединения галогенидов свинца), а также продукты неполного сгорания (полиароматические и галоид-содержащие углеводороды).

Таким образом, одной из основных проблем при сжигании в печи котельной отработавшего масла является образование в дымовых газах вредных веществ, концентрации которых превышают ПДК.

Для устранения этого недостатка разработана горелка, основным узлом которой является газожидкостная шнековая форсунка. Внутри шнека при подаче газа и жидкости происходит диспергирование жидкости, в результате чего жидкость при выходе из форсунки распадается на мельчайшие капли. При сжигании таких мелких капель образование вредных веществ значительно снижается за счёт повышения полноты сгорания горючей смеси.

Горелка снабжена также теплообменником для сжижения масла с целью уменьшения вязкости путём его нагрева до 60 ºС.

Кроме того, горелки при работе на отработанном масле, в большинстве случаев, являются универсальными, в плане работы как на отработанном масле, так и на широко используемом дизельном топливе. Тем самым решается не только проблема утилизации отработанного масла, но и экономия дизельного топлива.

Математическое моделирование динамических процессов дросселируемого ЖРД

Ромашко Р.В., Беляков В.А.
МАИ, Москва

Динамические процессы, происходящие в ДУ, описываются сложными уравнениями и в настоящее время недостаточно изучены, так как процессы в агрегатах ДУ скоротечны. Однако, исследование динамических характеристик, является необходимым для правильного проектирования ДУ и сокращения времени отработки двигателя. На данный момент существует мало расчётных программ, позволяющих оценить динамику ЖРД, особенно при переходных процессах, что подтверждает актуальность данной проблемы.

Для поддержания параметров двигательной установки постоянными или изменяющимися по определённому закону, применяются меры по регулированию характеристиками рабочего процесса. Основными характеристиками ДУ является зависимость тяги и удельного импульса от расхода компонентов топлива, давления в камере сгорания и высоты, на которой работает двигатель. Данные характеристики определяются следующими параметрами:

• Давление в камере сгорания рк;

• Соотношение компонентов топлива в камере сгорания Km.кс;

• Соотношение компонентов топлива в газогенераторе Km.гг.

Объектом исследования является двигатель-прототип РД-191, работающий на компонентах топлива жидкий кислород + керосин (РГ-1), выполненный по схеме с дожиганием окислительного генераторного газа. Данный двигатель интересен тем, что является двигателем глубокого дросселирования (до 30% номинала по тяге) и, как следствие, имеет ряд проблем, основными из которых следует выделить:

• Температурные забросы в КС и ГГ, связанные с колебаниями давления в камере;

• Склонность к появлению низкочастотных и высокочастотных колебаний в камере, в связи с тем, что некоторые частоты колебаний среды в ней могут соответствовать ее собственным частотам, определяемые геометрией;

• Сложность регулирования работы турбонасосного агрегата на глубоких режимах дросселирования ЖРД;

• Обеспечение требуемого охлаждения КС и ГГ на переходных процессах;

• Увеличение влияния входных давлений компонентов топлива перед основными насосами на Km.кс при глубоких режимах дросселирования и др.

Каждый из регулируемых параметров имеет ряд регулирующих. В двигателе РД-191 регулирование рк осуществляется температурным способом, изменяя соотношение компонентов топлива в газогенераторе Km.гг. Поддержание заданного Km.гг обеспечивает

регулятор расхода, установленный по линии «Г» газогенератора. Соотношение компонентов топлива в КС регулирует дроссель, установленный по линии «Г» КС.

В рамках исследования была разработана математическая модель в программном комплексе Siemens Amesim. В работе получены динамические характеристики дросселируемого ЖРД, проведен их анализ и определены оптимальные параметры для обеспечения требуемого охлаждения КС при глубоком дросселировании двигателя.

Особенности проектирования входных каналов воздухозаборников ТВД и ТВаД с целью сохранения их работоспособности при попадании птиц

Рябчиков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеренко В.Г.
СФ МАИ, Ступино

Согласно данным Международной организации гражданской авиации, каждый год случается 5 500 столкновений птиц с самолетами: 75% аварий в воздухе происходит на высоте до 300 м, 20% на высоте от 300 до 1500 и только 5% выше 1 500 километров. Попадание посторонних предметов на вход в двигатель при взлёте и посадке ЛА также приводит к повреждению деталей проточной части компрессора и турбины. Так например, появляются забоины на их рабочих лопатках и концентраторы напряжений, снижающие их ресурс и надёжность, происходит закупорка воздуховодов системы охлаждения турбины и т.д. Особенно серьезные последствия для работоспособности двигателя возникают при помпаже компрессора или срыве пламени в камере сгорания. Тогда возникает проблема живучести ЛА и его силовой установки, а не просто появления какого то рядового отказа, которым можно временно пренебречь.

Как известно, во входных каналах двигателей маневренных самолётов – РД 33(33МК) и АЛ31ф(33...37) - установлены сетки от попадания посторонних предметов, которые убираются, после взлёта. Сохранение сеток во входном канале летательного аппарата на высотных режимах требует их защиты от обледенения, например, обогрева. Это в свою очередь требует изоляции сетки от мотогондолы. Однако, эта сетка, даже при подкреплении её хонейкомбом, не может противостоять той ударной нагрузке, которая возникает при столкновении летательного аппарата с птицей и которая составляет, например, при массе птицы около 4 кг и скорости самолёта 300 км/час. порядка 3000 кг.

Рассматривается овальной формы канал выносного воздухозаборника ТВД, петлевой (обратной) схемы подвода воздуха к входу в компрессор, который установлен под двигателем, как отдельный узел. Такого типа ТВД применяются на многих турбовинтовых транспортных самолётах, например: ATR 72-200 с ТВД PW124B; LET L-410 UVP и LET L-420, М-101Т ГЖЕЛЬ; PZL 106BT TURBO JAVELI с ТВД GE M-601, Pratt & Whitney Canada PW120 и т.д.

В выносном воздухозаборнике вертолета АН-1J со спаренными ГТД Пратт-Уитни РТ6Т-3 эти двигатели прямой схемы располагаются под воздушным каналом, с целью исключения попадания посторонних предметов (в частности, птиц). Этот канал продлевается до выхлопной части двигателя, и выхлопной газ из двигателя в него направляется, эжектируя выброс посторонних предметов вместе со струями горячего газа.

Описанные выше конструкции воздухозаборников могут быть использованы в к стве аналогов для создания узлов подвода воздуха силовых установок с ТВД и ТВаД, в которых исключено попадание птиц в их проточную часть. Представлены конструктивные схемы силовых установок с воздухо заборными каналами, в которых воздушный поток с попадающимися в него птицами, может напрямую выйти за пределы этого воздухозаборника, не поступая в проточную часть этих ГТД.

В отдельных двигателях, как например, в двигателе обратной схемы типа М-601, требуется конструктивно доработать выходную часть входного канала, где имеется так называемая форточка, которая должна была бы открываться при попадании в него птицы. Однако, на практике, масса попадающих в этот воздушный канал птиц, сосредотачивается на

сетке, установленной непосредственно на входе в компрессор двигателя, примерно в средней части входного канала, вместо того, чтобы выноситься воздушным потоком через эту «форточку».

Таким образом, в данной работе сформированы технические предложения и разработаны конструктивные схемы воздушных каналов авиационных ТВД и ТВаД, предотвращающие попадание птиц в их проточную часть на взлёте и посадке летательного аппарата, в том числе и при попадании ЛА в стаю птиц.

Эти конструкции безусловно требуют экспериментальной проверки на стендах или летающей лаборатории, и при подтверждении их эффективности могут быть рекомендованы для реализации.

Список использованных источников:

1.МАК. Авиационные правила. Нормы лётной годности воздушных судов. Авиационные газотурбинные двигатели. Часть 33.76. Попадание птиц. МАК. 1988. 2018. 85 с.

2. Кирсанов, А.Р. Расчетная оценка повреждаемости газотурбинного двигателя при попадании на вход птиц [Текст] / А.Р. Кирсанов, М.В. Кузьмин // Научный вестник МГТУ ГА. - 2015 - № 212 - С.127-133.

Обзор методов повышения характеристик подшипников опор роторов, используемых в современных перспективных авиационных газотурбинных двигателях

Сводин П.А., Зюлькова М.В., Донцов С.Н.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мякочин А.С.

МАИ, Москва

В настоящее время перед разработчиками современных перспективных авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) стоит задача достижения более высоких газодинамических параметров двигателей, продиктованная необходимостью совершенствования тактико-технических характеристик летательных аппаратов (ЛА).

Одним из путей к достижению данной цели может являться повышение частот вращения роторов ГТД. Однако, повышение значения данного параметра сопровождается существенным увеличением нагрузок на роторную систему двигателя и ее элементы, в частности, на подшипники опор роторов, которые являются одним из самых напряженных элементов роторной системы двигателя, вследствие наличия постоянного контакта с валом и трения, возникающего между ними. При повышении оборотов ротора повысятся и нагрузки на сам подшипник, что приведет к более быстрому износу и, как следствие, к сокращению ресурса его эксплуатации. Совершенствуя конструкцию, используя новейшие доступные материалы и технологии при разработке подшипников, возможно понизить действие радиальных и продольных нагрузок на данный элемент роторной системы, а также снизить риск появления вибраций и замедлить износ элемента в процессе эксплуатации.

В данной работе будут систематизированы и описаны существующие методы повышения эффективности работы подшипников опор роторов авиационных ГТД:

• Использование различных напыляемых антифрикционных покрытий из порошковых материалов;

• Использование керамики и керамики с пористой структурой в качестве конструкционного материала для изготовления подшипника; [1,2]

• Использование консистентной смазки в гибридных радиально-упорных подшипниках.

Перечисленные выше технологии направлены на повышение эффективности работы подшипников, снижение их износа и, как следствие, повышение ресурса работы.

Список использованных источников:

1. Донцов С.Н., Зубко А.И. Исследование условий работоспособности и разработка диагностики керамических подшипников нового поколения. Электронный журнал «Труды МАИ» выпуск №74, 2018. с. 30.

2. I S Durazo-Cardenas, J Corbett, D J Stephenson. The performance of a porous ceramic hydrostatic journal bearing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of engineering Tribology, Volume 224, Number 1, 2010, pp81-89

Комплексные исследования по формированию технологического процесса и конструктивного облика стенда для испытаний силовых установок воздушных судов при динамических воздействиях природных и антропогенных аэрозольных образований на их работу

Сизов Г.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Бирюков В.И.
МАИ, Москва

Наличие вулканического пепла в атмосфере создает значительную угрозу безопасности эксплуатации самолетов с ГТД. Извержение исландского вулкана в 2010 г. привело к приостановке движения воздушного транспорта и существенным экономическим потерям.

Некоторые ученые с большой вероятностью прогнозируют увеличение вулканической активности в течение последующих 60 лет. Изготовители и разработчики авиационных двигателей понимают, что даже если не произойдет увеличение вулканической активности, эта проблема никуда не денется. Требуется разработка плана мероприятий, связанных с попаданием в вулканическое облако, устранением возможных последствий и эффективным решением проблемы обеспечения безопасной эксплуатации.

Проведенные ранее исследования различными организациями выявили несколько возможных механизмов повреждения современных самолетных ГТД, вызываемых воздействием пылевой среды.

Для двигателей, у которых температура газа на входе в турбину (ТІТ) превышает 1280 К, механизмом первоначального повреждения является отложение постороннего материала на узлах горячей части (входных сопловых лопатках турбины ВД). Отложение зависит в значительной степени от концентрации посторонних частиц во внешней среде, свойств застывших макрочастиц и температуры поверхности рабочей лопатки (чем выше температура, тем благоприятнее условия отложения).

Вторым наиболее важным механизмом повреждения двигателя с высокой ТІТ является необратимая эрозия деталей проточной части компрессора и турбины. Эрозия зависит от концентрации посторонних частиц, но не зависит от составляющих пылевого облака и материала деталей проточной части компрессора.

Третьим механизмом повреждения являются отложения на топливных форсунках, включающие углеродообразные отложения, которые легко удаляются на земле, но не в полете. При образовании таких отложений трудно осуществить повторный запуск двигателя в полете. Накопление этих отложений зависит от концентрации пыли в облаке.

Другими возможными причинами повреждения ГТД являются засорение отверстий для охлаждения турбины ВД, нежелательные изменения в системе управления двигателем, повреждение деталей компрессора в результате повторяющегося помпажа, засорение масляной системы.

Что касается двигателей с температурой ТІТ менее 1283 К, то здесь основной проблемой становится эрозия деталей проточной части турбины и компрессора, а отложения на узлах горячей части не столь значительны.

Для проведения испытаний полноразмерных авиационных двигателей во внешней среде, содержащей посторонние частицы, необходимо иметь:

- стенд, позволяющий создать достаточную тягу;
- соответствующую систему подачи и хранения топлива;
- систему наддува, обеспечивающую достаточный поток воздуха со скоростью до 250 м/сек;
- систему подачи пыли;
- оболочку для защиты окружающей среды в случае катастрофического разрушения двигателя или пожара;
- шумопоглощающую конструкцию, уменьшающую шум от двигателя;
- систему пожаротушения.

Критическими ограничениями, которые приходится учитывать для обеспечения функционирования двигателя на испытательной установке, являются снижение давления в испытательной установке, равномерность потока на входе в двигатель, скорость и температура потока воздуха внутри и снаружи двигателя и в выхлопном патрубке.

Система подачи пыли должна иметь следующие основные компоненты:

- пылепровод;
- распыливающие форсунки;
- пневматические трубопроводы;
- дозатор;
- фидер;
- резервуар с пылью;
- воздушный компрессор;
- оборудование для контроля процесса.

Длинный пылепровод соединяется с входным сечением двигателя. Ряд форсунок устанавливается у входа в пылепровод для создания равномерного пылевого облака по потоку от переднего поперечного сечения двигателя. Важно, чтобы скорость частиц пыли совпадала с локальной скоростью воздушного потока перед фронтальным сечением двигателя для достоверной имитации попадания в установившееся устойчивое облако. Кроме того, макрочастицы должны иметь такой же состав и распределение по размерам, как и в условиях полета воздушного судна.

Пыль подается во все форсунки как дисперсная фаза с высокой концентрацией посторонних частиц под воздействием сжатого воздуха. Воздушный поток должен оставаться постоянным при всех скоростях подачи и положениях органа управления тягой двигателя. Конструктивно трубопроводы должны ограничить расход дисперсной фазы до 2% от поступающего воздуха и направлять частицы в поступающий воздух со скоростью, которая наиболее соответствует локальной скорости воздушного потока. Гравиметрический дозатор, предназначенный для постоянной и точной подачи сухого материала, должен обеспечивать регулируемый поток со скоростью в диапазоне 45 г/мин – 10 кг/мин. Пространственная равномерность и характеристики частиц в воздушном потоке, поступающем в двигатель, определяются при изучении отбираемых проб пыли с целью обеспечения равномерного распределения.

При проведении экспериментов постоянно контролируются все параметры измеряемые системой управления и контроля двигателя.

Исследование вариантов проектирования высоконапорных высокооборотных центробежных компрессоров перспективных ТВД и ТВаД

Синякин В.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Равикович Ю.А.

МАИ, Москва

В настоящее время наиболее перспективным является применение высоконапорных центробежных колес в малоразмерных ТВД и ТВаД, что позволяет исключить использование осевых ступеней в компрессоре. Благодаря этому возможно снизить массу, габаритные размеры и стоимость изготовления проекта двигателя.

Целью данной работы является исследование конструктивных факторов, влияющих на эффективность проточной части высоконапорных ЦБК, предназначенных для самолетных и вертолетных ГТД мощностью от 600 до 1000 л.с. В качестве объекта исследования выбраны ЦБК со степенью повышения давления от 5 до 10, с окружной скоростью рабочего колеса в периферийном сечении порядка 600 метров в секунду (частота вращения компрессора от 50000 до 60000 оборотов в минуту), расходом воздуха от 2 до 3 килограмм в секунду.

В процессе выполнения численного исследования в системе конечно-элементного анализа Ansys изменялась конфигурация лопаток ЦБК: от традиционных прямых лопаток к наклонным в их периферийной части. Наклон периферийной части лопатки был осуществлен начиная от средней части хорды и до выхода газа из рабочего колеса с распределенным по этой длине углом наклона. Было исследовано влияния следующих углов наклона: от 0 до 40 градусов против направления вращения центробежного колеса.

В процессе выполнения расчетов контролировались следующие параметры: расход воздуха, полные величины давления и температуры на выходе из рабочего колеса. В результате выполненных расчетов было выявлено положительное влияние этого варианта проектирования на эффективность высоконапорных высокооборотных центробежных компрессоров перспективных ТВД и ТВаД.

Список использованных источников:

1. Е.Г. Никитин, Ю.Б. Галеркин, Ю.В. Кожухов. Результаты исследования осерадиального рабочего колеса центробежного компрессора в программном комплексе Ansys CFX с применением суперкомпьютерных технологий. – журнал Машиностроитель, 2016, №6, с.11-22;

2. A.Drozdov, Y. Galerkin. The numerical study of the rake angle of impeller blade in centrifugal compressor. - 10th International Conference on Compressors and their Systems, 2017;

3. Ichiro Ariga, Makoto Umezawa. The effects of impeller exit rake angle on the internal flow of centrifugal impellers. – 13th Australasian Fluid Mechanics Conference, Monash University, Melbourne, Australia, 13-18 December 1998;

4. Sagar Pakle, Kyle Jiang. Design of a high-performance centrifugal compressor with new surge margin improvement technique for high speed turbomachinery. – журнал Propulsion and Power Research, 2018, №7(1), с.19-29.

Исследование структуры интенсивно закрученного потока

Сковородкин Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веретенников С.В.

РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

Для исследования структуры противоточного закрученного течения в противоточной вихревой камере (далее ПВК) был разработан экспериментальный стенд на основе метода PIV и высокоскоростной визуализации. Экспериментальная модель ПВК изготовлена методом послойного наплавления на FDM принтере Picaso Designer XL Pro. В качестве метода исследования использовался PIV (Participle Image Velocimetry). Данный метод подразумевает наличие зоны оптического доступа в проточной части исследуемой модели, в данном случае, в плоскости ПВК. В связи с этим, в качестве материала для нее была выбрана труба из оргстекла. В основе метода PIV лежит использование высокоскоростной камеры и двойного импульсного лазера, засвечивающего исследуемую область.Для получения качественного результата очень важно правильно спроецировать лазерный луч, исключая лишнюю засветку модели. Для этого ПВК наполовину окрашивается черной матовой краской. Благодаря этому исключается избыточное отражение лазерного луча от стенок трубы и, как следствие, улучшается визуализация картины течения воздушного потока. Еще одной важной особенностью применяемого метода исследования является использование частиц-трассеров, подаваемых вместе с рабочим телом в проточную часть исследуемой модели. Это необходимо для того, чтобы отследить движения потока и в дальнейшем, основываясь на смещении частиц, преобразовать изображение с камеры в векторное поле потока. В качестве трассеров в воздушной среде использовались частицы диоксида титана (TiO2). Основываясь на предыдущем опыте, было принято решение сделать экспериментальную модель разборной, что позволяет поддерживать качественный оптический доступ к исследуемой области. В модели предусмотрена организация зон оптического доступа как в продольном, так и в поперечном направлении. В частности, для фиксации закрученного потока в поперечном направлении на торце резьбовой заглушки

предусмотрен упор для вклейки прозрачного оргстекла. Данный элемент соединяется с основной моделью посредством резьбового соединения, что позволяет в краткие сроки провести разбор и чистку экспериментальной модели. Экспериментальное исследование проводилось в 6 различных сечениях модели длиной l = 7d, а также дополнительно в 2 сечениях укороченной модели длиной l = 3,5d. Номера сечений соответствуют порядку проведения исследований. Отступ между сечениями выбирался в соответствии с калибром трубы. Так как длина двух камер составляет 350 мм и 175 мм, соответственно, а диаметр равен 50 мм, с учетом посадок в конструктивные узлы модели разбиты на 6 и 3 равноудаленных друг от друга участка, в которых и проводились исследования. Каждому участку соответствовало 3 режима работы по числу Рейнольдса: Re = 57000; 34000; 28000. Ядро потока, движущееся в сторону выходного сопла-диафрагмы, обладает достаточно малой закруткой и большой осевой скоростью. Перемещаясь от ядра к периферии, окружная скорость значительно возрастает, достигая своего максимума, и далее постепенно уменьшается при движении к стенке камеры. Размер приосевой зоны малой окружной скорости значительно меняется по длине камеры, увеличиваясь при движении от соплового ввода к торцевой стенке. Стоит также отметить, что размеры приосевой области увеличиваются с ростом числа Re. Сопоставление мгновенных и осредненных распределений скорости позволяет сделать вывод о значительной прецессии приосевой области. Отмеченное характеризуется формированием области возвратного течения, ограниченной относительным радиусом Ri / RПВК ≤ 0,5. Наличие искривленных линий тока в прецессирующем ядре потока также можно наглядно наблюдать при проведении исследований в продольном сечении ПВК. Помимо смещения линий тока приосевого ядра, на продольном разрезе также можно наблюдать формирование замкнутых крупномасштабных вихревых структур, имеющих форму спирали. При это наглядно прослеживается несимметричность распределения как осевой, так и радиальной компонент скорости относительно оси ПВК, что является следствием установки на камеру однозаходного соплового ввода. В результате обработки осредненных векторных диаграмм были построены эпюры азимутальной скорости, являющейся векторной суммой окружной и радиальной компонент в цилиндрической системе координат. На основе полученных данных можно сделать вывод, что размер отмеченной области растет во всех сечениях с увеличением числа Re.Дополнительный интерес представляют значения и расположения максимумов азимутальной скорости по сечению проточной части ПВК на различных режимах работы. На всех режимах зона возвратного течения находится в приосевой области, а максимум скорости для сечения 6 составляет: на режиме работы Re = 28000 - 20 м/с, при Re = 34000 - 31 м/с и 37 м/с при Re = 57000. Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение фундаментальных научных исследований га 2020 год и плановый период 2021 и 2022 годов (шифр научной темы 0774-2020-0004; номер темы: FSSG-2020-0004; регистрационный номер в ЕГИСУ НИОКТР АААА-А20-120120790010-3).

Анализ и исследование методик контроля состава газовой среды в топливных системах объектов ракетно-космической техники

Смирнова Н.А.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва

Данная тема актуальна тем, что в настоящее время использование криогенных компонентов ракетного топлива для эксплуатации объектов ракетно-космической техники помогает решать задачи, связанные с газовым контролем компонентов ракетного топлива на предмет содержания добавочных примесей.

Степень проработанности: Анализ и исследование методов контроля и качества газовой среды выполняются в научных центрах, таких как ФГУП "ЦЭНКИ" - "НИИ СК" и других.

Цель и задача исследования: изучение методов контроля и качества газовой среды, анализ топливных систем объектов ракетно-космической техники, исследование методов

повышения безопасности примесей в рабочих газах, анализ повышения качества газовой среды, методы нахождения концентраций топлив в воздушной среде.

Объект и предмет исследования: базовые элементы изделий ракетной техники при эксплуатации которых применяются компоненты ракетного топлива. Исследование методов газового контроля, анализа концентраций компонентов, содержание концентраций в рабочем теле, анализ состава криогенного топлива.

Научная новизна: Анализ и исследование методов контроля и качества газовой среды, исследование топливных элементов ракетно-космической техники.

Практическая значимость: в данной работе изложены сведения методов контроля и качества газовой среды, базовых элементах изделий ракетно-космической техники, исследование и испытания криогенного топлива.

Теоретическая значимость: Осуществлен обзор существующих методов контроля и качества газовой среды. Проведен сравнительный анализ эффективности используемых методов газового контроля.

Пневмогидравлический двигатель для противодронной ракетной системы

Созинов М.О., Смирнов И.А., Матвеева Е.П.
Научный руководитель — Чириков С.А.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

В настоящее время малогабаритные беспилотные летательные аппараты (МБЛА) становятся всё более доступными и дешёвыми, а их летные характеристики улучшаются. Эта тенденция приводит к повышению частоты и риска проведения несанкционированных полётов таких ЛА в воздушном пространстве над теми или иными охраняемыми объектами. Результатом такого полёта может стать проведение разведывательной аэрофотосъёмки, постановка ЭМ помех, единичная или, что гораздо опаснее, массовая атака МБЛА с зарядом взрывчатого вещества на борту. Стоимость таких диверсий будет несоизмеримо меньшей, чем при применении полномасштабных ЛА и ракетной техники. В то же время, эффективные методы противодействия атакам беспилотников будут отличаться от принятых для других ЛА: в дело вступает соотнесение цены МБЛА и средства его поражения. Розничная стоимость беспилотника DJI Phantom 4 составляет 1599 евро, а DJI Phantom 3 Standard и того меньше – 599 евро. Стоимость зенитной управляемой ракеты 57Э6Е из комплекса Панцирь-С1 в открытых источниках не упоминается, но можно с уверенностью сказать, что она на два порядка выше, чем цена беспилотника «Фантом». Если для сбития или выведения из строя компактного, не дорогого и простого в производстве аппарата нужно затрачивать сумму, в несколько раз превышающую стоимость его изготовления, то появляется риск применения противником тактики истощения. Под такой тактикой подразумевается последовательная отправка на выполнение аэрофотосъёмки или диверсии такого количества МБЛА, что с определённого момента противодействовать им станет невозможно или нецелесообразно по причине слишком большого расхода средств поражения. К тому же, после такой атаки может последовать атака полномасштабных ЛА, на отражение которой у защищаемого объекта должен остаться боекомплект. Всё вышесказанное приводит к необходимости разработки новых средств поражения, оптимизированных именно под задачу ликвидации МБЛА.

Задание на разработку средства противодействия была поставлена с тремя основными условиями:

Установка уже разработанной телевизионной головки самонаведения;

Запрет на использование пиротехнических двигателей;

Запрет на использование взрывчатых веществ в поражающем элементе.

Решением второго условия был найден пневмогидравлический (водяной) двигатель, использующий энергию сжатого газа для вытеснения и придачи импульса рабочему телу (жидкости). Такой двигатель обладает предельно простой и, следовательно, дешёвой конструкцией. Среди прочего, он не оставляет за собой теплового пятна, что усложнит

индикацию целью факта запуска ракеты и её отслеживание для потенциального совершения манёвров уклонения. В ходе теоретического исследования возможностей водяного двигателя было выяснено, что при калибре 100÷120 мм и массе корпуса и электроники в 1.5÷2 кг можно рассчитывать на предельную высоту вертикального полёта примерно равную 200÷250 м при давлениях до 20 атм и 300÷350 м при давлениях от 25 до 35 атм. Такие параметры вполне достаточны для поражения низколетящих целей, но для достижения высоты в 1 км одного лишь водяного двигателя недостаточно. Было принято решение об исследовании возможностей двух модификаций ракеты: одноступенчатой и двухступенчатой, с пропеллером либо импеллером в качестве движителя второй ступени. Использовать только пропеллеры (импеллеры) в качестве движителей не будет оптимальным решением, так как ракета будет обладать бóльшим временем подлёта, что даст больше возможностей цели для уклонения или ухода. Использование же двух ступеней с пневмогидравлическим двигателем сильно увеличит стартовую массу и лишь в небольшой степени увеличит высоту полёта (мировой рекорд полёта водяной ракеты примерно равен 1 км). В качестве компромисса была найдена схема работы т.н. двухрежимного водяного двигателя, имеющего два частично сообщающихся бака, расположенных друг на друге и два концентрических сопла, где центральное сопло сообщается с верхним баком, а периферическое – с нижним. Ещё одним способом оптимизации режима тяги двигателя является сопло изменяющегося сечения, которое предполагается к изготовлению с использованием эластичных

материалов, применение в конструкции которых поможет обеспечить постоянную скорость истечения жидкости через сопло.

Другим направлением улучшения характеристик двигателя было найдено использование поверхностно-активных веществ и растворимых полимеров с целью снижения гидродинамического сопротивления при течении рабочего тела через сопло. В ходе предварительного исследования главной причиной этого является изменение характера турбулентности и снижение турбулентного трения.

Для точного предсказания характеристик полета, а также для оптимизации параметров двигателя (соотношение объемов сжатого газа и сжатой жидкости, начальное давление сжатого газа, площади сопловых срезов и т.д.) и корпусных элементов (стабилизаторы) разрабатывается математико-аналитическая модель на базе пакета прикладных программ для решения задач технический вычислений Matlab.

Исследование биротативной схемы каскада турбин малоразмерного ТРДД

Соколов И.А.
Научный руководитель — к.т.н. Тощаков А.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

В настоящее время становится актуальным создание малоразмерных газотурбинных двигателей. При переходе малых летательных аппаратов в коммерческий сектор очень важным становится удовлетворять не только таким характеристикам как полезная нагрузка, скорость и высота полета, а прежде всего, необходимо обеспечить высокую топливную экономичность. С точки зрения экономичности наиболее перспективным выглядит применение малоразмерного двухконтурного турбореактивного двигателя (ТРДД). Данный тип двигателя позволяет обеспечить относительно небольшой удельный расход топлива и в тоже время сохранить достаточно высокую крейсерскую скорость полета. Поэтому актуальными являются задачи снижения габаритных размеров при соблюдении требований по топливной экономичности. Одним из направлений сокращения массы и габаритов двигателя является применение биротативной схемы каскада турбин. Анализ возможности применения такой схемы для малоразмерного ТРДД является целью данной работы.

В работе проведены численные исследования биротативной схемы каскада турбин и классической двухступенчатой турбиной малоразмерного ТРДД. Полученные в ходе исследования результаты, не смотря на небольшое преимущество двухступенчатой схемы

турбины по КПД, показывают перспективность биротативной схемы. Применение биротативной схемы может оказаться оправданным в случае проектирования двигателей, к которым предъявляются требования по массогабаритным характеристикам. Поскольку применение биротативной схемы позволяет сократить длину турбины на 40%. Поэтому для биротативной схемы турбины необходима разработка практических рекомендаций по выбору параметров ступеней и создание методологии проектирования с точки зрения назначения параметров лопаточных венцов: степени реактивности, шага лопаток, осевого зазора.

Повышение качества нормоконтроля конструкторской документации

Соляник В.В.
Научный руководитель — Бурова А.Ю.
МАИ, Москва

В докладе рассмотрены вопросы, касающиеся совершенствования процесса нормоконтроля конструкторской документации.

Интерес к данной теме связан с тем, что качество производимых деталей и изделий напрямую зависит от качества выпускаемой конструкторской документации на них. Так как основой гарантии высокого качества конструкторской документации является нормативная документация, а именно стандарты Единой системы конструкторской документации, то необходимо следить за выпуском новых стандартов и сравнивать их с предыдущими версиями.

Также важным аспектом является выявление видов несоответствий конструкторской документации, из-за которых может произойти понижение результативности контроля и измерений на всех стадиях жизненного цикла полученной продукции. Поэтому задача улучшения эффективности конструкторской документации за счет разработки автоматизированной системы, позволяющей оптимизировать процесс выявления, учёта и анализа ошибок, является актуальной, а решение такой задачи позволит сократить время, затрачиваемое на этот процесс.

Для решения этой задачи разработан ряд компьютерных продуктов, позволяющих автоматизировать нормоконтроль на предприятии. Проверки конструкторской документации, разработанной в электронном виде, на соответствие действующим стандартам выполняет специальная программа. Использование таких программ позволит скорректировать правила и порядок заполнения формы контрольного листа. Разработка порядка и правил учета и анализа ошибок, внедрение в программу требований стандартов поможет упростить оценивание эффективности и результативности работы отдельных подразделений и предприятия в целом, повысить качество разрабатываемой продукции.

Список использованных источников:

1. Павлова Л. В., Шарыгина О. С. Стандартизация системы разработки конструкторской документации: проблемы и пути решения // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 2. – С. 516–520. – URL: http://e-koncept.ru/2016/46122.htm.

2. П.Н. Воронкова, Ю.В. Французова. Обеспечение качества конструкторской документации за счет средств автоматизации. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-kachestva-konstruktorskoy-dokumentatsii-za-schet-sredstv-avtomatizatsii-normokontrolya/viewer

3. Степанов А.Г. Процессный подход к нормоконтролю технической документации на предприятии-разработчике радиоэлектронных средств // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2016. № 6 [Электронный ресурс]. URL: http://ekonomika.snauka.ru/2016/06/11753 (дата обращения: 18.10.2020).

Анализ достоверности методики оценки сепарирующей способности центробежных воздухоотделителей для маслосистем перспективных ГТД

Сорока О.М., Зеленкевич А.Д., Никулин А.В.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Новиков Д.К.
ПАО «ОДК–Кузнецов» Самара

Многолетний опыт эксплуатации ГТД показывает, что одной из основных причин нарушения нормальной работы их масляных систем является наличие воздуха в масле, поступающем на смазку подшипников, контактных уплотнений, зубчатых колёс и других узлов трения. Распространённым методом уменьшения количества воздуха, содержащемся в масле, является установка в откачивающих магистралях масляных систем приводных центробежных воздухоотделителей (центрифуг).

Существующие методы расчета геометрических параметров, применяемые при проектировании данного агрегата по ПАО «ОДК-Кузнецов», разработаны болеет тридцати лет назад. Стоит отметить, что их недостатком является невозможность прямой оценки качества сепарации разрабатываемой центрифуги. Используемая методика оценки сепарирующей способности центрифуг датируется пятидесятыми годами прошлого века, и, согласно данной методике, возможно достоверно утверждать о работоспособности/неработоспособности агрегата и лишь косвенно судить об эффективности сепарации на основе рассчитанных значений.

Хотя и общие принципы проектирования не претерпели серьёзных изменений, за прошедшие годы, как и физика происходящих при сепарации процессов, технологический прогресс не стоит на месте и перспективные разработки, использующие всё более технологичные методы изготовления и инновационные идеи при проектировании, требуют всё более точных методов расчёта, оценки и оптимизации параметров.

Апробация методики по расчёту центрифугирующей способности проводилась для центробежных воздухоотделителей двух групп:

1. Центрифуги масляной системы двигателя НК-8;
2. Центрифуги современной, успешно работающей наземной установки НК-36СТ, являющейся так же прототипом для агрегата перспективного двигателя, и, непосредственно, самого центробежного воздухоотделителя двигателя нового поколения.

Если для первого агрегата расхождение с экспериментальными данными минимально и в допустимых пределах соответствует ожидаемой сепарирующей способности, то для агрегатов второй группы, судя по расчёту, качество сепарации приближается к 100%, что на практике не соответствует экспериментальным исследованиям. Предположительно причиной расхождения послужили введённые в методику эмпирические коэффициенты, не применимые для воздухоотделителей большей размерности и других условий работы.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать вывод о том, что создание достоверной расчётной методики оценки эффективности сепарации приводных центробежных воздухоотделителей с использованием современных вычислительных средств сможет помочь в решении проблемы с нахождением действительных параметров разрабатываемых агрегатов.

Анализ ракетных двигателей с использованием современных технологий

Сорокина Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва

В наше время для полетов на другие планеты, звезды применение РДТТ и ЖРД со временем становится все более невыгодным, несмотря на то что было разработано множество различных РД. Вероятно, что все возможности ЖРД и РДТТ себя полностью исчерпали. Одна из причин в том, что удельный импульс всех химических РД невысок и обычно не превышает 5000 м/с, высокий импульс требуется для длительной работы ДУ и развития достаточно больших скоростей, также больших запасов топлива.

Для достижения человеком даже ближайших к нам планет нужно создавать РН на двигателях, работающих на принципах, которые отличаются от химических ДУ. В отличие от химических двигателей ядерные двигатели позволяют получить необходимый импульс. Рабочее тело таких ДУ — это разогретые до газообразного состояния аммиак или водород. У таких видов двигателей удельный импульс обычно достаточно высок. ЯРД имеют достаточно высокий потенциал, но есть и свои недостатки — нет эффективных способов контроля термоядерной реакции, что делает использование ЯРД опасным.

Еще одним перспективным видом ДУ являются ЭРД. На данный момент они являются экспериментальными. Наибольший интерес представляют электростатические устройства, рабочее тело (обычно, это инертный газ) которых нагревается до состояния плазмы электрическим полем. Ионные ракетные двигатели обладают самым высоким показателем удельного импульса в отличии от других подвидов ЭРД, но применение на практике все еще является проблематичным, потому что двигатель требует для работы постоянные источники электроэнергии, которые способны обеспечить бесперебойную подачу электричества в достаточных объемах.

В данной работе были проанализированы ракетные двигательные установки с использованием современных технологий, других видов энергии. Оба рассмотренных типа двигателя выглядят перспективными в ракетостроительной сфере. Конечно, самые первые опытные образцы этих двигательных установок имеют свои недостатки, но запускать в космос их будет намного дешевле и эффективнее.

Разработка подходов к определению теплового состояния соплового аппарата турбины

Сулейманов А.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Попов Г.М.
Самарский университет, Самара

В данной работе выполнена апробация подхода к раздельному моделированию пленочного и конвективного охлаждения для определения теплового состояния соплового аппарата, а также проведено исследование влияния геометрических параметров отверстий пленочного охлаждения на изменение конвективной эффективности охлаждения.

Моделирование теплового состояния соплового аппарата можно выполнить разными методами: в виде полной сопряженной постановке или в виде псевдосопряженного моделирования. Как альтернатива предлагается рассмотренный в данной работе способ определения теплового состояния с помощью раздельного моделирования пленочного и конвективного охлаждения.

Сопряженные модели позволяют полностью учитывать геометрические особенности лопаток. В этом случае моделируется передача тепла между охлаждающим воздухом, лопаткой и основным потоком. На сегодня это наиболее точные модели рабочего процесса турбины. Сложность создания данных моделей заключается в том, что внутренняя конфигурация лопатки может быть сложной пространственной формы, что в значительной степени усложняет создание численной.

Псевдосопряженное моделирование подразумевает различные варианты передачи параметров между основным потоком, лопаткой и охлаждающем воздухом. Такие модели возможно применять для оптимизационных расчетов, но в этом случае необходимо проводить гидравлические расчеты, которые могут иметь большую погрешность.

В качестве альтернативы рассмотренным методам для проведения оптимизации предлагается подход раздельного расчета конвективного и пленочного охлаждения. [1] При этом выдвигается предположение о том, что в некотором диапазоне изменение геометрических параметров отверстий выдува не окажет большого влияния на конвективную составляющую охлаждения и она будет постоянна. На основе этого будет возможным проведение расчетов отдельно для пленочного охлаждения и конвективного охлаждения, а после определять суммарную эффективность охлаждения.

Исходя из вышесказанного, данная работа преследует следующую цель: подтвердить возможность раздельного расчета эффективности пленочного и конвективного охлаждения для определения температуры лопатки, а также оценить возможность сохранения конвективной эффективности охлаждения постоянной при изменении пленочной эффективности охлаждения.

В качестве предмета исследования выбран экспериментальный сопловой аппарат (СА) изготовленный на предприятии «ОДК-Кузнецов», для которого известны результаты термометрирования для пленочного и конвективного охлаждения. Данный СА обладает системой конвективно-пленочного охлаждения. Пленка создается десятью рядами отверстий, а за конвективную составляющую отвечает вихревая матрица.

В конечно-объемной модели глобальный размер элемента 2мм. Параметры пристеночного слоя: первый элемент 0,001 мм, количество слоев 20, коэффициент роста 1,2. Количество элементов для сопряженной модели с полной системой охлаждения составляет 63 млн элементов.

Численная модель создавалась в программном пакете ANSYS CFX. Модель турбулентности: SST с функцией Fully Turbulent. На входе задавались полные давление и температура, на выходе статическое давление. Для охлаждающего воздуха пленочного и конвективного охлаждения на входе задавались расход и температура. Рабочее тело: идеальный газ, для которого удельная теплоемкость и динамическая вязкость задавались в зависимости от температуры, материал лопатки ЖС6У.

В процессе работы верифицированы модели по пленочному и конвективному охлаждению в сопряженной и адиабатической постановке, среднее расхождение с экспериментом составляет 8%. Создана комплексная модель конвективно-пленочного охлаждения. Проведено сравнение расчетов пленочного охлаждение и всей системы охлаждение СА в адиабатической постановке, в результате различие составляет менее 1%. Это дает возможность сделать вывод о том, что нет необходимости учитывать воздух участвующий только в конвективном теплообмене в адиабатических расчетах.

Проведена апробация подхода к раздельному моделированию пленочного и конвективного охлаждения для определения теплового состояния СА. В целом получаемые результаты сопоставимы как численно, так и характерно. Наибольшее расхождение составляет 10-15% и наблюдается в области вторичных течений, на корытце вблизи выдува охладителя.

Проведено исследование влияния геометрических характеристик перфорации в СА на эффективность конвективного охлаждения. В результате можно отметить, что при уменьшении количества отверстий распределение эффективности конвективного охлаждения в целом остается прежним, наибольшие отличия наблюдаются в зоне изменения перфорации и составляют 8%. При исследовании влияния диаметров было выявлено, что оказываемый эффект меньше, чем от изменения количества отверстий. Наибольшее расхождения наблюдаются в тех же местах и составляет 5%.

Список использованных источников:

1. Данильченко, В.П. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей [Текст] / В. П. Данильченко [и др.]. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2008. – 620 с.

Анализ технологии свободно-поршневого двигателя Стирлинга с линейным генератором

Фертиков А.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва

Высокая эффективность преобразования тепла в электроэнергию и низкий расход топлива в свободно-поршневом линейном генераторе достигаются лишь при применении термодинамических циклов с высоким уровнем температур рабочего тела (от 1500°С), верхний предел которой определяется стойкостью используемых конструкционных

материалов, а также отсутствием процессов износа, т.е. отсутствия нагруженных узлов трения.

При внесении в конструкцию специально разработанных антифрикционных керамоматричных покрытий и деталей с высокой температурой начала плавления (более 2500°С) удается создать цикл без потерь на трении, с высокой начальной температурой и давлением рабочего тела и повышенной скоростью протекания цикла, что позволяет затрачивать минимальное количество топлива и приводит к значительной (в пять раз) экономии топлива.

Рабочий процесс происходит следующим образом:

1 – тепло, подводимое в регенераторе и нагревателе к рабочему телу, увеличивает его температуру и соответственно давление;

2 – под действием образовавшегося перепада давлений между рабочей и буферной полостями вытеснительный и рабочий поршни начинают ускоряться, так как масса вытеснительного поршня значительно меньше массы рабочего поршня, он ускоряется быстрее и приближается к рабочему поршню, вытесняя через регенератор рабочее тело в зону нагрева;

3 – после соприкосновения вытеснительного и рабочего поршней поступление рабочего тела в зону нагрева прекращается и давление в ней начинает снижаться;

4 – дальнейшее движение поршней приводит к превышению давления в буферной полости над давлением в рабочей полости и их остановке, после чего, они начинают движение в обратном направлении;

5 – так как вытеснительный поршень легче рабочего, он отделяется от него и через регенератор вытесняет рабочее тело из зоны нагрева в зону охлаждения, что обуславливает дальнейшее снижение давления в рабочей полости;

6 – после прекращения поступления рабочего тела из зоны нагрева в зону охлаждения давление в рабочей полости в следствии продолжающегося движения рабочего поршня начинает увеличиваться и с какого то момента времени начинает превышать давление в буферной полости, что приводит к остановке рабочего поршня, при этом рабочее тело начинает поступать в зону нагрева и рабочий цикл повторяется. Якорь генератора, содержащий определенным образом ориентированные постоянные магниты и жестко соединенный с рабочим поршнем, совершает возвратно-поступательное (колебательное) движение в зазоре статора, что приводит к возникновению переменного магнитного потока в магнитопроводе статора и наведению ЭДС в электрической обмотке. При подключении к ней нагрузки в образовавшейся электрической цепи течет ток. Таким образом, завершается процесс преобразования первичной тепловой энергии в электрическую.

Применение модернезированного при помощи керамоматричного композита двигателя Стирлинга, способного длительно работать при температурах выше 1500°С, позволяет достигнуть минимальный коэффициент полезного действия равный 50%-70%. В целом, можно рассчитывать на величину удельной массы СПЭ на уровне 4,5 – 5 кг\кВт при мощности большей 50 кВт.

При увеличении количества блоков (двух одновременно движущихся цилиндров, совершающих цикл над одним объемом рабочего тела) возможно снижение удельной массы на ~1 кг\кВт.

Проектирование воздухо-воздушного теплообменника для авиационного двигателя большой степени двухконтурности

Филатов М.А., Матвеев Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Тисарев А.Ю.
ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

Развитие газотурбинных установок нацелено на увеличение энергоэффективности при наименьшей массе. При разработке нового изделия для его конкурентоспособности ему закладываются параметры, превосходящие либо соответствующие общемировым

тенденциям. Поэтому на этапе проектирования значения степени повышения давления в компрессоре и температуры газа перед турбиной стремятся увеличить.

Увеличение максимальной температуры газа ограничивается тепловым состоянием турбины и ресурсом рабочих лопаток. Охлаждение лопаток турбины высокого давления осуществляется, как правило, воздухом, отбираемым из-за компрессора. При высокой степени повышения давления в компрессоре, температура воздуха может достигать 800°С и более, что значительно снижает эффективность охлаждения. Диски турбины высокого давления работоспособны при температурах до 650°С- 700°С. Следовательно, температуру воздуха, поступающего на их охлаждение, необходимо снижать.

Для минимизации отбора воздуха из-за компрессора и обеспечения рабочих температур турбины возможно внедрение в систему охлаждения теплообменного устройства. В истории двигателестроения, существуют примеры двигателей с теплообменными установками во втором контуре, такие как: АЛ-31Ф, НК-25, Д30Ф6. Недостатком такой схемы является высокое гидравлическое сопротивление, создаваемое теплообменником во втором контуре и большая масса.

Для двигателей большой степенью двухконтурности, в которых вторым контуром может создаваться до 90% тяги всего двигателя, эффективность второго контура является одним из ключевых параметров. Для решения задачи минимизации потерь во втором контуре, в данной работе предлагается использовать в качестве поверхности теплообмена внутренний обтекатель второго контура.

Целью данной работы является проработка конструктивного облика теплообменного устройства с минимальными потерями полного давления и минимальной массой, обеспечивающего снижение температуры воздуха охлаждения рабочей лопатки турбины на 100К.

Составлена методика для подбора подходящего под заданные цели материала. Проведен аналитический тепловой расчет, который подтвержден численно с помощью программного пакета ANSYS. В результате получен конструктивный облик теплообменника, удовлетворяющий всем заданным параметрам.

Исследование перспектив использования клиновоздушного ракетного двигателя

Чемодин Р.Д.
Научный руководитель — Мельничук В.Н.
МАИ, Москва

Актуальность проблемы. Разработка двигательной установки одинаково эффективно работающей на различных этапах выведения ракеты-носителя является довольно востребованным проектом.

Научная новизна. В рамках данной работы был проведен анализ конструкции двигателя и представлены его преимущества.

Объект исследования – клиновоздушный ракетный двигатель.

Предметом исследования является анализ перспективы использования клиновоздушного ракетного двигателя для перспективной одноступенчатой ракеты-носителя.

Степень проработанности темы исследования не является новой, однако на сегодняшний день нет ни одного клиновоздушного ракетного двигателя, находящегося в эксплуатации.

Цель исследования заключается в возможности использования клиновоздушного ракетного двигателя для перспективной одноступенчатой ракеты-носителя.

Собственный вклад работы заключается в сборе и анализе информации клиновоздушного ракетного двигателя. Были рассмотрены и выявлены его особенности, достоинства и недостатки. Проведен анализ конструкции двигателя и представлены его преимущества.

Предполагаемая теоретическая значимость полученных в работе результатов может быть полезна при проектировании клиновоздушного ракетного двигателя дня одноступенчатой ракеты-носителя.

Можно создать двигатель имеющий максимальную тягу при подъеме на уровне моря, но тогда выхлоп будет рассеиваться и терять тягу на больших высотах из-за отсутствия давления воздуха.

Двигатель наиболее эффективно работающий на больших высотах будет испытывать настолько высокое давление атмосферы, что часть выхлопа сконцентрируется внутрь, что в свою очередь приведет к отделению выхлопа от стенки сопла, а затем к неустойчивости и к механическому повреждению двигательной установки. Для того, чтобы достичь наибольшую тягу ракетного двигателя на всей траектории выведения одноступенчатой ракеты-носителя, сопло должно изменять свою форму по мере изменения высоты и давления воздуха.

Список использованных источников:

1. Горохов В. Д. Исследование возможности создания камеры ЖРД с кольцевым критическим сечением, расположенным в сверхзвуковом сопле // Вестник ВГТУ. 2009. №1.

Исследование процесса течения рабочего тела в камере жидкостного ракетного двигателя при различных моделях горения топливной пары «кислород—водород»

Чубенко Т.А., Максимов А.Д.

Самарский университет, Самара

При проектировании жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) необходимо иметь подробные сведения о: газодинамических параметрах в проточной части, предопределяющих совершенство рабочих процессов, энергетических характеристиках, удельных параметрах и их потерях. 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.

Процессы горения, протекающие в камере, являются наиболее важными при определении параметров камеры. На процесс горения влияет большое количество факторов, сильно усложняющих его описание и расчёт. 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 топливной пары «кислород-водород» для моделирования рабочих процессов в камере ЖРД.

В качестве предмета исследования был выбран двигатель тягой 1760 кН, с 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) общее количество элементов – 900000; 2) максимальный размер одного элемента – 12 мм; 3) минимальный размер одного элемента – 0.1 мм; 4) параметр скошенности Skweness – менее 0,97.

Чтобы увеличить качество расчёта и уменьшить его время, проводилось следующее:

создавалась поверхность, имитирующая пристенок, геометрия которого была спроектирована с учётом рассчитанного оптимального избытка окислителя;

рассматривалась 30° градусная секторная модель камеры;

увеличение количества элементов по продольному сечению сектора камеры с помощью функции Inflation, с толщиной первого элемента 0,5 мм;

использовалась функция Face sizing на входе в пристеночный слой и в критическом сечении камеры, с размерами элементов 50 мкм с «мягким» изменением параметров;

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) ра = 14,6 кПа;

массовые расходы (Mass Flow Rate) на входе: в ядре потока – "m" "=394 кг/с" и пристеночном слое –"m" "=18 кг/с";

полная температура (Total Temperature) на входе: в ядре потока –Т=3700 К и пристеночном слое –Т = 2485 К;

модель турбулентности – k-epsilon;

модель теплопередачи – Total Energy;

учитывалась вязкость среды;

моделирование проводилось в стационарной постановке;

турбулентность на входе 5%.

Было проведено исследование трёх моделей горения.

Первым этапом стал расчёт замороженного течения продуктов сгорания с равновесным составом, определенным из термодинамического расчёта в программном комплексе TERRA. Так как оно является наиболее простым и не ресурсозатратным. 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, т.е. характеристиками k и epsilon турбулентного потока.

В результате оказалось, что адекватные результаты, близкие к экспериментальным, даёт система реакций горения топлива «кислород-водород»: отклонение по удельному импульсу тяги составляет 3,5%, по тяге 4,5%, хотя при этом мы имеем завышенное значение температуры на 17% на входе в камеру и на 14% в критическом сечении. Величина погрешности обусловлена стационарностью задачи и принятыми допущениями.

Математическая модель прогнозирования индуцированного шума крыла при использовании воздушного винта

Чэнь Болунь

Научный руководитель — к.т.н. Яковлев А.А.

МАИ, Шанхай, Китай

Воздушный винт, как элемент экономичной силовой установки, очень популярен для легких самолетов, беспилотных летательных аппаратов и самолетов с распределенным электрическим движителем (DEP). Для DEP использование пропеллера особенно велико, так как его использование открывает новый путь проектирования самолетов. Поэтому важно выяснить аэродинамическое и аэроакустическое влияние воздушного винта на крыло самолета. Существует много работ об аэродинамическом влиянии воздушного винта на крыло, но вопросы аэроакустики в них обычно не рассматриваются.

Большинство низкоскоростных самолетов имеют крыло с большим удлинением. Это позволяет для упрощения задачи внести предположение, что крыло имеет бесконечное удлинение, малую толщину и малую кривизну. В результате, для расчета шума, генерируемого из-за наличия твердой границы, можно использовать формулу Фокс Вильямса-Хоугинса (формула FW-H) [1]. Для дальнего поля можно использовать выражение представленное в [2].

Анализ полученной системы уравнений показывает, что можно получить уровень акустического шума, если знать колебания подъемной силы, для этого можно использовать теорию Сирса [3],[4].

Полученный результат полностью согласуется с результатами, полученными в работе университета Глазго [6], в которой говорится, что наличие крыла и фюзеляжа сильно повлияет на направленность шума. На передней кромке крыла будет существовать сильное неустойчивое давление, которое также является важным акустическим источником кроме винта. Видно, что с помощью представленной в работе математической модели возможно провести быстрое прогнозирование индуцированного шума крыла воздушным винтом.

Перспективы применения авиационных роторно-поршневых двигателей

Шарафеев И.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Силуянова М.В.
МАИ, Москва

В качестве авиационной двигательной установки мощностью до 500 лошадиных сил обычно используется традиционный поршневой двигатель внутреннего сгорания, однако существует альтернатива в виде роторно-поршневых двигателей, называемых также двигателями Ванкеля, по имени их создателя.

Значимым преимуществом роторно-поршневого двигателя является полное отсутствие возвратно – поступательных движений, то есть: постоянных циклических ускорений и знакопеременных инерционных нагрузок на детали двигателя. Именно подобные нагрузки не дают традиционным поршневым двигателям значительно увеличивать обороты вращения своего вала и наращивать мощность. Вторым преимуществом является прямой и непосредственный перевод простого и непрерывного вращения ротора во вращение рабочего вала двигателя. Именно такая техническая организация кинематической схемы двигателя не требует применения дополнительных механизмов для преобразования типов движения.

Также роторно-поршневой двигатель создает меньшие вибрации, чем поршневой двигатель.

Актуальность применения роторно-поршневых двигателей состоит в отсутствии серийно выпускаемых отечественных авиационных двигателей в самом востребованном классе мощностей 50-500 л.с. при имеющейся потребности в них, в т.ч. по программам импортозамещения. Кроме того, имеется потребность в двигателях и для других видов техники, как морской, так и наземной. Потребность в двигателях указанного класса мощности возникла в связи с ростом числа применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различного назначения, в том числе военного. На данный момент беспилотные летательные аппараты (БПЛА) применяются для решения различных задач, которые раньше решались с применением пилотируемых летательных аппаратов.

Роторно-поршневой двигатель является более подходящим для БПЛА, чем традиционный поршневой, так как РПД имеет меньшее количество деталей, за счет чего упрощается его обслуживание, снижается стоимость производства и улучшается ремонтопригодность. А также РПД имеет большую удельную мощность, что позволяет увеличивать полезную нагрузку БПЛА.

При этом за счет создания универсальной секции роторно-поршневого двигателя можно получить целый мощностной ряд двигателей за счет увеличения количества базовых секций (двухсекционный РПД, трехсекционный РПД). Кроме того к базовой секции можно применять принцип масштабируемости для увеличения рабочего объема двигателя. Такие

принципы позволяют проводить быструю модернизуцию базового двигателя для применения на различных типап летательных аппаратов (в зависимости от их области применения и требованиий к мощности силовой установки)

Стоит также отметить, что зарубежные фирмы успешно применяют роторно-поршневые двигатели на серийно производимых беспилотных летательных аппаратах.

По вышесказанному можно сделать вывод о том, что роторно-поршневые двигатели имеют большие перспективы по применению в авиации.

Преимущества и недостатки двигательных установок холодного и теплого газа для применения на малых космических аппаратах

Шестов Н.С., Дергач И.В., Фесенко И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Толстопятов М.И.
СибГУ, Красноярск

Системы теплого газа использовались в нескольких миссиях для повышения давления и используют один и тот же основной принцип, дающий более удельные импульсные характеристики, чем холодный газ.

Системы холодного газа – это, относительно, простые системы, обеспечивающие ограниченное движение космического аппарата (КА) и являющиеся одной из наиболее зрелых технологий для МКА. Тяга создается путем выталкивания инертного, нетоксичного топлива, которое может храниться в газообразном или насыщенном жидком состоянии под высоким давлением. Для увеличения тяги и удельного импульса использовались системы с теплым газом, в которых топливо нагревается, но еще не вступают в химическую реакцию.

Преимущества и недостатки двигательных установок (ДУ), работающих на холодном газе:

Преимущества системы:

• Отсутствие горения в сопле двигателя малой тяги на холодном газе позволяет использовать его в ситуациях, когда обычные жидкостные ракетные двигатели будут слишком горячими. Это устраняет необходимость в проектировании систем управления теплом;

• Простая конструкция позволяет двигателям быть меньше обычных ракетных двигателей, что делает их подходящим выбором для миссий с ограниченными требованиями к объему и весу;

• Система холодного газа и его топливо недороги по сравнению с обычными ракетными двигателями;

• Простая конструкция менее подвержена отказам, чем традиционный ракетный двигатель;

• С топливом, используемым в системе холодного газа, безопасно обращаться как до, так и после запуска двигателя. Если используется инертное топливо, система холодного газа является одним из самых безопасных ракетных двигателей;

• Двигатели на холодном газе не накапливают чистый заряд Космического корабля (КК) во время работы;

• Двигателям на холодном газе требуется очень мало электроэнергии для работы, что полезно, например, когда КК находится в тени планеты, на которой он вращается;

Недостатки системы:

• Система холодного газа не может обеспечить высокую тягу, которую могут обеспечить ракетные двигатели внутреннего сгорания;

• Двигатели на холодном газе менее эффективны по массе, чем традиционные ракетные двигатели;

• Максимальная тяга двигателя малой тяги на холодном газе зависит от давления в резервуаре для хранения. По мере израсходования топлива давление уменьшается, а максимальная тяга уменьшается.

Системы холодного газа подходят для МКА из-за их очень простой конструкции и являются недорогими и надежными. Их можно использовать, когда требуется небольшой полный импульс. Однако низкий удельный импульс этих систем ограничивает их от обеспечения больших маневров коррекции орбиты. В последнее время, новые конструкции улучшили возможности этих систем для наноспутников, таких как 3U CubeSats.

Разработка новых топливных форсунок для воздушно-реактивных двигателей

Шигапов Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Алтунин В.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Одной из проблем топливных форсунок воздушно-реактивных двигателей (ВРД) является проблема осадкообразования. Известно, что через 900 циклов (или часов) работы ВРД марки НК-8-2У (самолёта Ту-154) происходит полное закоксовывание форсунок.

Частичное закоксовывание форсунок приводит к частичной потере тяги, к невыполнению полётных заданий.

Частичное закоксовывание даже только одной форсунки может привести к нерасчётному струйному распылу, к прогару жаровой трубы, к пожару и взрыву ВРД и всего летательного аппарата (ЛА).

Полное закоксовывание приводит к полной потере тяги, к аварийным ситуациям.

Поэтому борьба с осадкообразованием – это одна из главных задач при проектировании, создании и эксплуатации различных ВРД.

Были созданы экспериментальные установки и рабочие участки, проведены всесторонние исследования.

Было установлено, что осадкообразование зависит от многих факторов, но главным фактором является нагрев форсунок до температуры более 373 К.

Также были разработаны новые способы борьбы с осадкообразованием: без электростатических полей, с полями.

На основе результатов экспериментальных исследований на базе штатной форсунки ВРД марки НК-8-2У были разработаны новые конструктивные схемы топливных форсунок, в которых ведётся всесторонняя существующая и перспективная борьба с этим негативным явлением:

- форсунка с выносом форсуночного фильтра в область с низкими температурными полями (менее 373 К);
- форсунка с заменяемыми фильтрами и распылителями;
- форсунка с заменяемыми входными топливными каналами, фильтрами и распылителями;
- форсунка с наружной рубашкой охлаждения отражателя;
- форсунка с центральной осевой многофункциональной иглой;
- форсунка с применением электростатических полей (для предотвращения осадка во входных каналах, на фильтрах, в распылителе, в рубашке наружного регенеративного охлаждения).

Применение материалов доклада будет способствовать созданию новых отечественных ВРД повышенных характеристик по ресурсу, надёжности, безопасности, эффективности, экономичности и экологичности.

Доклад сопровождается новыми и запатентованными конструктивными схемами топливных форсунок ЛА различного назначения.

Микрогазотурбинная энергоустановка с внешним подогревом топливного газа

Шилова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бульбович Р.В.
ПНИПУ, Пермь

В работе [1] описан способ расширения концентрационных пределов горения газов с использованием их внешнего подогрева. Реализация такого типа горения позволила бы разрабатывать неохлаждаемые однозонные камеры сгорания (КС) в составе утилизационных энергоустановок.

В данной работе рассматриваются вопросы организации низкотемпературного малоэмиссионного бедного горения при предварительном внешнем подогреве топливного газа в специальном теплообменнике вне КС. Для внешнего подогрева топливного газа предлагается использовать теплообменник в составе газотурбинной установки (ГТУ), в котором топливный газ нагревается отработанными на турбине газами.

С одной стороны, область горения ограничивается значениями коэффициента избытка окислителя на нижнем пределе, рассчитанные методом флегматизации и зависящими от состава топливного газа [2]. С другой стороны, область горения ограничивается значениями коэффициента избытка окислителя по параметрам установки, полученными из решения уравнения энергетического баланса с учетом температуры воздуха и топливного газа на входе в КС и температуры продуктов сгорания на входе в турбину. Создание универсальной КС для утилизации нефтяных газов при разных степенях забалластированности предполагает наличие универсального теплообменника, который обеспечивает неизменное значение температуры топливного газа на входе в КС.

Рассмотрена термодинамическая модель расчета режимных параметров ГТУ с внешним подогревом топливного газа, которая позволяет определить режимные параметры компрессора, турбины, системы подачи топливного газа, камеры сгорания, расходные и энергетические характеристики ГТУ.

Рассмотрены характеристики низкотемпературного горения с внешним подогревом реальных нефтяных газов с различным содержанием балластирующих компонентов [3]. Проведены расчеты по определению областей устойчивого горения нефтяных газов для разных энергоустановок со степенями сжатия на компрессоре в диапазоне от 1,8 до 5,5 с содержанием балластирующих компонентов от 0 до 90%. Анализ данных показывает, что границы устойчивого горения топливного газа в однозонной неохлаждаемой камере сильно зависят от температуры подачи топливного газа. Существует минимальная температура подогретого топливного газа, при которой начинается устойчивое горение в утилизационной КС. Для каждой энергоустановки и состава топливного газа эта температура имеет свое определенное значение.

Анализ данных показывает, что с увеличением забалластированности топливного газа потребная минимальная температура подогрева возрастает. При содержании балластирующих компонентов более 80% наблюдается интенсивный (резкий) рост этой температуры. По данным [4] увеличение температуры топливного газа в 2 раза требует увеличение поверхности теплообмена и, соответственно, габаритов теплообменника в 10 раз. Следовательно, для утилизации подогретого топливного газа с содержанием балластирующих компонентов более 80% потребуются теплообменные аппараты больших габаритов. Поэтому целесообразна утилизация нефтяных газов с содержанием балластирующих компонентов менее 80%.

Определены потребные значения температуры топливного газа на входе в камеру для энергоустановок с турбокомпрессорами, имеющих степень сжатия в диапазоне от 1,8 до 5,5. С увеличением степени сжатия на компрессоре потребное значение температуры горючего на входе в КС возрастает. Следовательно, с увеличением мощности ГТУ будут возрастать габариты подогревателя топливного газа.

С использованием уравнения энергетического баланса для КС определены потребные значения коэффициентов избытка воздуха на выходе из зоны разбавления. Коэффициент избытка воздуха в зоне горения полагается равным 1,5 в соответствии с пределами воспламенения топливных газов.

Проведен параметрический анализ мощностных и расходных характеристик ГТУ. Получены возможные диаметры КС для мощностного ряда ГТУ при утилизации топливных газов с различным содержанием балластирующих компонентов. Анализ данных показывает, что для утилизации топливных газов на разных месторождениях возможно использование универсальной камеры с постоянным диаметром при заданной мощности установки.

Список использованных источников:

1. Берлин А. А., Штейнберг А. С., Фролов С. М., Беляев А. А., Посвянский В. С., Басевич В. Я. Расширение пределов горения в пористой горелке с помощью внешнего подогрева // Доклады Академии наук. 2006. Т. 406, N 6. С. 770-775.

2. Шилова А.А., Бачева Н.Ю.. Определение коэффициентов избытка воздуха на верхнем и нижнем пределах горения забалластированных нефтяных газов // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2018. № 53. С. 77-85.

3. Бачев Н.Л., Матюнин О.О., Бульбович Р.В., Бетинская О.А., Шилова А.А. Расчетно-экспериментальные исследования концентрационных пределов горения попутных нефтяных газов // Проблемы региональной энергетики. 2019. № 2 (43). С. 39-47.

4. Бачев Н.Л., Шилова А.А., Матюнин О.О., Бульбович Р.В. Организация низкотемпературного бедного горения утилизируемого газа // Проблемы региональной энергетики. 2020. № 3 (47). С. 56-68.

Уточнение определения расхода воздуха при испытании компрессоров авиационных ГТД

Шипунов В.В.

ПАО «ОДК–Кузнецов», Самара

При испытании компрессоров газотурбинных двигателей, одним из основных определяемых параметров является расход воздуха через компрессор. Недостаточная точность определения расхода воздуха в процессе испытаний влечет за собой негативные последствия. Данными негативными последствиями являются неточное определение запасов газодинамической устойчивости компрессора относительно заданной рабочей линии, а также неправильную настройку венцов компрессора в процессе его доводки. Обеспечение требуемой точности определения расхода воздуха при испытаниях компрессоров является приоритетной задачей.

Данная работа посвящена исследованию проблем определения расхода воздуха при испытании компрессоров авиационных ГТД.

В данной работе рассматривается экспериментальная установка компрессора среднего давления разработки ПАО «ОДК-Кузнецов». Экспериментальная установка состоит из расходомерного коллектора, испытуемого компрессора, привода компрессора, входной и выходной шахты и других элементов стенда. Данные элементы расположены в боксе с вертикальной подачей воздуха. Целью данной работы являлась оценка погрешности определения расхода воздуха, а также выявления причин возникновения погрешности и их устранения.

В ходе работы был выполнен анализ точности показаний замеров статического давления, полного давления и полной температуры в ходе испытаний. По результатам трехмерных газодинамических расчетов была установлена картина течения воздуха в испытательном боксе, произведено сравнение результатов трехмерных газодинамических расчетов с экспериментальными замерами. Была выявлена погрешность определения расхода воздуха через компрессоров. В качестве рекомендаций по уменьшению погрешности определения расхода воздуха были предложены мероприятия по увеличению препарирования в расходомерном коллекторе, а также изменение конструкции испытательного стенда.

Свинец в авиационном топливе

Щербакова В.С., Голенкова А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фетисов А.Г.
МАИ, Москва

Ядовитость свинца отметили еще в 1 веке н. э. греческий врач Диоскорид и Плиний Старший. В процессе жизнедеятельности современное общество не может найти замену свинцу, а, следовательно, ученые и инженеры должны учитывать токсичность и потенциальную опасность для человека этого элемента.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что проблема загрязнения свинцом волнует не только ученых нашей страны, но и ученых за рубежом. Тема представляет теоретический и практический интересы, потому, что до сих пор не выяснено, какой ущерб нанесен экологии в связи с использованием свинца до того, как было определено его пагубное влияние на человека и окружающую среду.

Целью нашей работы заключается в поиске, сборе и анализе информационных материалов из открытых англоязычных источников средств массовой информации, а также из источников, специализирующихся на проблемах техносферной безопасности для выявления последствий экологических катастроф. Для достижения поставленной цели были решены две основные задачи. Во-первых, сбор и изучение информации, связанной с негативным действием свинца. Во-вторых, сравнение и рассмотрение мнений отечественных и иностранных специалистов о данной проблеме.

Для нашего исследования мы использовали следующие материалы:

• Отравление свинцом и здоровье //Всемирная организация Здравоохранения - 2018 [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail],

• Laurence Knight The fatal attraction of lead //BBC – 2014 [https://www.bbc.com/news/magazine-29568505],

• Henry J. Price Fact Sheet – Leaded Aviation Fuel and the Environment //Federal Aviation Administration – 2013 [https://www.faa.gov/news/fact_sheets/news_story.cfm?n..].

По оценкам Института измерения показателей и оценки здоровья (ИПОЗ), в 2016 г. произошло 540 000 случаев, вызванных длительным воздействием свинца [1] на организм людей. При длительном влиянии свинца на организм человека может нарушится функционирование мозга, а также работа центральной нервной системы. Это может довести до комы и даже до летального исхода. Так же, по данным ИПОЗ, влияние свинца, приводит к появлению таких симптомов, как ишемическая болезнь сердца и инсульт. Как выяснилось позднее, даже "безопасная норма" свинца в организме, равная 5 мкг/дл, может стать причиной снижения интеллекта у подрастающего поколения, а также появления проблем с поведением, которые отрицательно сказываются на учебе.

В 1921 году в General Motors обнаружили, что добавление соединения тетраэтилсвинца делает двигатели более эффективными, устраняя неконтролируемый стук ранних автомобилей. Свинец исчез из состава бензина только в конце 20 века. Можно заметить, что история богата примерами отравления свинцом. Но, несмотря на то, что об опасности воздействия свинца на человека узнали достаточно давно, мы до сих пор ощущаем на себе последствия его применения.

В настоящее время угрозу для людей и окружающей среды представляет топливо, сжигаемое в авиадвигателях.

Самолеты, работающие на этилированном авиационном бензине, используются для многих важных целей, включая деловые и личные поездки, учебные полеты, аэрофотосъемку, сельское хозяйство, пожаротушение, правоохранительные органы, неотложную медицинскую помощь и экспресс-перевозку.

В настоящее время нет никаких правил, которые применяются к выбросам с воздушных судов, использующих этилированное топливо. Однако Федеральная авиационная администрация США обеспечивает соблюдение существующих норм выбросов для коммерческих реактивных самолетов и двигателей через процесс сертификации двигателей.

Коммерческие производители реактивных двигателей отреагировали на требования по сокращению выбросов за счет технологических изменений, улучшив конструкцию и эффективность реактивных двигателей. В США был начат процесс замены существующих этилированных авиационных топлив неэтилированными растворами. Заключительный отчет и рекомендации были опубликованы 17 февраля 2012 года на сайте Федеральной авиационной администрация США.

Таким образом, в результате нашего исследования был произведен анализ информации, найденной в открытых источниках по проблеме загрязнения свинцом. Исследуя мировой опыт прошлый и современный, мы можем быстрее выявлять потенциальное заражение и ликвидировать его последствия без ущерба здоровью людей.

Список использованных источников:

1. Книжников В.А., Бережной Р.В., Рубцов А.Ф., Григорян Э.А., Марченко Е.Н., Самойлов Д.Н., Соркина Н.С., Цивильно М.А. Свинец // Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. / гл. ред. Б.В. Петровский. — 3 изд. — Москва: Советская энциклопедия, 1984. — Т. 23. — С. 21-26. — 544 с.

Ремонт лопаток газотурбинного двигателя пайкой

Юрасов Ю.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Пайка — способ устранения поверхностных дефектов деталей газотурбинных двигателей (ГТД) — патент RU 2240214 C1 от 20.11.2004 г., включающий очистку поверхности ремонтируемых изделий, нанесение наполнителя в виде пасты на основе металлического порошка с органическим связующим, высокотемпературную вакуумную пайку с последующей гомогенизацией изделия композитным наплавочным покрытием и окончательную механическую обработку изделий. Перед нанесением наполнителя в виде пасты на ремонтируемую поверхность наносят гибкий наполнитель из никелевой сетки со спеченным слоем гранул из жаропрочного никелевого сплава. После нанесения наполнителя в виде пасты наполнители спекаются с изделием в вакууме и затем наносятся на слой наполнителя термостойким припоем на основе никеля. Гранулы, спеченные никелевой сеткой, расположены в один слой, они однородны по размеру. Наполнитель в виде пасты состоит из жаропрочного порошка никелевого сплава, имеющего размер частиц в 2,5-3 раза меньше размера гранул, спеченных с никелевой сеткой. Высокотемпературная вакуумная пайка осуществляется по режиму термовакуумной обработки основного материала с возможностью проведения ее одновременно с гомогенизацией композиционного наплавочного покрытия.

Этот способ не позволяет устранить эксплуатационные дефекты на ремонтируемых поверхностях, такие как раковины, зазубрины, локальный износ трущихся поверхностей, которые могут располагаться в вертикальном и потолочном положениях при пайке, а также не обеспечивает стабильных паяных соединений с непрерывностью менее 1,5%.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ устранения поверхностных дефектов пера лопатки турбины ГТД, раскрытый в патенте RU 2310551 C2 от 10.06.2007 г., включающий очистку ремонтируемого участка, нанесение расплавленного порошка, состоящего из припоя и наполнителя из термостойкого материала, с последующей высокотемпературной пайкой и механической обработкой.

Способ включает использование при наплавке порошкового материала, состоящего из 20% припоя и 80% наполнителя. Однако в зоне наплавки были обнаружены горячие трещины, обусловленные химическим составом наплавляемого материала.

Задачей заявляемого способа является повышение качества восстановления лопастей и, в соответствии с этим, повышение эксплуатационных свойств лопасти после ее восстановления.

Техническим результатом, обеспечиваемым решением данной задачи, является получение прочности соединения в зоне ремонтируемого участка, близкой к прочности сварного соединения.

Указанный технический результат обеспечивается тем, что в способе ремонта поверхностных дефектов пера лопаток турбины ГТД, включающем развертку ремонтной зоны, нанесение на него микроплазменного напыления порошкового материала, состоящего из припоя и сердечника из термостойкого материала с последующей пайкой и механической обработкой, в отличие от известного способа при пайке перьевой части лопатки в виде поперечных полос, возбуждающих ремонтируемую, нагревают сканирующим электронным пучком до температуры солидуса припоя и выравнивают температуру по всей толщине лопатки, после чего производят нагрев ремонтной зоны до 100-120°С выше ликвидус температуры припоя и поддержание заданной температуры импульсами в течение 1 мин используют порошковый материал, содержащий 70% наполнителя на основе никеля и 30% высокотемпературного припоя.

Анализ зарубежных работ по созданию двухконтурного турбореактивного двигателя для СПС на основе базового газогенератора

Якурнова К.А., Алендарь А.Д.
МАИ, Москва

От двигателя сверхзвукового пассажирского самолета (СПС) требуется получение высокой удельной тяги на крейсерском режиме и высокой степени двухконтурности на взлетном малошумном режиме. Двухконтурный турбореактивный двигатель (ТРДД) с нерегулируемыми узлами не в полной мере обеспечивает потребности СПС на различных режимах полета, однако, сегодня в мире активно исследуется возможность применения ТРДД традиционной схемы в качестве маршевого двигателя для СПС. При этом, разработка ТРДД на основе существующего газогенератора является вполне привлекательным решением в целях снижения рисков и затрат на разработку силовой установки для СПС.

Одним из наиболее заметных разработчиков СПС ближайшей перспективы является компания Aerion Corporation. Сегодня этой компанией ведется разработка самолета AS2 с максимальной взлетной массой 52,2 тонны, дальность полета 8800 км, максимальным числом Маха полета 1,6 и вместительностью до 12 пассажиров. Силовая установка самолета AS2 состоит из трех ТРДД Affinity компании General Electric взлетной тягой 8165 кгс, разрабатываемых на основе газогенератора семейства ТРДД CFM56. Данный газогенератор имеет оптимальную степень сжатия для создания на его основе ТРДД для сверхзвуковых полетов с невысоким максимальным числом Маха. Стоит также отметить, что газогенератор этого типа используется в двигателях F101 и F110 сверхзвуковых самолётов B-1, F-14, F-15 и F-16. Двигатель Affinity включает двухступенчатый вентилятор с входным направляющим аппаратом, 9-ступенчатый компрессор высокого давления, кольцевую камеру сгорания, одноступенчатую турбину высокого давления, двухступенчатую турбину низкого давления и сопло с центральным телом. По предварительным данным, двигатели оснащаются сверхзвуковыми осесимметричными воздухозаборниками с центральным телом. Согласно открытым источникам, крейсерское значение тяги двигателя составляет 1560 кгс. Степень двухконтурности двигателя на взлетном режиме составляет 3,1, диаметр вентилятора 1,33 м [1].

Исследованием вероятного облика двигателя на базе газогенератора ТРДД CFM56 также занимаются в NASA. В работе [2] выполнены расчетные оценки двигателя, выполненного на базе газогенератора CFM56-7B27. Двигатель предназначен для СПС с крейсерским числом Маха 1,4, взлетной массой 45-55 тонн. Двигатель выполнен по схеме со смешением потоков обоих контуров. Для моделирования вентилятора использовались данные, собранные NASA в ходе исследований модельного вентилятора GE57. Вентилятор одноступенчатый и имеет степень повышения давления 2,2 при максимальном КПД. В конструкции двигателя рассматривается лепестковый смеситель. Двигатель имеет сопло с центральным телом с регулируемыми сверхзвуковыми створками. При этом, положение центрального тела и

площадь критического сечения сопла являются постоянными. Температура газа перед турбиной на крейсерском режиме принята на уровне двигателя CFM56-7B27 на взлетном режиме. Авторы работы отмечают, что ввиду большей длительности работы двигателя СПС при максимальных температурах горячей части, потребуется модернизация турбины высокого давления в части применения новых материалов, покрытий, а также повышения эффективности охлаждения.

Список использованных источников:

1. «General Electric Affinity» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.en.wikipedia.org/wiki/ General_Elrctric_Affinity /, свободный. – Загл. с экрана.

2. Berton J.J, Huff D.L, Seidel J.A. Supersonic Technology Concept Aeroplanes for Environmental Studies. AIAA SciTech Forum and Exposition. Orlando, Florida, 6-10 January, 2020.

Секция №2.2 Электроракетные двигатели и энергетические системы

Исследование высокочастотного ионного двигателя с прямоточной конфигурацией разрядной камеры

Гордеев С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва

Для повышения срока активного существования (САС) перспективных низкоорбитальных космических аппаратов (НКА) проводятся работы по исследованию и разработке новых, а также совершенствованию уже имеющихся решений в области электроракетных двигателей, которые позволят в течение длительного времени компенсировать аэродинамическое торможение, возникающее при движении в верхних слоях атмосферы Земли. Одним из главных ограничивающих САС НКА факторов на сегодняшний день является ограниченный запас рабочего тела (РТ) на борту спутника. Решение данной проблемы возможно за счёт применения прямоточной схемы электроракетного двигателя, в которой набегающий поток остаточной атмосферы Земли будет использоваться в качестве рабочего тела. На перспективных высотах орбит 180 – 250 км концентрация атмосферных газов составляет 1015 – 1017 $1/м^3$ и состоит преимущественно из молекул и атомов азота и кислорода [1]. Исходя из состава и концентрации остаточной атмосферы, в качестве исполнительного узла двигательной установки целесообразно использовать ионный двигатель с ионизацией РТ в высокочастотном разряде (высокочастотный ионный двигатель (ВЧИД)), который может практически без снижения ресурса функционировать с химически активными рабочими телами. А использование специального заборного устройства сможет обеспечить повышение концентрации атмосферных газов внутри разрядной камеры двигателя до 1018 $1/м^3$ [2, 3], чего будет достаточно для инициации и поддержания высокочастотного разряда.

Одной из главных проблем реализации прямоточной схемы ВЧИД является необходимость удержания плазмы, находящейся под потенциалом, близким к потенциалу эмиссионного электрода, в области ВЧ разряда для предотвращения пробоев на внутреннюю стенку устройства забора атмосферных газов, которая находится под потенциалом корпуса КА. В рамках данной работы был экспериментально отработан один из вариантов решения данной проблемы – использование для удержания плазмы специальной сетки с характерным размером ячейки 0,5 мм. Исследование проводилось на лабораторной модели ВЧИД с диаметром пучка 50 мм, которая имела цилиндрическую разрядную камеру, выполненную из кварцевого стекла, с намотанным на боковую поверхность медным индуктором. Удерживающая плазму сетка устанавливалась между разрядной камерой и имитатором устройства забора атмосферных газов. Для отработки схемы в качестве рабочего тела использовался азот, который подавался в область между разрядной камерой и сеткой.

Во время экспериментов была достигнута стабильная работа лабораторной модели. Потенциал на эмиссионном электроде составлял 400 В, а на ускоряющем 200 В, при ВЧ мощности 380 Вт и при расходе азота около 50 sccm. При этом обеспечивался извлекаемый ток ионного пучка на уровне около 60 мА.

Таким образом, в рамках данной работы была экспериментально подтверждена работоспособность ВЧИД с прямоточной конфигурацией разрядной камеры, а также был предварительно отработан метод удержания плазмы внутри разрядной камеры с помощью специальной сетки.

Список использованных источников:

1 Schonhen T., Komurasaki T., Romano F., Massutti-Ballester B., Herdrich G. Analysis of atmosphere-breathing electric propulsion // IEEE Transactions on Plasma Science. 2015. Vol. 43. No. 1.

2. Ерофеев А.И., Суворов М.О., Никифоров А.П., Сырин С.А., Попов Г.А., Хартов С. А. Разработка воздушного прямоточного электрореактивного двигателя для компенсации аэродинамического торможения низкоорбитальных космических аппаратов // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2016. № 3. С. 104-110.

3. Кожевников В.В., Смирнов П.Е., Суворов М.О., Хартов С.А. Разработка высокочастотного ионного двигателя, работающего на атмосферных газах // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2017. № 3 С. 5-12.

Изучение особенностей электрического ракетного двигателя магниторезонансного класса

Грабовский И.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гурьянов А.И.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Анализ проблем электрических ракетных двигателей (ЭРД) приводит к тому, что выбираются для решения те из них, которые снимают наибольшие ограничения на работу установки. В качестве таких проблем выступают: проблемы активного функционирования корректирующей двигательной установки (КДУ) в зависимости от запаса топлива, проблемы предела тяги двигателей, проблемы наработки на отказ в связи с выходом из строя электродов. Избавиться от всех недостатков технически очень сложная задача.

Так как, время активного функционирования аппарата в первую очередь зависит от топлива на его борту, экономия этого топлива становиться перво-степенной, а значит необходимо снизить расход КДУ. При понижении рас-хода, тяга установки падает, избежать этого можно только повышением ско-рости истечения. При больших скоростях истечения, на первый план выходит проблема выгорания электродов и их разрушение в результате эрозии. Избежать этого можно минимизировав контакт топлива с электродами. На высокую скорость истечения и экранирование струи от поверхности электродов затрачивается значительное количество энергии. При этом КПД останется практически неизменным [1-3].

Разрешить противоречие между геометрическим ростом установки и/или электрического потенциала, может применение магнитных полей и превращение двигателя не в линейный ускоритель, а в циклический. Отмеченный принцип ускорения позволяет обойтись без высокого ускоряющего потенциала, снизив его на несколько порядков. Геометрические размеры определяются силой магнитного поля, а конечная скорость рабочего тела числом оборотов в нем. Исполнение магнитопровода в виде сердечника броневого типа с разрывом в медианной плоскости ускорения, позволяет исключить магнитные наводки на технику при условии, что магнитное поле постоянно во времени. На основе магниторезонансного ускорения рабочего тела построена модель - магниторезонансного плазменного двигателя (МРПД).

Конструкция двигателя аналогична циклотронам, но специфика назначения двигателя и условия его работы вносят значительные коррективы в про-ектирование, поэтому невозможно перенести методы расчета циклотронов на расчет МРПД. Разработанный метод расчета и проектирования двигателя

строится на определении ведущих и ведомых систем, каждая из которых последовательно связаны. Такая связь определяет порядок расчета и задать граничные условия для каждой из них. Определение этих граничных условий создает основу проектирования двигателя в части интегральных пара-метров.

Согласно разработанной методике последовательность расчета следую-щая: 1) аналитический расчет интегральных параметров двигателя и траектории движения рабочего тела, 2) моделирование и расчет источника ионов, 3) построение колебательного контура и дуантов, 4) расчет формы электро-дов электростатического дефлектора, 5) численное моделирование магнит-ного поля катушки постоянного магнита, а также ее охлаждения, 6) расчет катода-компенсатора.

Особенностью двигателей магниторезонансного класса является наличие нескольких режимов работы в составе КДУ. Поэтому для перестройки параметров двигателя и выполнения условия многорежимности, проектирование и расчет носят последовательный характер, а не итерационный.

Список использованных источников:

1. Kim V., Kozubsky K. N., Murashko V.M., Semenkin A.V. //Proc. Of the 30th Int. Electric Propulsion Conf. Florence. Italy, 2007. IEPC-2007-142.

2. Khrabrov V.A. //Proc. Of the 30th Int. Electric Propulsion Conf. Sep-tember 17-20. 2007. Florence. Italy, 2007.P. IEPC-2007-109.

3. Белан Н.В., Ким В.П., Тихонов В.Б., Оранский А.И. Стационарные плазменные двигатели. Харьков: ХАИ, 1989. 315с.

Анализ вариантов энергоснабжения Лунной базы

Клокова О.Н.

Научный руководитель — Кухаркин Н.Е.

МАИ, Москва

Исследование Луны – одна из приоритетных задач, описанных в Федеральной космической программе на 2016-2025 годы. Концепция освоения Луны, представленная Роскосмосом в 2018 году, включает в себя три этапа:

• Первый этап (2021-2025) – отработка технологий на МКС, непилотируемые полеты с целью исследование Луны, разведывания местности и подготовки дальнейших шагов.

• Второй этап (2025-2035) – пилотируемые облеты и высадка космонавтов на поверхность Луны для начала создания обитаемой базы.

• Третий этап (2035-2040) – строительство полноценной базы, развертывание научно-исследовательских лабораторий, лунных обсерваторий. Добыча водяного льда.

Полноценное функционирование обитаемой лунной базы (ОЛБ), поддержание жизнедеятельности космонавтов, проведение научных и исследовательских работ, и, в перспективе, создание и функционирование производственно-технической инфраструктуры требует тщательного выбора системы энергоснабжения.

На начальном этапе необходимо обеспечить автономность функционирования систем жизнеобеспечения ОЛБ, для чего требуются технологии получения жизненно важных ресурсов, как кислород и вода, что невозможно без соответствующей энергетической базы.

Оценка потребных мощностей лунной базы показала, что для обеспечения жизнедеятельности экипажа из трех человек (необходимый минимум) требуется электрическая мощность не менее 40 кВт. Для осуществления научных и исследовательских задач необходимая мощность возрастает до 100 кВт.

Последние исследования показали несостоятельность гипотезы о «пиках вечного света», расположенных на полюсах Луны, поэтому энергосистема на солнечных батареях нуждается в накопителях. Проведенный в работе анализ удельной массы такой энергосистемы даже совместно с электрохимическими генераторами или электролизерами в качестве энергоустановки показало наличие значительных проблем.

В связи с этим, предпочтительным вариантом энергоснабжения являются ядерные энергоустановки (ЯЭУ) или комбинированные системы с ЯЭУ в качестве центрального звена.

Рассматривались различные схемы преобразования энергии деления. Машинное преобразование (по циклу Брайтона или Стирлинга), на первый взгляд, представляется наиболее простым вариантом, однако на настоящий момент не существует ни одного прототипа турбомашинной КЯЭУ, подтвердившего прогнозируемую работоспособность в течение заданного времени. Кроме того, утилизация неиспользованного низкопотенциального тепла приводит к значительным размерам теплоотдающих поверхностей.

Наиболее перспективными можно считать ЯЭУ с прямым преобразованием энергии.

В настоящее время наиболее освоенной технологией является термоэлектрическое преобразование. В нашей стране имеется опыт эксплуатации серийно производившихся космических ЯЭУ «Бук», в США был успешно решен ряд инженерных проблем при создании SP-100. Материалы и технологии преобразования отработаны в радиоизотопных термоэлектрических генераторах (РИТЭГ), которые успешно эксплуатируются в течение десятилетий. Однако требование большого перепада температур для получения приемлемого кпд, и, следовательно, большое количество низкопотенциального тепла порождают трудноразрешимые проблемы термоэлектрического преобразования.

В СССР успешно разрабатывались ЯЭУ с термоэмиссионным преобразованием энергии. Применение встроенного в активную зону термоэмиссионного преобразователя позволяет увеличить нижнюю температуру цикла. Выигрыш в удельно-массовой мощности термоэмиссионных космических ЯЭУ определяется высокой минимальной температурой цикла. Эффективность теплоотдачи пропорциональна четвертой степени температуры, поэтому площадь холодильника-излучателя находится в разумных пределах.

Имеющийся отечественный опыт создания и отработки термоэмиссионных ЯЭУ «Тополь» и «Енисей», может расцениваться как технологическое преимущество, которое должно быть использовано при создании установок нового поколения. Такие установки будут иметь достаточно высокие энерго-массовые характеристики.

Таким образом, проведенный анализ показал, что для энергообеспечения различных вариантов ОЛБ возможно использовать различные источники энергии, но, учитывая текущее состояние разработок различных вариантов энергообеспечения, их достоинства и недостатки, а также задачи, ставящиеся в Лунной программе, можно говорить о необходимости применения ЯЭУ с термоэмиссионным преобразователем.

Список использованных источников:

1. Луна — шаг к технологиям освоения Солнечной системы / под ред. В.П. Легостаева, В.А. Лопоты – М.: РКК "Энергия", 2011.

2. Бескровная И.А., Евдокимов Р.А., Кинаш П.М., Ковалев И.И., Тугаенко В.Ю. Сравнительная оценка технико-экономической эффективности использования солнечных и ядерных энергетических установок в составе лунной базы – Космическая техника и технологии. 2014. № 4(7). стр. 76 - 88.

4. Синявский В.В. Проектные исследования термоэмиссионных ядерно-энергетических установок, созданных по литий-ниобиевой технологии, электрической мощностью 5–10 МВт – Космическая техника и технологии. 2016. №. 4, с. 31-42.

Сравнение эффективности способов машинного обучения для прогнозирования интенсификации теплоотдачи на микроструктурированных поверхностях при кипении различных жидкостей

Коханова Ю.С., Куимов Е.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Попов И.А.

КНИТУ–КАИ, Казань

Перед предприятиями, чей род деятельности связан с электронным оборудованием, стоят задачи внедрения эффективных систем охлаждения, которые должны удовлетворять габаритам устройств и не приводить к резкому увеличению веса [1]. Для этого следует повышать коэффициент теплоотдачи от поверхности чипов к охлаждающему теплоносителю и понижать рабочую температуру устройства, влияющую на деградацию транзисторов чипов. Целью данной работы является уточнение прогнозирования влияния геометрических параметров оребрения на интенсификацию теплоотдачи на поверхностях систем охлаждения, усовершенствованных развитой микроструктурой, с помощью машинного обучения.

Способы машинного обучения в настоящее время получают широкое применение, так как позволяют обрабатывать большие объемы данных и прогнозировать искомые параметры с высокой точностью. Такие алгоритмы не универсальны при обработке экспериментальных

данных. В данной работе было проведено сравнение способов машинного обучения, основанных на методе наименьших квадратов (LinearRegression), множестве деревьев решений (RandomForest) [2] и создании линии или гиперплоскости, которая разделяет данные на классы, (Support Vector Machines) [3].

Для получения алгоритмов, прогнозирующих коэффициенты теплоотдачи, были проведены эксперименты на образцах поверхностей, обработанных методом деформирующего резания. Сформирована база данных, содержащая информацию о геометрических параметрах (высота, толщина и продольный шаг ребер, угол наклона структуры) различных поверхностей; диапазоне тепловых потоков, подводимых к образцам; теплофизических характеристиках жидкостей (вода, этанол, глицерин и фреон) и получаемых коэффициентах теплоотдачи с этих поверхностей.

После предобработки данных были применены описанные выше алгоритмы и проведено сравнение их эффективности по среднеквадратичной ошибке. Наиболее точным оказался метод RandomForest, выдающий ошибку $R^2 = 0.9$. Линейная регрессия показала ошибку $R^2 = 0.2$, а метод опорных векторов – $R^2 = 0.1$.

Полученные алгоритмы позволили определить степень влияния каждого геометрического параметра на интенсификацию теплоотдачи на микроструктурированных поверхностях по сравнению с гладкой. Этот результат может быть использован для проведения оптимизации поверхностей кипения в системах охлаждения с помощью подбора рациональных размеров микроструктуры поверхности кипения для обеспечения максимальной теплоотдачи при использовании различных жидкостей.

Результаты представляют интерес при проектировании систем охлаждения микроэлектронных устройств, тепломассообменных устройств, зон кипения тепловых труб и термосифонов и др.

Список использованных источников:

1. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Зубков Н.Н., Каськов С.И., Щелчков А.В. Кипение воды на микроструктурированных поверхностях // Труды Академэнерго. 2012. №1. С.14-31.
2. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2016. – 302 с.
3. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning. 2006. – 738 p.

Баллистическое проектирование траектории пилотируемой миссии на Марс

Най Хтет Линн
Научный руководитель — доцент, Николичев И.А.
МАИ, Москва

В работе рассматривается задача траекторной оптимизации для пилотируемой миссии на Марс. Анализируется замкнутый маршрут Земля-Марс-Земля. Согласно предлагаемой схемы миссии, космический аппарат (КА) с маршевым движителем на базе электроракетной двигательной установки (ЭРДУ) на первом участке гелиоцентрической траектории совершает перелет Земля-Марс совершая нулевую стыковку с последним; затем совершает выход на заданную Ареоцентрическую орбиту (посредством ЭРДУ) и некоторое время – необходимое для обеспечения пилотируемой миссии с посадкой на поверхность планеты находится на орбите; далее КА покидает Марс набирая параболическую скорость и совершает второй гелиоцентрический перелет в рамках миссии – Марс-Земля, вновь обеспечивая нулевую стыковку. Старт миссии предполагается с низкой опорной околоземной орбиты (круговой, на которой осуществляется сборка КА); КА набирает параболическую скорость посредством маршевой ЭРДУ. Естественно, предполагается наличие ядерной энергоустановки на борту аппарата.

Задача траекторной оптимизации решается с помощью непрямого метода вариационной группы – принципа максимума. В работе проведена полная и подробная формализация соответствующей задачи оптимального управления, обеспечена редукция последней к

трехточечной краевой задачи. Оптимизационная проблема рассматривалась для функционала, отвечающего минимальной массе КА на момент страта миссии.

Список использованных источников:

1. Механика космического полета: Учебник для втузов / М55 М.С. Константинов, Е.Ф. Каменков, Б.П. Перелыгин, В.К. Безвербый; Под ред. В.П. Машина. —М.: Машиностроение, 1989. — 408 с.: ил.

Перспективы использования композиционных материалов в конструкции холодильника-излучателя космического аппарата

Ромашова М.О.
Научный руководитель — д.т.н. Еремин А.Г.
МАИ, Москва

Отвод тепла от космического аппарата в условиях космоса может осуществляться лишь излучением. Назначение холодильников-излучателей любой схемы сводится к отводу тепла от различных систем космического корабля (энергетической установки, систем охлаждения и жизнеобеспечения) и рассеянию этого тепла в космическом пространстве посредством излучения. В зависимости от назначения указанных систем и величины отводимой мощности, уровень рабочих температур излучателей и площадь излучающей поверхности могут колебаться в широких пределах. Современная космическая техника немыслима без полимерных композиционных материалов. Такие материалы имеют определенное преимущество по сравнению с наиболее подходящими по своим физическим свойствам металлическими сплавами. Прогресс в системах охлаждения космических аппаратов является очень востребованной разработкой в отрасли космической энергетики. Но при создании данных систем возникают дополнительные проблемы, в частности, связанные с преобразованием тепловой энергии в электрическую: создание холодильника-излучателя с необходимой надежностью и массогабаритными характеристиками и малогабаритного теплообменника-рекуператора, обеспечивающего достаточно высокий термодинамический КПД установки. Большая часть углеродных материалов дает возможность снижения веса изделия на 10-50% в зависимости от конструкции и, соответственно, позволяет сократить расход рабочего тела. Мотивацией к работе по изучению возможности замещения металлических излучающих поверхностей (холодильника-излучателя) на углеродный композиционный материал является широкое применение в космической технике композиционных материалов. В конструкционном плане панели излучателя выполняются в виде комплекса трубчатых элементов с целью интенсификации лучистого теплообмена. Одной из основных задач было обеспечение контакта между углеродным материалом и тепловой трубой, выполненной, как правило, из нержавеющей стали. Такое соединение должно отвечать требованию обеспечения надежной механической связи между трубкой и углеродным материалом во всем рабочем диапазоне температур, при этом обладать минимальным термическим сопротивлением. В результате, в случае использования в качестве излучающей поверхности углепластика или углерод-углеродного композиционного материала может иметь место отрыв от тепловой трубы и, как следствие, нарушение теплового контакта. Одним из путей решения этого вопроса может быть использование в качестве излучающей поверхности углеродной ткани. Таким образом, в работе будет рассмотрено конструктивно-технологическое решение, обеспечивающее соединение теплопередающих устройств с углеродным полотном с необходимой прочностью и минимальными тепловыми потерями. С целью интенсификации лучистого теплообмена панели излучателя выполняются в виде комплекса параллельных трубчатых элементов. Одной из основных задач было обеспечение контакта между углеродным материалом и тепловой трубой, выполненной, как правило, из нержавеющей стали. Такое соединение должно отвечать требованию обеспечения надежной механической связи между трубкой и углеродным материалом во всем рабочем диапазоне температур, при этом обладать минимальным термическим сопротивлением. В результате, в случае использования в

качестве излучающей поверхности углепластика или углерод-углеродного композиционного материала может иметь место отрыв от тепловой трубы и, как следствие, нарушение теплового контакта. Одним из путей решения этого вопроса может быть использование в качестве излучающей поверхности углеродной ткани. Таким образом, в работе будет рассмотрено конструктивно-технологическое решение, обеспечивающее соединение теплопередающих устройств с углеродным полотном с необходимой прочностью и минимальными тепловыми потерями.

Разработка амбиполярного плазменного ракетного двигателя геликонного типа для космического аппарата формата CubeSat

Широков Н.М., Начевский И.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хартов С.А.
МАИ, Москва

Миниатюризация технологий ведет к увеличению числа задач, которые в будущем будут решаться с применением малых и нанокосмических аппаратов формата CubeSat. Развитие высокоэффективных электроракетных двигательных установок (ЭРДУ) для данного формата спутников – активно развивающееся направление в мире.

Ввиду того, что химические двигательные установки (ДУ) малоэффективны, а традиционные ЭРДУ, такие как, двигатель на эффекте Холла, ионный двигатель, стационарный плазменный двигатель (СПД), ввиду малости ресурса, сильно теряют в эффективности при миниатюризации для данного формата спутников, то для расширения класса задач, решаемых НКА формата CubeSat требуется новая двигательная установка, разработанная под малые геометрические параметры, низкую массу и малую потребную мощность.

Потенциально эффективной ДУ является двигатель на основе геликонного источника, в котором плазма создается с помощью антенны особой конфигурации, позволяющей повысить эффективность перевода энергии плазме за счет электромагнитного режима поглощения энергии. Нагрев и образование плазмы происходит в несколько этапов, а именно сопровождается переходами между стационарным, индуктивным и электромагнитным нагревами. Особая конфигурация антенны, позволяет, при заданном значении плотности плазмы, переводить ее в электромагнитный режим нагрева, при этом, эффективность поглощения энергии повышается. Такая плазма называется геликонной, а распространяемые волны – геликонными, ввиду их спиралевидной структуры. Возбуждение и переход к электромагнитному нагреву достигается при определенной концентрации плазмы, когда электромагнитные волны, распространяющиеся в плазме, в осевом направлении, фазовая скорость которых уменьшается при росте показателя преломления среды, «заключаются» в плазме.

Важным компонентом при создании геликонных источников является магнитное поле, служащее для удержания электронов плазмы в реакторе и предотвращении ухода их на стенки, а также для реализации резонансного поглощения энергии электромагнитного поля электронами.

Плазменный разряд геликонного типа представляет собой холодную плазму, в которой температура ионов принимается равной температуре нейтрального газа. Ускорителем плазменного образования являются электроны, которые, при правильном подборе частот и конфигурации реактора поглощают энергию электромагнитного поля резонансным способом и, соответственно, увеличивают аксиальную скорость в направлении силовых линий магнитного поля, ускоряя при этом ионы плазмы посредством амбиполярной диффузии.

В рамках работы рассчитана и спроектирована геометрия геликонного источника с учетом диапазона потребляемой мощности, определяемого НКА CubeSat. Получены зависимости между мощностью источника и поглощенной плазмой энергией, определены резонансные частоты поглощения энергии, а также основные силовые параметры двигательной установки.

Список использованных источников:

1. Pascal Chabert, Nicholas Braithwaite. Radio - frequency Plasmas.
2. Michael A. Lieberman, Allan J. Lichtenberg. Plasma Discharges and Materials Processing.
3. Francis F. Chen. Plasma ionization by helicon waves.
4. Shunjiro Shinohara. Characteristics of RF – Produced, High – Density Plasma with Very Small Diameter. Article – January 2014
5. Martin Ivanov Panevsky. Characterization of the Resonant Electromagnetic Mode in Helicon Discharges.
6. John Patrick Sheehan, Timothy Collard, Benjamin W. Longmier. New Low - Power Plasma Thruster for Nanosatellites. Conference Paper - July 2014.
7. Isaac D.Sudit, F.F.Chen. Discharge equilibrium of a helicon plasma. Plasma source Science and Technology. 1996.

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика

Секция №3.1 Управление движением, навигация и бортовые системы

Маршрутизация территории МАИ для использования беспилотных технологий

Аникин З.А., Акилов М.С.
Научный руководитель — к.т.н. Калягин М.Ю.
МАИ, Москва

Внедрение технологий, использующих различные типы беспилотных аппаратов (роверы, дроны и т. п.) является в настоящее время актуальной задачей. Как правило, перемещение роботизированных объектов осуществляется несколькими способами:

1. Построение профиля движения таким образом, чтобы избежать конфликтов (достаточно большая высота для дронов, выделенные полосы для наземных роботов).
2. Установка на беспилотное средство передвижения сенсоров (стереокамеры, лидары, и т.п.), обеспечивающих необходимыми данными автономные алгоритмы бортовой аппаратуры.
3. Получение информации о регионе нахождения по заранее составленной карте местности с указанием алгоритмов поведения.

Целью этой работы является создание прототипа архитектуры системы, которая позволит применять робототехнические комплексы на территории МАИ, применяя комбинацию второго и третьего способов. На первом этапе предлагается решить три задачи:

• Создать образцы беспилотного летательного аппарата и наземного робота для отработки системы построения и выполнения маршрутного задания

• Создать точную карту территории МАИ

• Создать программно-аппаратный комплекс, позволяющий формировать маршрутные задания для робототехнических комплексов, отслеживать их местоположение, обеспечивая предотвращение конфликтных ситуаций оператором.

Второй этап будет посвящен автоматизации прохождения маршрута и обработки особых ситуаций на борту робототехнических комплексов.

Список использованных источников:

1. Thrun Sebastian. Learning metric-topological maps for indoor mobile robot navigation // Artificial Intelligence. — 1998. — Vol. 99, no. 1. — Pp. 21–71.

Более электрический привод системы управления самолетом

Байтемиров А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рыбников С.И.
МАИ, Москва

Современный самолет использует четыре вида энергии: пневматическую, гидравлическую, электрическую и механическую. Несмотря на то, что электричество является наиболее управляемым видом энергии при классическом подходе к созданию самолета на него приходится не более одной восьмой части всех затрат. Увеличение доли электричества в энергетическом обеспечении самолета упрощает управление исполнительными устройствами и их обслуживание. В работе исследуется электрификация средств механизации крыла самолета (регулировка закрылков, спойлеров и других средств управления).

В рамках концепции самолета с повышенным уровнем электрификации рассматривается возможность управления летательным аппаратом секциями с бесщелевыми устройствами механизации. Данное решение позволяет снизить единичную нагрузку на привод, повысить живучесть летательного аппарата, уменьшить лобовое сопротивления и увеличить аэродинамическое качество. Для этого были изучены электрические и электрогидравлические привода с учетом зависимости массы привода от нагрузки на штоке. Особое развитие получают приводы бесконтактных электродвигателей с возбуждением от постоянных магнитов. На основе заданных характеристик быстродействия рассчитываются параметры привода. Полученные данные легли в основу математической модели секции с поворотным приводом в составе механизма адаптации. В работе выполнено исследование законов управления секции с поворотным приводом методом компьютерного моделирования в MathLAB Simulink.

На основании полученных данных показана эффективность подхода к проектированию приводов в составе механизма адаптации.

Анализ вычислительной сложности работы алгоритмов корреляционно-экстремальных навигационных систем

Бейгер Н.М.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва

В ходе автономного полета воздушного летательного аппарата или перемещений подводных объектов, основным средством определения навигационных параметров является инерциальная навигационная система (ИНС), однако она обладает таким существенным недостатком, как рост с течением времени ошибок определения координат, скоростей и углов. Такая система может быть комплексирована спутниковой навигационной системой (СНС). Однако даже в данном случае рост ошибок с течением времени все равно неизбежен. Это, в свою очередь, приводит к необходимости коррекции ИНС в течение всего времени функционирования. В качестве такого корректора может выступать корреляционно-экстремальная навигационная система (КЭНС), основанная на обзорно-сравнительном методе навигации, так как основной задачей КЭНС, так же как ИНС является определение координат объекта, а также их производных. Одним из достоинств таких систем является высокая помехозащищённость, отсутствие нарастающих с течением времени ошибок, а также возможность производить измерения практически в любых районах Земли. Вычисление навигационных параметров с помощью КЭНС происходит путем сопоставления измеренных параметров различных полей Земли, таких как магнитное, гравитационное или поле высот рельефа и априорной информации, заложенной в бортовую цифровую вычислительную машину (БЦВМ) объекта, на основе вычисления автокорреляционной функции или взаимной корреляционной функции и нахождения экстремума данной характеристики одним из существующим методов. [1, 2, 4].

Однако реализация алгоритмов работы КЭНС требует значительных вычислительных ресурсов. Если разрабатываемый комплекс обладает недостаточными ресурсами, то БЦВМ будет перегружен, что может привести к значительному запаздыванию при коррекции ИНС. Это, в свою очередь, может привести к неадекватности функционирования всего комплекса в целом, в частности, снижения уровня точности определения координат и их производных, что повлечет за собой снижение точности перемещения по заданному маршруту. С другой стороны, чрезмерный избыток вычислительных ресурсов приводит к необоснованному удорожанию всего навигационного комплекса.

В работе предложена методика оценки вычислительной сложности алгоритма работы КЭНС. Вычислительная сложность представлена как функция зависимости объема работы и размера входных данных, которая выполняется некоторым алгоритмом. Основным показателем сложности алгоритма является время, необходимое для решения задачи и объём требуемой памяти. Предложенная методика базируется на использовании асимптотического

анализа алгоритмов, целью которого является сравнение затрат времени и других ресурсов различными алгоритмами, предназначенными для решения одной и той же задачи, при больших объемах входных данных. В качестве критерия оптимальности алгоритма выбирается трудоемкость алгоритма, представляющая собой количество элементарных операций, необходимого для решения задачи с помощью данного алгоритма. Этот критерий позволяет определить, как быстро растет трудоёмкость алгоритма с увеличением объема данных.[3, 5]

Следует отметить, что предложенная методика носит универсальный характер и при некоторых доработках, таких как изменение начальных входных данных и первичного анализа алгоритма, можно применить практически к любому алгоритму, заложенному в принцип работы конкретной КЭНС.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, тема №FSFF-2020-0015/

Список использованных источников:

1. Баклицкий В.К., Бочкарев А.М., Мусьянов М.П. Метолы фильтрации сигналов в корреляционно-экстремальных системах навигации // М.:Радио и связь, 1986. С.209.

2. Гайдай М.А., Пронькин А.Н. Анализ влияния алгоритмов фильтрации измерений радиовысотомера на работу корреляционно-экстремальной навигационной системы // XXIX Международная научно-техническая конференция «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации». 2020. С.125-126

3. Электронный ресурс - https://habr.com/ru/post/104219/

4. Красовский А.А., Белоглазов И.Н., Чигин Г.П. «ТЕОРИЯ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ» - М: Наука, 1979

5. Электронный ресурс - https://habr.com/ru/post/188010/

Исследование оптического считывающего узла преобразователя угловой скорости с чувствительным элементом роторного типа

Булычев Р.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.

МАИ, Москва

Регистрация отклонения чувствительного элемента (ЧЭ) – роторного резонатора – осуществляется дифференциальными считывающими узлами на основе эффекта оптического туннелирования, состоящими из источника излучения, модулятора излучения, выполненного, например, в виде призмы [1], приемника излучения и оптических соединителей.

При использовании оптического считывающего узла на основе туннельного эффекта начальный зазор рассчитывается с учетом чувствительности считывающего узла, которая определяется производной отражательной способности по изменению зазора.

На определение зазора между ЧЭ и оптическим считывающим узлом влияет значение начального зазора, зависящее от конструктивных параметров резонатора и его деформации под действием второго (информационного) углового движения.

Для получения квазилинейной функции начальный зазор рассчитывается в зависимости от чувствительности и деформации роторного резонатора. При расчете начального зазора необходимо определить значения максимального и минимального зазоров под воздействием первичных колебаний ЧЭ.

Зазор между роторным резонатором и призмой определяет оптическую мощность, достигающую фотоприемника. По приближенной модели можно осуществить расчет зазора в точке контакта, соответствующей пересечению центрального луча источника излучения с гипотенузой гранью призмы.

В результате проведённого исследования установлено, что увеличение длины волны источника излучения приводит к уменьшению значения отражательной способности, и функция преобразования становится более линейной. Уменьшение угла падения

оптического луча также приводит к уменьшению отражательной способности и нелинейности функции преобразования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-08-00108).

Список использованных источников:

1. Бусурин В. И., Фам А. Т. Микроопто-электромеханический преобразователь угловых скоростей на основе оптического туннельного эффекта // Автометрия, 2016, № 2, Т. 52 – с. 124-130.

Возможности исследования процессов образования электростатической напряжённости в атмосфере

Воробьева К.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фаворский К.Г.
МАИ, Москва

Безопасность полётов в предгрозовой обстановке является актуальной задачей и в настоящее время обеспечивается средствами, обеспечивающими электромагнитную совместимость работы систем самолёта и разряда молний через самолёт или вблизи самолёта. Но случаи гибели или повреждения самолёта показывают, что безопасность только вышеуказанными средствами не всегда обеспечивается. Вместе с тем не обоснованная отмена полётов связана с финансовыми потерями компаний и моральным издержками пассажиров. Задача обеспечения безопасности может быть решена, если проложить маршрут полёта на безопасном отдалении от возможных разрядов молнии при измерении напряженности E электрического поля. Измерители напряженности электрического поля (ИНЭП) могут устанавливаться и на Земле и на самолёте, и на основании показаний определяется решение об отмене полёта или выбирается безопасная траектория полёта. Равновесие электрического поля всегда неустойчиво (теорема Ирншоу), изменяется во времени, а данных об исследовании электрических полей в пространстве и во времени не достаточно. Поэтому задача исследования процессов образования электростатической напряжённости в атмосфере является необходимой для построения систем, обеспечивающих безопасный полёт в предгрозовой обстановке. Результатом этих исследований является накопление информации о динамических изменениях напряжённости в атмосфере, о взаимодействии множества одиночных «ячеек» грозы, тесно примыкающих друг к другу, перемещении зарядов под действием изменения атмосферного давления, предгрозовых вихрей и Кулоновых сил. Измеренная скорость изменения градиента напряжённости поля должна быть соотнесена с возможной скоростью изменения маршрута самолёта. Для накопления информации предлагается измерять вектора напряжённости E(t) в предопределенных точках пространства над Землей в предгрозовой обстановке при отсутствии полётов самолётов. Измерение одновременно следует проводить так же с помощью ИНЭП, установленных на Земле. Обработка одновременных измерений позволяет найти корреляцию в показаниях снятых измерений. Это необходимо чтобы по показаниям ИНЭП, установленных только на Земле судить о напряжённости поля в атмосфере, скорости её изменения во времени и в пространстве. Для определения вектора E в пространстве предлагается использовать множество квадракоптеров, оборудованных датчиками вектора E, которые размещаются в разных точках исследуемого пространства. Сравнение множества показаний, полученных с квадракоптеров и ИНЭП, установленных на Земле, позволяют определить с определенной долей вероятности возможность возникновения молнии. Эти исследования позволяют определить возможность выбора безопасной траектории в зонах с малой напряжённостью по показаниям ИНЭП, установленных на Земле и на самолёте.

Выбор обучающего множества для реализации нейронной системы управления многорежимным летательным аппаратом

Воронов Р.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Боголюбов А.А.
МАИ, Москва

Для реализации нейросетевого управления системы автоматического управления (САУ) необходимо обучить нейронную сеть. Схемы нейросетевого управления могут иметь различный вид. При реализации нейросетевого управления могут использоваться различные подходы. В данной работе в качестве системы управления многорежимным объектом используется параметрически инвариантная компенсационная система (ПИКС), а для обеспечения нейросетевого управления корректирующие устройства (КУ), реализуются простейшими нейронными сетями. Нейронные сети различаются по методу обучения – существуют как нейронные сети, обучающиеся с «учителем», самообучающиеся нейронные сети и комбинированные сети.

Выбор обучающего множества реализован на примере управления многорежимным летательным аппаратом (ЛА). Многорежимный ЛА является объектом с переменными параметрами и большим диапазоном их изменения в зависимости от режима полета. В качестве структурной схемы системы автоматического управления выбрана ПИКС, которая при использовании функционально необходимых устройств, реализуемых с помощью нейронных сетей наилучшим образом, удовлетворяет заданным требованиям качества на всех режимах полета, а также обладает малой чувствительностью к высокочастотным помехам. В данной структуре используются КУ для обеспечения заданных показателей качества системы. Эти КУ для обеспечения нейросетевого управления, реализованы с помощью простейших нейронных сетей.

Для выбора обучающего множества выбраны желаемые передаточные функции (ЖПФ) на каждом режиме полета, выраженные с помощью объединённых номограмм качества (ОНК) для четвертого порядка, через коэффициенты формы δi и коэффициенты масштаба времени z. Выбор коэффициентов формы $\delta 1, \delta 2, \delta 3$ в ядре номограммы, осуществляется так, чтобы коэффициенты ЖПФ имели минимальные значения при выполнении требований на перерегулирование $\sigma \leq 5\%$ и обеспечение требуемого время переходного процесса (от 1 секунды до 3,5 секунд в зависимости от режима) с помощью коэффициента масштаба времени z. Минимальные значения коэффициентов ЖПФ обеспечивают помехозащищенность системы управления. В связи с тем, что наша система управления имеет 6-ой порядок, необходимо рассчитать коэффициенты формы $\delta 4, \delta 5$ с помощью достаточного условия устойчивости Соколова-Липатова, подбирая значения коэффициентов устойчивости λi из условия $\lambda i \leq 0{,}465$. Чтобы переходные процессы и частотные характеристики совпадали для системы 4-го и 6-го порядка необходимо подбирать значение $\lambda 3 \leq 0{,}3$. После получения коэффициентов формы δi и коэффициентов масштаба времени z рассчитываются коэффициенты ЖПФ.

После расчёта коэффициентов ЖПФ рассчитаны параметры корректирующих устройств. Для этого составляются системы уравнений, где коэффициенты полиномов передаточной функции системы управления приравниваются к соответствующим коэффициентам полинома ЖПФ. На каждом режиме составляется система уравнений, при решении которой вычисляются параметры КУ соответствующих режимов. Эти полученные решения и являются обучающими множествами для каждой нейронной сети.

Список использованных источников:

1. Брусов В.С., Тюменцев Ю.В. Нейросетевое моделирование движения летательных аппаратов. – М.: Изд-во МАИ, 2016. – 192 с.: ил.

2. Белова Е.С., Боголюбов А.А., Маковлев В.И., Соколов Н.И. Синтез систем автоматического управления объектами с переменными параметрами: Учебное пособие / Белова Е.С., Боголюбов А.А., Маковлев В.И., Соколов Н.И.; Под ред. Соколова Н.И. – М.: МАИ, 1986. – 86 с., ил.

Эксплуатационная реализация концепции PBN-навигации, основанной на характеристиках

Гаспарян Г.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов С.В.
МГТУ ГА, Москва

В течение последних десятилетий подавляющая часть гражданских авиаперевозок производится по правилам зональной навигации. Основной принцип заключается в том, что полёт необязательно должен проходить через приводные радиомаяки и иные наземные средства, его траектория выбирается эксплуатантом. Для установления единых навигационных спецификаций ИКАО разработала концепцию навигации, основанной на эксплуатационных характеристиках PBN - performance based navigation. Согласно требованиям концепции, не менее 95% времени полёта воздушное судно должно находиться в предела установленной ширины маршрута (например, по 5 морских миль от оси). Такая точность обеспечивается соответствующим оборудованием зональной навигации.

Концепция PBN включает в себя две основные навигационные спецификации - RNAV и RNP. У спецификаций RNP имеется требование контроля выдерживания заданных точностных характеристик и автоматического предупреждения об отклонении, в то время как для спецификаций RNAV это не является обязательным. Главными источниками полётных данных являются: ИНС - инерциальная система, датчики высотно-скоростных параметров и информация от радионавигационных средств. Оборудование зональной навигации должно также включать бортовую базу аэронавигационных данных и датчик для определения координат в системе WGS-84.

На начальном этапе внедрения зональной навигации наведение обеспечивалось только по средствам VOR, позже стали использоваться маяки VOR/DME, позволяющие определить направление и дальность от маяка, и более точные DME/DME.

Наиболее эффективно удовлетворяют точностным характеристикам PBN приёмники GNSS, которые относятся к внешним навигационным системам. Они позволяют с высокой точностью и на любом удалении от РНС определить местоположение и параметры движения судна.

Инерциальные системы ИНС работают автономно и выдают информацию о тангаже, крене, истинном курсе, местоположении и скорости движения ВС. Современные суда обычно оснащены тремя комплектами систем. Бесплатформенные инерциальные системы обеспечивают радиальную погрешностью расчёта местоположения ВС не более половины морской мили в час. Однако по прошествии полётного времени ИНС накапливают погрешность, поэтому они требуют периодической коррекции с помощью других навигационных средств.

Наконец, система самолётовождения FMS наряду с входящими в неё датчиками, приёмниками, вычислителями и вложенными данными относится к комплексным системам зональной навигации. Информация о движении судна и команды от FMS поступают в системы траекторного управления ВС и отображаются на основном индикаторе полётных данных. В полёте FMS выполняет множество функций, в том числе управляют режимом работы силовой установки и решают навигационные задачи в пределах определённого участка воздушного пространства. Иными словами, FMS включает в свой состав навигационный вычислитель с функцией обеспечения требуемой точности самолётовождения.

В воздушном пространстве Российской Федерации внедрение PBN происходит постепенно. Одним из знаковых событий стала возможность свободной маршрутизации в секторах Магаданского РЦ, то есть полёт по предпочтительной траектории между точками входа и выхода на маршруте зональной навигации, при условии оснащения судна оборудованием CPDLC и АЗН-К.

В начале декабря в Московском Зональном Центре была введена в эксплуатацию Новая структура воздушного пространства. Одним из значительных изменений стало

использование исключительно маршрутов зональной навигации спецификации RNAV 5 на Контроле и RNAV 1 на стандартных схемах вылета и прибытия SID и STAR. Проведённые расчёты показали, что при росте интенсивности воздушного движения в 1,5 раза продолжительность полёта в Московской воздушной зоне уменьшится на 15%, маршруты стали короче на 21%, также на 14% повысилась топливная эффективность. Также сейчас появилась возможность выполнения независимых заходов на посадку RNP на параллельные ВПП в аэропорту Шереметьево, так как разработаны схемы захода по приборам спецификации RNP APCH, допускающие отклонение всего в +- 0.3 морские мили от оси. В целом в России элементы концепции PBN продолжают широко внедряться в каждом зональном центре, что бесспорно повышает уровень безопасности полётов, делает авиаперевозки более доступными и экономичными.

Измерение вектора электростатической напряженности в атмосфере

Давыдова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фаворский К.Г.
МАИ, Москва

Для обеспечения безопасности полетов необходимо иметь информацию о возможности возникновения молний в ожидаемом пространстве полета. Но установка датчиков напряженности электрического поля в пространстве полета будет мешать проведению данного полета. В отсутствии полетов можно установить два множества датчиков: 1) датчики, установленные в пространстве полета; 2) датчики, установленные на Земле и на самолете, не мешающие проведению полетов. Анализ проведенных измерений позволяет выделить зависимости, когда о возникновении молний с большой степенью вероятности можно судить по результатам показаний второго множества датчиков. Такая постановка задачи требует разработки датчиков вектора электрической напряженности, которые могут устанавливаться в пространстве полета при отсутствии полетов.

Измеритель вектора электрической напряженности E приведен в [1]. Измеритель вектора E скомпонован из нескольких одноосных измерителей (от 3 до 6), установленных на сферическом основании, которое дает возможность измерить при проекции Ex, Ey, Ez вектора E в декартовой системе координат. Поле от собственного заряда сферы датчика вектора E можно компенсировать дальней обработкой измерений, установив по осям x, y, z по два измерителя с диаметрально противоположными осями чувствительности.

Недостатком известного датчика является то, что сфера должна иметь устройство подвеса, которое исказит однородность материала вокруг сферы, что приведет к погрешности разложения вектора на взаимно ортогональные оси. Предлагается расположить датчик вектора напряженности на квадрокоптере, снабдив его сферическим экраном. Сферический экран в некоторых частях квадрокоптера должен быть выполнен из сетки, что не будет блокировать подъёмную силу квадрокоптера, а также он не должен иметь выступающих за сферу шасси, которые убираются внутрь сферы после старта. Антенна для приема управляющих сигналов должна являться частью сферы, связанной с основной сферой частичными дельтрами. Измеритель должен иметь систему позиционирования квадрокоптера в пространстве по сигналам с Земли, а так же систему ориентации, позволяющую. Ориентировать оси измерения x, y, z квадрокоптера относительно осей север, восток и вертикаль места Земли.

В настоящее время система позиционирования датчиков в пространстве разработана, а доработка ее состоит только в ориентации сферы относительно осей север, восток и вертикаль места.

Список использованных источников:

1. Электротехническая совместимость электрооборудования автономных систем, под редакцией д.т.н., проф. В.П. Булекова, Москва, Энергоатом издательство 1995 г.

Разработка систем управления беспилотным летательным аппаратом типа трикоптер

Дайюб Язан Али
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Симонов В.Л.
МАИ, Москва

В статье представлено сравнение линейных и нелинейных методов управления и стабилизации беспилотного летательного аппарата трикоптер. Модель была разработана в среде Simmechanics. Моделирование проводилось с использованием Matlab и Simulink. Также было сделано отклонение математической модели трикоптера.

Целью данной работы является моделирование и управление беспилотным летательным аппаратом типа трикоптер.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) привлекают все большее внимание в исследованиях благодаря их широкому применению, главным образом в военной области. Пилотируемый летательный аппарат заменяется беспилотным летательным аппаратом благодаря его возможностям или в качестве решения в различных ситуациях, когда человек не может выполнять свою работу должным образом, например, работая на крутых склонах, в опасных зонах, местах бедствий и военных операциях. Один из типов БПЛА представляет собой летательный аппарат, конфигурация осей которого имеет форму треугольника и имеется серводвигатель, установленный на одной из осей ротора.

Трикоптер-это недоактуализированная система, имеющая 4 входа и 6 степеней свободы. Для разработки математической модели могут быть использованы законы Ньютона. Математическая модель показывает, что система нелинейна и входы связаны друг с другом. Это означает, что любое изменение одного из входов приведет к изменению многих выходов.

Существует множество контроллеров, которые можно использовать для стабилизации системы. Мы выбрали линейные и нелинейные регуляторы. Для линейного контроллера мы выбрали ПИД, тогда как для контроллера на основе Ляпунова выбрали активный регулятор подавления помех (ADRC), контроллер скользящего режима. Для контроллера скользящего режима мы выбрали контроллер суперкрутки второго порядка.

Чтобы проверить наши работы, мы разработали трикоптер с помощью Inventor, затем экспортировали его с помощью SimMechanics в Matlab и провели моделирование в Simulink

В результате проведенных экспериментов было показано, что нелинейные регуляторы являются надежными и способны стабилизировать трикоптер при наличии возмущений. Указанные регуляторы смогли стабилизировать трикоптер на большем интервале, чем линейный контроллер. Они также были более энергоэффективными, поскольку в них было меньше элементов, которые можно было бы скомпрометировать. С другой стороны, линейный контроллер был прост в реализации. Однако для настройки параметров требуется больше времени, что является предметом дальнейших исследований.

Список использованных источников:

1. Математическая модель БПЛА типа трикоптер / Дайюб Я., Симонов В.Л. (рук.). — В сборнике: Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности. Сборник научных трудов XVII Международной конференции, XV Международного конкурса научных и научно-методических работ. Отв. редактор и составитель Т.В. Пирязева. 2020. С. 29-33.
2. Афанасьев П. П., Голубев И. С., Новиков В. Н. и др. Беспилотные летательные аппараты. — М.: МАИ, 2008. 650 с.
3. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2005г
4. Castillo, P., Lozano, R. and Duzul, A.E (2004) Modeling and Control of Mini-Flying Machines, Springer, USA
5. Yoo, D-W. et al. (2010) ‘Dynamic modeling and stabilization techniques for tri-rotor unmanned aerial vehicles’, International Journal of Aeronautical and Space Science,
6. Papachristos, C. and Tzes, A. (2012) ‘Modeling and control simulation of an unmanned tilt tri-rotor aerial vehicle’, Industrial Technology (ICIT), IEEE International Conference.

Повышение эффективности решения навигационных задач самолетами государственной авиации с помощью алгоритма комплексной обработки информации на основе инерциальной навигационной системы и доплеровского измерителя путевой скорости и угла сноса

Дударев В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черепанов Д.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Эффективное развитие современных стран невозможно без использования воздушного транспорта. Так как именно на этот вид транспорта приходится существенная часть пассажирооборота и большая часть грузоперевозок. В этих условиях особую роль приобретает проблема обеспечения регулярности и безопасности полетов.

Анализ авиационных происшествий показывает, что наиболее распространенными их причинами является нарушение правил эшелонирования и потеря экипажем ориентации в пространстве при заходе на посадку.

Обе причины связаны с недостаточной эффективностью работы бортового навигационного оборудования воздушного судна, к которому относятся:

- Инерциальная навигационная система (ИНС);
- Доплеровский измеритель путевой скорости и угла сноса (ДИСС);
- Спутниковая радионавигационная система (СНС);
- Радиотехническая система ближней навигации;
- Радиотехническая система дальней навигации.

К сожалению, каждый измеритель или система в отдельности не всегда удовлетворяют требуемым показателям точности и помехоустойчивости.

Например: инерциальная навигационная система, используемая в качестве основной системы определения текущих координат местоположения воздушного судна, перед другими системами имеет важные преимущества, такие как высокая помехоустойчивость и автономность функционирования, но и ей присущи определенные недостатки, основной из которых – возрастание погрешностей с течением времени.

Необходимость коррекции ошибок инерциальной навигационной системы привела к созданию комплексных навигационных систем. Самой распространенной в настоящее время является комплексная навигационная система на основе ИНС и СНС.

Несомненно, этот комплекс систем отличное решение, устраняющее многие недостатки отдельных измерителей или систем, но оно не в силах устранить важнейшую особенность функционирования спутниковой радионавигационной системы. Спутниковая радионавигационная система неавтономная система, принцип работы которой основан на передаче кодированных радиосигналов от навигационного спутника к пользовательскому оборудованию. Погрешности, возникающие при распространении радиосигнала, основные из которых тропосферные и ионосферные, могут вносить значительные ошибки в измерение навигационных параметров. Необходимо заметить, что ионосфера большую часть времени находится в возмущенном состоянии, это приводит к увеличению погрешности спутниковой радионавигационной системы, что в отдельных случаях может стать критично.

Использование в качестве корректирующего устройства доплеровского измерителя путевой скорости и угла сноса, позволяет устранить этот недостаток при сохранении удовлетворительной точности решения навигационных задач. А реализация этого комплекса на основе алгоритма комплексной обработки информации учитывающего характер шумов, а именно отличие шумов измерений ИНС от гауссовского шума, позволяет существенно повысить эффективность решения навигационных задач.

Разработка системы автоматизированной посадки беспилотного летающего аппарата

Еремин М.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Булакина М.Б.
МАИ, Москва

Беспилотные летальные аппараты (далее БЛА) находят все большее применение в задачах добывающей и сталелитейной промышленности, геологической разведки, экологии, поиска и обнаружения людей и объектов и др.

Большинство таких задач проистекают в условиях, в которых затруднена работа оператора летательного аппарата. Исходя из таких начальных условий появляется задача управления беспилотным летательным аппаратом в автономном режиме. Для реализации такого автономного режима работы БЛА необходим пункт базирования (станция базирования). С использованием станции базирования БЛА сможет получать целевое задание, подготавливаться к полету и обслуживаться после приземления. Главной проблемой, требующей решения в этом процессе, является обеспечение посадки БЛА с высокой точностью в требуемой зоне. Для выполнения такой посадки необходимо очень точное геопозиционирование летательного аппарата и позиционирование его посадки на саму площадку. Для решения такой задачи обычной навигационной системе, основанной на бесплатформенной инерциальной навигационной системе и сигналах спутниковой системы навигации, не достает точности. Для улучшения точности посадки предлагается использовать несколько подходов одновременно: радионавигация, навигация по опорным маркерам и использование системы отслеживания движений. Последние два метода используют технологии компьютерного зрения. В качестве опорного маркера будут использоваться ArUco-маркеры, а в качестве управляющих контроллеров будет использоваться одноплатный компьютер Odroid XU4 с камерой Ocam с разрешением 1280 на 960 пикселей. Команды управления БЛА будут отправляться на автопилот PX4 по протоколу Mavlink. Для повышения точности автоматизированной посадки предложен следующий алгоритм: нахождение метки, поворот беспилотного аппарата в верную ориентацию для посадки и, соответственно, посадка. Обнаружение маркера будет состоять из двух этапов: 1) обнаружение маркеров-кандидатов; 2) проверка маркеров на соответствие ArUco маркерам. Для обнаружения маркера используются высокочастотные признаки, часто используемые в компьютерном зрении: контуры и угловые точки. Вследствие этого алгоритм становится чувствителен к шумам и смазам на изображении. Для избежания этого ограничения во время посадки БПЛА скорость аппарата снижена до 0.5 м/с, а количество маркеров увеличено до 9 штук. Для управления БПЛА предложены два подхода к управлению аппаратом — расчет вектора угловой скорости и эмуляция “ручек” пульта управления по протоколу mavlink. Для оптимизации осцилляций, возникающих во время быстрого изменения скоростей предложен для интеграции среднеарифметический фильтр, который позволит сгладить мгновенное изменение поведения БЛА вследствие изменения команд. Интервал окна фильтра подбирается эмпирически с расчетом на скорость обработки команды управления автопилотом и избежания резкого изменения выходных расчетных значений желаемой скорости.

Список использованных источников:

1. А.А. Закиев, К.С. Шабалина, Т.Г. Цой, Е.А. Магид Пилотные виртуальные эксперименты по сравнению систем координатных меток ArUco и APRILTAG на устойчивость к вращению // Казанский федеральный университет, Институт Информационных технологий и интеллектуальных систем, Лаборатория интеллектуальных робототехнических систем, Казань, 2019

2. А.Е. Косова, А.М. Кориков Автоматическая посадка малых беспилотных летательных аппаратов с использованием компьютерного зрения. // Доклады ТУСУРа, том 20, № 3, 2017

3. Ю.С. Легович, К.Д. Русаков, С.А.К. Диане Взлет и посадка мультикоптера в движущийся роботизированный контейнер с помощью визуальной навигационной системы // Институт Проблем Управления им. В.А. Трапезникова РАН, статья в сборнике трудов конференции, 2019

Разработка имитационной модели импульсного радиовысотомера в MATLAB /Simulink

Замуреев Я.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черепанов Д.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Анализ авиационных происшествий и катастроф показывает, что достаточно большой процент из них происходит при взлете воздушного судна (ВС) или его заходе на посадку. Поэтому обеспечению безопасности на этих этапах уделяется большое внимание при организации полетов на аэродроме. Она обеспечивается, в том числе требуемым качеством функционирования бортового оборудования ВС, к которому в частности относится и радиовысотомер (РВ). Его исправность и точность измерения истинной высоты являются залогом безопасности на протяжении всего полета ВС.

Известно, что за техническое состояние радиовысотомера, также как и другого радионавигационного оборудования, отвечает специалист по авиационному радиоэлектронному оборудованию. Совершенствование этого оборудования, не стоит на месте. Не должно стоять на месте и качество подготовки специалистов, обеспечивающих его техническую эксплуатацию. Требования, предъявляемые к выпускникам высших учебных заведений, подразумевают использование при их подготовке современных информационных технологий, включая различные программные продукты, имитирующие работу бортовых систем и устройств, а также информационные справочные системы.

Исходя из этого, в ходе работы была получена имитационная модель РВ в программе MATLAB/Simulink. Анализ номенклатуры радиовысотомеров, применяемых в военной авиации, показывает, что достаточно большое количество типов воздушных судов военного назначения комплектуется импульсным радиовысотомером РВ-21. Данное обстоятельство и определило его выбор в качестве прототипа при выполнении работы. РВ-21 является автономным радионавигационным измерителем, так как включает в свой состав передающий и приемный тракт. Оба тракта, можно считать, полностью независимым, однако для синхронизации применяется общий задающий генератор, расположенный на плате синхронизации и контроля. За счет возможности синхронизировать все блоки в MATLAB/Simulink, было принято решение о разработке двух независимых программных модулей, имитирующих работу передающего и приемного трактов. Также уделялось внимание моделированию различных типов подстилающей поверхности, до которой измеряется высота полета воздушного судна.

Полученная модель имеет гибкую архитектуру в части касающейся возможности моделирования работы как более старых модификаций импульсных радиовысотомеров, так и новых. При этом для получения требуемых характеристик достаточно установить необходимые параметры излучаемых импульсных сигналов в блоке формирования сигналов, а также внести корректировку в алгоритм работы приемного тракта.

Проектирование системы стабилизации для космического аппарата «Арктика М2»

Зинина А.И., Красавин Е.Э., Табаков Е.В.
МАИ, Москва

Система стабилизации и ориентации обеспечивает управление движением космического аппарата вокруг центра масс. Принципы построения и типовые варианты системы стабилизации и ориентации космического аппарата (КА) определяются многообразием исходных данных для различных КА по массово-инерционным характеристикам, параметрам орбиты, применяемым исполнительным и измерительным устройствам.

В соответствии с требованиями по назначению система стабилизации и ориентации должна обеспечивать решение многих задач, таких как: управление движением вокруг центра масс с помощью комплекса управляющих двигателей-маховиков, демпфирование

угловых скоростей КА вокруг связанных осей в неориентированном пространственном положении, стабилизация и переориентирование при движении вокруг центра масс.

Для обеспечения этих задач система стабилизации и ориентации работает в следующих режимах:

• Гашение начальных угловых скоростей после отделения от ракеты-носителя;

• Грубая, точная и прецизионная стабилизация осей связанной системы координат космического аппарата относительно программной ориентации в орбитальной системе координат или в инерциальной системе координат.

В данной работе возмущенное движение КА рассматривается в связанной системе координат с началом в центре масс КА. Изделие считается состоящим из корпуса, рассматриваемого как абсолютно твердое тело, его движение описывается с учетом поворота солнечных батарей (СБ), перемещении остронаправленной антенны и штанги магнитометра ФМ-Э. В динамической схеме учтено влияние на КА неуравновешенных инерционных сил, возникающих при вращении панелей СБ и обусловленных отклонением центра масс панелей СБ от их осей вращения.

Возмущенное движение КА стабилизируется коэффициентами закона управления. Для того чтобы построить переходный процесс и подобрать коэффициенты закона управления используются линейные дифференциальные уравнения движения КА в связанной системе координат. Исходя из структурных схем системы по всем каналам, записываюся их передаточные функции и по методу Д-разбиения строятся области устойчивости системы.

В полученных областях устойчивости, по всем трем каналам, используя Matlab осуществляется подбор коэффициентов для устойчивости системы.

Разработка адаптивного регулятора в составе САУ ТРДД

Иерусалимов С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Макарьянц Г.М.
Самарский университет, Самара

Главной тенденцией в развитии систем автоматического управления (далее САУ) ГТД является разработка цифровых систем, способных адаптироваться под изменения окружающей среды. Для управления такими САУ необходимо располагать адаптивным регулятором, способным изменять свои динамические свойства в зависимости от изменения режимных параметров двигателя и внешних условий полета. Для этих целей успешно используется кусочно-линейный ПИД – регулятор, в котором изменяются коэффициенты в зависимости от текущего режима двигателя.

Тем не менее, такой регулятор обладает и некоторыми недостатками. Например, такой регулятор не «видит» различные виды ограничений, такие как граница помпажа, богатый срыв пламени и т. д. В Самарском Университете реализован метод интегрирования таких ограничений в кусочно-линейный ПИД – регулятор с использованием концепции «расписаний» по ускорению и замедлению ротора (по английски «accel-deccel schedule»). Данный метод позволяет удерживать характеристику переходных процессов в зоне рабочих режимов, что предотвращает помпажные явления в процессе разгона или сброса газа в ГТД. Линия ограничений является производной от совокупности граничных условий по помпажу в компрессоре, температуре газа перед турбиной и по срыву пламени в камере сгорания. Так как ускорение и замедление каждого двигателя начинается и заканчивается регулированием по ошибке частоты вращения ротора, необходимо подобрать оптимальный закон управления, который при этом будет подчинен ограничениям по ускорению ротора. Ограничения будут включаться, когда ошибка регулирования будет больше определенной предельной величины. Заметим также, что ограничения являются инвариантными по отношению ко времени, так как характеризуют двигатель как объект управления. Численной описание этих ограничений является одной из важнейших задач при проектировании САУ.

Основной особенностью такого регулятора является то, что он для предотвращения выхода рабочего параметра за пределы ограничений отслеживает расстояние между

заданным ограничением и действительным значением рабочего параметра в данный момент времени. Следовательно, основная цель динамического регулятора – обеспечить наилучший переходный процесс с учетом всех ограничений.

В работе использовались следующие базовые рассуждения. Для классического регулятора ГТД мы используем единичную обратную связь, чем образуют замкнутую структуру. В динамическом регуляторе мы также используем подобную структуру, однако ускорение в этой системе будет ограничено расписаниями, которые представляют собой графики зависимости максимально возможного ускорения ротора от частоты вращения ротора в данный момент времени. В работе также проанализированы особенности регулирования ГТД с помощью разработанного адаптивного регулятора и проведено сравнение переходных процессов при управлении с помощью кусочно-линейного и адаптивного регуляторов.

Благодаря использованию предложенного метода разработки регулятора удалось минимизировать время разгона (сброса газа) в ГТД при учете всех газодинамических ограничений.

Навигационный комплекс авиационного средства спасения для работы в условиях городской среды

Кабанец А.И.
Научный руководитель — Пронькин А.Н.
МАИ, Москва

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) играют огромную роль в различных аспектах народнохозяйственной деятельности. Изначально концепция создания и использования БПЛА предполагала их использование для решения исключительно военных задач. Однако, развитие научно-технического прогресса в таких областях как микроэлектроника, двигателестроение, вычислительная техника и др. позволили расширить сферу применения БПЛА, за счет чего появилась возможность их использования при решении гражданских задач. В результате, последние несколько лет можно наблюдать устойчивый рост числа коммерческого и некоммерческого использования БПЛА [1,2].

Все возрастающее число использования БЛПА привело к принятию регулирующих правовых документов на государственном уровне [3,4]. Это в свою очередь может послужить катализатором внедрения БПЛА на территории существующей городской инфраструктуры. В частности, одной из важнейших задач является спасения людей из высотных зданий, доступ к которым может быть затруднен. Для решения поставленной задачи службы МЧС могут использовать специализированный БПЛА [5].

Разрабатываемый навигационный комплекс такого БПЛА должен обеспечивать высокие требованиям по показателям надежности и точности. Достижение таких требований может быть выполнено при использовании современных измерительных систем с применением алгоритмов комплексной обработки информации на основе фильтра Калмана (ОФК) [6]. В качестве одной из особенностей предлагается использовать фильтр перестраиваемой структуры и базу данных (БД) расположения зданий в географической системе координат. Использование такого подхода обусловлено различными условиями окружающей среды, которые накладывают свои ограничения на функционирования БПЛА. Можно выделить три режима функционирования: взлёт/посадка, движение по маршруту и зависание напротив здания. Ядром навигационного комплекса БПЛА является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), корректируемая по информации от ОФК.

В работе представлено обоснование состава и структуры бортового комплекса БПЛА, а также проведено имитационное моделирование оценки точности работы навигационного алгоритма на этапе зависания. В этом режиме в качестве корректоров предлагается использовать лазерные дальномеры, которые будут выдавать информацию о расстоянии до здания. На основе этой информации после дополнительных вычислений совместно с данными из БД и информацией от БИНС строятся невязки по широте, долготе и углу курса,

которые поступают в ОФК. Выходом ОФК является оценка вектора состояния, в который будут входить ошибки позиционных, скоростных и угловых параметров, а также компоненты ошибок чувствительных элементов БИНС. Результаты проведенного имитационного моделирования в среде MATLAB наглядно показывают, как меняется ошибка оценки рассматриваемых параметров от точностных характеристик выбранных приборов и датчиков.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, номер темы FSFF-2020-0015.

Список использованных источников:

1. «Анализ существующего состояния международного и отечественного рынка применений беспилотных авиационных систем гражданского назначения, оценка ключевых характеристик отечественного рынка» / Инфраструктурный центр по направлению Аэронет НТИ. Москва, 2018, С.136

2. «Анализ компаний рынка Аэронет — производителей и эксплуатантов беспилотных авиационных систем» / АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ». Москва, 2019, С.83

3. Федеральный закон от 31.07.2020 г. № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»

4. Постановление Российской Федерации от 3.02.2020 г. № 74

5. Информационное агентство России ТАСС, новость от 24 декабря 2020г. [Электронный ресурс]. – URL: https://tass.ru/obschestvo/10340543

6. D.A.Antonov, et al. Fault-tolerant airport vehicle integrated navigation system / 24th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS). Saint Petersburg, 2017, С.5

Увеличение дальности связи с беспилотным летательным аппаратом (БЛА)

Конышев В.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.

МАИ, Москва

Использование БЛА в военных целях в последние годы стало одним из самых важных направлений развития авиации, так как позволяет сократить потери людей, участвующих в бою и автоматизировать управление войсками за счёт оперативной разведывательной информации. Именно поэтому так остро стоит задача усовершенствований беспилотных летательных аппаратов. Одна из главных задач, усовершенствование дальности связи.

Итак, цель работы – решение задачи усовершенствований беспилотных летательных аппаратов средней дальности. Одна из главных задач, усовершенствование дальности связи.

Дальность связи зависит от многих факторов:

- Модема;
- Антенн;
- Условий распространения радиоволн;
- Внешних помех и некоторых других причин.

Существует большое количество вариантов передачи информации, один из самых оптимальных и часто используемых, вид связи, при котором данные между БЛА и НКУ передаются напрямую. Это позволяет реализовать быструю передачу данных в сравнении с спутниковыми системами и независимость от гражданских систем связи. При отсутствии препятствий на пути, связь между БЛА и командно телеметрической информации (КТИ) не более 200 км. К сожалению, прямая связь между БЛА и наземным комплексом управления возможна только в пре¬делах прямой видимости и зачастую на пути сигнала встречается много помех.

В основном, на БЛА размещаются две системы связи: симплексная система передачи информации и дуплексная/полудуплексная аппаратура передачи КТИ. Аппаратура передачи КТИ информации (НКУ) предназначена для низкоскоростной передачи командной информации с наземного комплекса управления на борт БЛА и низкоскоростной передачи

телеметрической информации. Аппаратура передачи информации полезной нагрузки предназначена для односторонней высокоскоростной передачи информации полезной нагрузки с борта БЛА на НКУ.

Для повышения надежности комплекса БЛА на борту устанавливаются несколько приемопередатчиков различных диапазонов длин волн. При этом, телеметрическая информация осуществляется при помощи спутниковых систем связи или через малоразмерные спутниковые терминалы, для чего на БЛА устанавливаются высоконаправленные антенны с возможностью сканирования.

Для того, чтобы увеличить дальность работы системы, нужно увеличивать высоту полета БЛА или высоту подъёма НКУ.

Передача информации происходит с высокой скоростью (десятки и сотни Мбит/с), которая возможна только в диапазонах частот выше 1 ГГц.

Из-за большого расстояния, происходит затухание сигнала.

Мы можем видеть, что при расстоянии в 100 км и использовании 2,45 Гц, затухание составляет 140дБ. Для компенсации на данных диапазонах часто используются параболиче¬ские антенны большого диаметра. В свою очередь, комплексы управления должны быть оборудованы опорно-поворотными устройствами с параболическими антеннами диаметром от 1 до 3 м, но к сожалению, даже этого зачастую не хватает.

Считаем, наиболее эффективным способом использовать многоэлементную антенную решетку с управляемой диа¬граммой направленности, для её создания используется кольцевая антенная решетка. Благодаря кольцевой симметрии антенной решетки удастся получить направленные диаграммы, которые мало меняются при сканировании в пределах 360 градусов и в плоскости решетки, этим мы сможем решить задачу управления направлением максимального усиления.

Список использованных источников:

1. Боев Н.М., Шаршавин П.В., Нигруца И.В. Построение систем связи беспилотных летательных аппаратов для передачи информации на большие расстояния. [Электронныйресурс] // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-sistem-svyazi-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-peredachi-informatsii-na-bolshie-rasstoyaniya/viewer.

2. Смородинов А. Как увеличить дальность связи с беспилотным летательным аппаратом (БЛА) [Электронныйресурс] // URL: https://habr.com/ru/post/480124/.

Построение алгоритмов контроля подводным трикоптером-конвертопланом для различных углов поворота серводвигателей

Кузьмин И.В., Шмыров И.Б.

Научный руководитель — Гусев А.Л.

КНИТУ–КАИ, Казань

Сами по себе телеуправляемые необитаемые аппараты (ТНПА) неоднократно модернизировались и модернизируются по сей день [1, 2]. Уже сегодня на кафедре кораблестроения в КНИТУ–КАИ им. А.Н. Туполева разрабатывается и строиться аппарат построенной по инновационной схеме подводного трикоптера-конвертоплана [3, 4]. При проектировании встал серьезный вопрос в адаптации системы управления под новый аппарат. В частности, вопрос был в выборе серводвигателей с разными углами поворота.

По итогу разработок было выбрано два типа серводвигателей с поворотом на 90 и 180 градусов, подобранных по принципу: цена-качество и четырехканальный пульт с двумя джойстиками управления [5, 6]. Каждый из этих двух типов серводвигателей имеет свою специфику в построении алгоритмов управления для разных типов движения.

Рассмотрим специфику серводвигателя, осуществляющего поворот на 90 градусов:

С помощью левого джойстика пульта, передвижениями из центрального нулевого в конечные верхнее и нижние положения 1 и -1, планируется управление погружением и всплытием аппарата соответственно.

По мере продвижения джойстика в конечное верхнее положение 1 мы увеличиваем тягу двигателей для режима «погружение», при перемещении джойстика пульта в конечное нижнее положение -1 двигатели начинают работать в реверсном (обратном) режиме для режима «всплытие», переводя джойстик в исходное положение 0, тяга двигателей уменьшается, чем обеспечиваем отключение двигателей аппарата.

С помощью правого джойстика, передвижениями из начального положения 0 в конечные верхнее и нижнее положения 1 и -1 и в конечные правое и левое положения 1 и -1, планируется управление движением аппарата вперед, назад, вправо и влево соответственно.

Отклоняя джойстик в положение 1 (вверх) мы увеличиваем тягу передних двигателей, причем помимо увеличения тяги передних двигателей автоматически задается сервоприводу команда на изменение угла из начального нулевого положения, при котором передние двигатели смотрят вниз на $\triangle\alpha$ что изменяет вектор тяги передних двигателей позволяя идти вперед.

Отклоняя правый джойстик пульта из начального положения в положения 1 и -1 (вправо и влево соответственно) увеличивается тяга заднего двигателя с автоматическим изменением угла из начального положения 0,5 при котором задний двигатель смотрит вниз на $-\triangle\beta$ для поворота вправо и на $+\triangle\beta$ для поворота влево, а также может крутиться горизонтально на месте погружаясь или всплывая (погружение и всплытие будут зависеть от перемещений левого джойстика пульта).

Рассмотрим специфику серводвигателя, осуществляющего поворот на 180 градусов:

С помощью левого джойстика пульта, передвижениями из центрального нулевого в конечные верхнее и нижние положения 1 и -1, планируется управление погружением и всплытием аппарата соответственно.

По мере продвижения джойстика в конечное верхнее положение 1 мы увеличиваем тягу двигателей для режима «погружение», при перемещении джойстика пульта в конечное нижнее положение -1 задний двигатель начинает работать в реверсном (обратном) режиме для режима «всплытие», а серводвигатель, отвечающий за поворот передних двигателей изменяет свое положение из нулевого, при котором двигатели смотрят вниз на положение 1, при котором двигатели смотрят вверх, тяга передних двигателей не изменяется, переводя джойстик в исходное положение 0, тяга двигателей уменьшается, чем обеспечиваем отключение двигателей аппарата.

Правый джойстик пульта в случае серводвигателя с диапазоном поворота 180 градусов управляет практически по такому же принципу что и при серводвигателе с диапазоном в 90 градусов, различия присутствуют при программно-математическом описании кинематических и динамических движений аппарата.

Значительной разницы между серводвигателем на 90 градусов и 180 нет. Однако серводвигатель на 180 градусов позволит работать с более мощными движителями, а так же повысит маневренность и скорость управления.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 56960-2016 Аппараты необитаемые подводные. Классификация

2. О расчете колебаний в системе привязной подводный аппарат–кабель–трос Левшонков Н.В., Гусев А.Л., Крылосова А.А. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2020. № 1. С. 60-65.

3. О расчёте динамических характеристик движения сейсмической косы. Гусев А.Л., Першин Е.А. Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. 2018. № 56. С. 28-36. – 1

4. Шмыров И.Б., Петров И.А. Возможности инженерного метода предварительного проектирования на примере модернизации необитаемой глубоководной буксируемой системы "Абисаль 3" В сборнике: XXIV Туполевские чтения (школа молодых ученых). Материалы Международной молодёжной научной конференции. В 6-ти томах. 2019. С. 408-411.

5. Шмыров И.Б. Управление телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом оснащенным движителями с изменяемым вектором тяги. В книге: Гагаринские чтения - 2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 271-272

Формирование алгоритмов управления для группы роботов, движущихся строем по различным грунтам при заданной траектории

Лапин Б.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Ермолов И.Л.
МГТУ «СТАНКИН», Москва

Применение робототехнических комплексов, управляемых операторами, уже активно применяется для транспортировки, разведки, устранения последствий ЧС, инспектирования и ремонта труднодоступных для человека мест. Однако, подготовка операторов РТК является сложным процессом и наблюдается их дефицит. В виду этих причин актуально создание таких систем в составе РТК, которые позволяли бы роботам решать часть задач самостоятельно и упрощать работу оператора. Этот процесс называют повышением уровня автономности роботов.

Передвижение группы роботов с сохранением их строя в естественной среде является одной из актуальных задач при повышении уровня автономности роботов. Однако, решение этой задачи осложнено изменяющимися параметрами взаимодействия роботов с опорной поверхностью, в зависимости от типа поверхности и окружающих условий (погоды).

Автором предлагается алгоритм управления группой роботов, двигающихся строем по заданной оператором траектории и по местности с известной картой [1]. Карта местности содержит легко-интерпретируемые оператором характеристики опорных поверхностей и их расположение. Способ автоматизированного создания такой карты бортовыми средствами РТК рассмотрен в работе [2].

Разработано специализированное ПО для отладки и моделирования управления группой роботов, позволяющее производить отладку различных алгоритмов управления группами роботов. Данное ПО было использовано для проверки предлагаемого автором алгоритма в симуляторе Gazebo, и последующем экспериментальном исследовании на роботах KUKA YouBot.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №16-29-04199 офи_м.

Список использованных источников:

1. Градецкий В.Г., Ермолов И.Л., Князьков М.М., Лапин Б.С., Семенов Е.А., Собольников С.А., Суханов А.Н. Система группового транспортного управления мобильными наземными роботами на различных грунтах // Робототехника и техническая кибернетика. 2020. Т. 8. № 1. С. 61-71.

2. Lapin B.S., Ermolov I.L., Sobolnikov S.A. The simply integrated approach for surface parameters detection by UGV. Extreme Robotics. 2019. Т. 1. № 1. С. 137-144.

Синтез закона управленияс с помощью инкрементального эвристического динамического программирования

Мазаев А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Тюменцев Ю.В.
МАИ, Москва

Во время полета с летательным аппаратом (ЛА) могут произойти различного рода отказы, как внутренние (отказ привода руля направления), так и внешние (поломка двигателя из-за попадания птицы). Стандартные методы управления, которые применяются на текущий момент в ЛА, не могут самостоятельно адаптироваться к изменившемуся объекту управления, вследствие чего пилоту приходится брать управление на себя. С целью адаптации и автоматизации закона управления предлагается метод, основанный на инкрементальном эвристическом динамическом программировании (IHDP).

Для решения поставленной задачи сформирована математическая модель полного углового движения, которая представляет собой систему нелинейных дифференциальных уравнений, традиционную для динамики полета самолетов. В данной работе рассматриваются две задачи, одна - только в продольном канале, вторая - и в продольном, и боковом канале. Для моделирования системы управления использовались две модели:

линеаризованная модель и нелинейная модель. В качестве примера конкретного объекта моделирования рассматривается маневренный самолет F-16. Требуемые исходные данные для него были взяты из работы [4].

Для синтеза закона управления используется алгоритм Incremental Model-Based Heuristic Dynamic Programming IHDP, основанный на алгоритме Heuristic Dynamic Programming HDP. HDP - это наиболее широко используемый метод Adaptive Critic Design (ACD), который оценивает качество работы всей системы. IHDP включает в себя три главных блока:

1. Инкрементальная модель - предназначена для определения динамики системы.
2. Исполнитель - предназначен для создания управляющего сигнала.
3. Критик - предназначен для оценки действий исполнителя

Использование данного метода показало высокую степень адаптивности к внутренним и внешним возмущениям при различных начальных условиях.

Список использованных источников:

1. Sun, Bo and Van Kampen, Erik-Jan, Incremental Model-Based HeuristicDynamic Programming with Output Feedback Applied to AerospaceSystem Identication and Control. 10.1109, CCTA41146.2020.9206261.

2. Ye Zhou and Van Kampen, Erik-Ja and Chu, Qiping, Incremental model based online heuristic dynamic programming for nonlinear adaptive tracking control with partial observability. Aerospace Science andTechnology. 106013. 10.1016/j.ast.2020.106013.

3. D. Wang, D. Liu, Q. Wei, D. Zhao, and N. Jin Optimal control of unknown nonane nonlinear discrete-time systems based on adaptive dynamic programming. Automatica, vol. 48, no. 8, pp. 18251832, 2012.

4. Бочкарев А.Ф. Аэромеханика самолета: Динамика полета М.:Машиностроение, 1985. 360 с.

5. Nguyen L.T., Ogburn M.E., Gilbert W.P., Kibler K.S., Brown P.W., DealP.L. Simulator study of stall/poststall characteristics o fighter airplanewith relaxed longitudinal static stability., NASA TP-1538, Dec. 1979, 223p.

Навигационный комплекс безэкипажного контейнеровоза

Марков И.М.

Научный руководитель — Пронькин А.Н.

МАИ, Москва

Одним из критериев развития общества на любом историческом периоде является взаимный обмен товаров, характеризующийся технологичностью обмениваемых товаров и объёмом этого обмена. В наши дни грузоперевозки осуществляют сухопутным, морским и авиационным транспортом. При этом по ряду причин основным видом грузоперевозок является морской транспорт. Внедрение автоматизации на различных этапах логистической схемы является современным трендом. Это позволяет существенно снизить издержки и минимизировать влияние «человеческого фактора». Одним из звеньев в цепи автоматизации является создание и использование беспилотных транспортных средств, что является сложнейшей задачей. Стоит отметить, что ряд зарубежных и отечественных компаний уже ведут свои разработки в области создания автоматизированного морского транспорта [1-3].

На сегодняшний день в России существует один нормативный документ, который регламентирует эксплуатацию безэкипажных судов, выпущенный Российским Морским Регистром в 2020 году [4]. Данный документ описывает классификацию подобных судов, а также необходимый минимальный состав бортового оборудования.

В работе представлен навигационный комплекс безэкипажного морского контейнеровоза, состоящий из навигационных датчиков и систем отечественной разработки, с учётом рекомендаций, описанных в [4]. Особенностью предложенного комплекса является использование алгоритмов комплексной обработки сигналов на основе оптимального фильтра Калмана. Применение такого подхода позволит повысить точность и надёжность всего навигационного комплекса в целом. Для исследования точностных характеристик

навигационного комплекса была разработана методика имитационного моделирования, включающая различные сценарии.

Главной целью исследования является оценка точности навигационного комплекса безэкипажного контейнеровоза, которую можно достичь при использовании отечественных навигационных датчиков, с учётом требований предъявляемых в [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-08-01223-а)

Список использованных источников:

1. https://lenta.ru/articles/2014/02/28/crewless/
2. http://www.jcnews.ru/news/v_norvegii_rabotayut_nad_pervyim_v_mire_avtonomnyim_konteynerovozom/45188
3. https://nti2035.ru/media/publication/kronshtadt-predstavlyaet-pilotnyy-proekt-po-avtomaticheskomu-i-distantsionnomu-sudovozhdeniyu-bes-kf
4. https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules&d=67D1D382-159B-42E7-B33E-B7AF53ACF106&f=Положения%20по%20классификации%20морских%20автономных%20и%20дистанционно%20управляемых%20надводных%20судов

Построение алгоритма гирокомпасирования на основе методов одномерной безусловной оптимизации при помощи гирокомпаса аналитического типа с ДУС

Наумченко В.П.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва

Задача отыскания северного направления является родоначальником задачи навигации. Изначально люди решали ее путем нахождения Полярной звезды на ночном небосклоне. Позже задача решалась при помощи магнитного компаса. Однако ориентироваться по звездам представлялось возможным только в ночное время суток, а магнитные компаса были подвержены девиациям, возникающим вследствие наличия связанных магнитных полей от корпуса прибора и электромагнитных наводок от оборудования объекта, на котором эти приборы устанавливались. В 1913 г. фирмой «Аншютц» был выпущен первый в мире гироскопический компас (ГК). Измерение проекции угловой скорости вращения Земли $\Omega_З$ лежит в основе функционирования любых ГК, в том числе и современных. В зависимости от типа ГК алгоритмы, связанные с измерением $\Omega_З$ могут несколько отличаться, и в этой связи принимаются различного рода конструктивные решения с целью формированию облика самого устройства.

В рамках настоящей работы предлагается рассмотреть работу универсальных алгоритмов гирокомпасирования, основанных на методах одномерной безусловной оптимизации путем отыскания экстремума (максимума) $\Omega_З$ в зависимости от ориентации ОЧ ГК. В качестве таких алгоритмов можно использовать метод обратного переменного шага (метод сканирования) [1], метод направленного поворота [2] – частный случай метода сканирования, метод градиентного спуска [3]. К достоинствам такого подхода можно отнести отсутствие привязанности к конкретному датчику и отсутствие требований по горизонтированию ОЧ. Из недостатков можно отметить требование, связанное с наличием высокостабильного вращающегося основания. Тем не менее, огромное множество методов оптимизации позволяет увеличить количество предложенных выше алгоритмов, и в зависимости от специфики решаемой задачи совершать гирокомпасирование по наилучшему с точки зрения принятого критерия качества алгоритма.

Также приводятся результаты имитационного моделирования, показывающие принципиальную работоспособность и сравнивающие эффективность рассматриваемых алгоритмов с точки зрения начального положения ОЧ ГК, величины ошибки нахождения северного направления, величины шага внутри алгоритмов и количества итераций, затрачиваемых на прекращения работы алгоритмов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, номер темы FSFF-2020-0015.

Список использованных источников:

1. Шипилов С.А. Методы одномерной безусловной оптимизации. НФИ КемГУ. – Новокузнецк. 2001. – 352 с.

2. Способ гирокомпасирования с применением датчика угловой скорости [Текст]: пат. 2698567 Рос. Федерация: СПК G 01C 21/00.

3. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления: учебное пособие. – СПб.: Питер, 2004. – 256 с.

Анализ влияния конструктивных параметров высокоманевренного БЛА на параметры управляемости

Павленко И.И.

Научный руководитель — Волков Д.А.

МАИ, Москва

В настоящее время существуют БПЛА, способные осуществить быструю развёртку из транспортировочного состояния в рабочее. Одним из ярких примеров такого БПЛА является "SQUID" [1]. Тем не менее, он обладает рядом недостатков, к примеру, для его запуска требуется пневматическая труба, а начальные параметры ориентации он вырабатывает посредством применения PID-регулятора, при этом в модели выставки не производится учёта условий окружающей среды, оказывающих серьёзное воздействие на устойчивость БЛА в случае, если его запуск осуществляется в сложных условиях.

С целью устранения таких недостатков автором производится разработка варианта конструкции гексакоптера, позволяющей обеспечить относительную невозмущаемость при его развертывании в сложных условиях. Разработка осуществляется при помощи системы автоматизированного проектирования SolidWorks. Разрабатывается геометрия конструкции складывающейся рамы, создаются крепежные элементы между рамой и лучами для более комфортной транспортировки. После конструирования деталей для крепления проектируется конструкция из шести взаимно перпендикулярных лучей. Из-за того, что в процессе полета, в особенности при условии неблагоприятной среды, лучи беспилотного летательного аппарата воспринимают наибольшие нагрузки [2], было решение создать амортизирующие соединения между самими лучами и рамой, которая их держит. К концу данного этапа были разработаны опорные площадки, на которые беспилотный летательный аппарат будет приземляться. На текущий момент спроектирована трехмерная модель гексакоптера с системой быстрой стабилизации, разработка которой ведется в параллельном исследовании. Его габариты составляют: Высота - 30 см (в сложенном состоянии), диаметр - 50 см (в разложенном состоянии).

В качестве материалов рамы будут использованы как алюминиевые сплавы, так и композитные материалы. Выбор пал именно на них из-за довольно высокой прочности при сравнительно небольшом весе, что критично влияет на время полета беспилотного летательного аппарата [3]. Пластиковые материалы применимы при прототипировании, но для конечного продукта они не подходят из-за своей хрупкости.

Расчет прочности выполняется с помощью пакетов SimulationXpress, Simulation, FloXpress, входящих в комплект SolidWorks. Будут смоделированы типичные ситуации с нагрузкой на раму при развертывании гексакоптера и проверено выдержит ли спроектированная модель, а также возможность оптимизации ее формы для уменьшения объема затраченного материала для деталей без ущерба для прочности конструкции.

Список использованных источников:

1. Amanda Bouman, Paul Nadan, Matthew Anderson, Daniel Pastor, Jacob Izraelevitz, Joel Burdick, and Brett Kennedy. Design and Autonomous Stabilization of a Ballistically-Launched Multirotor

2. Калинин П.А. – Синтез мехатронных модулей системы управления квадрокоптера. – Молодежный научно-технический вестник – #11, ноябрь 2014.
3. Феодосьев В.И. – Сопротивление материалов: учеб. для ВУЗов – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.

Исследование энергетического потенциала системы подповерхностной локации на основе беспилотного летательного аппарата

Першиков Д.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черепанов Д.А.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

На сегодняшний день в условиях вооруженных конфликтов использование самодельных взрывных устройств (СВУ) стало основным фактором роста числа случаев гибели и ранений военнослужащих саперных и миротворческих подразделений, а также гражданского населения. В число стран, наиболее затронутых минной проблемой, входят Афганистан, Ливия, Йемен, Восточная Украина, Сирия. Более 4,5 миллионов СВУ находится в Ираке. Международным противоминным центром ВС РФ (МПЦ) в 2016 и 2017 году было проведено 4 операции по гуманитарному разминированию, в ходе которых было очищено 1,5 тыс. км дорог, более 17 тыс. зданий, обнаружено и обезврежено 105 тыс. взрывоопасных пережитков войны, из них свыше 30 тыс. СВУ.

Существующие ручные миноискатели или современные робототехнические комплексы обладают низкой скоростью проведения разведки и разминирования. Учитывая широкий спектр возможностей беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в настоящее время появляется все больше разработок по использованию их для выполнения задач воздушной разведки минных полей. Первой страной, добившейся успехов в данной области, стала Великобритания, которая в ходе операции «Талисман» в Афганистане применила БПЛА T–HAWK для обнаружения мин и СВУ, а также для расчистки проходов в минных полях. Этот БПЛА оборудуется целевой нагрузкой, состоящей из тепловизионной оптико-электронной камеры и 40-мм безоткатного устройства обезвреживания с кодируемой системой контроля огня.

В данный момент времени перспективным направлением развития систем обезвреживания СВУ или минных устройств является разработка систем воздушной разведки на основе методов теории подповерхностной радиолокации, в которых выносной датчик реализуется в виде полезной нагрузки беспилотного летательного аппарата.

Для разработки и создания системы подповерхностной локации на основе беспилотного летательного аппарата необходимо выбрать и обосновать метод подповерхностного зондирования, а также определить требуемые параметры сигналов, используемых для обнаружения подповерхностных неоднородностей с заданными электрическими характеристиками.

С учетом особенностей обнаружения подповерхностных объектов, а именно аддитивного характера сигнала на входе приемника, определение допустимых характеристик полезной нагрузки и требований к БПЛА-носителю в работе достигается путем решения основного уравнения радиолокации относительного сигнала, отраженного от нижней границы слоя. Выбор диапазона измерения толщины слоя определяется диапазоном залегания мин и изменяется от 0,01 до 0,1 м. При выполнении исследований для заданных условий получены графические зависимости мощности отраженного сигнала от высоты полета БПЛА при разных длинах волн, зависимость мощности отраженного сигнала от высоты полета при различных значениях диэлектрической проницаемости и зависимость мощности отраженного сигнала от толщины зондируемого слоя почвы при разной диэлектрической проницаемости почвы с фиксированной длиной волны.

Проведя анализ графиков, полученных в ходе работы, можно сделать вывод, что мощность сигнала на входе приемника в большей степени зависит от характера зондируемой почвы и ее влажности, и при этом практически не зависит от толщины сканируемого слоя почвы.

Исследование возможностей вычисления параметров угловой ориентации по сигналам ГНСС с использованием мобильной лаборатории испытаний навигационных систем

Пронькина А.Е.
Научный руководитель — Жарков М.В.
МАИ, Москва

Одним из перспективных направлений развития систем определения параметров ориентации подвижных объектов в последние годы считается [1] использование фазовых интерферометрических измерений глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС): ГЛОНАСС, GPS и других. При этом наилучшие характеристики определения углов курса, тангажа и крена достигаются при совместном использовании измерений инерциальных датчиков (гироскопов, акселерометров) и приемников ГНСС. В работе [2] был предложен новый метод вычисления параметров ориентации по интерферометрическим неоднозначным фазовым измерениям спутниковых навигационных систем и измерениям абсолютной угловой скорости. Предложенный метод относится к типу методов, основанных на использовании информации о вращении объекта, и потенциально обладает возможностью функционировать в условиях информационно-измерительной недостаточности. Информационно-измерительная недостаточность возникает, например, при невозможности осуществления начальной выставки алгоритма инерциальной навигации и отсутствии необходимого для разрешения целочисленной неоднозначности фазовых измерений числа видимых спутников ГНСС.

В рамках работ по исследованию возможностей применения нового метода вычисления параметров ориентации были разработаны экспериментальные образцы с использованием элементной базы разного класса точности [3]. В качестве инерциальных измерительных блоков использовались: на основе микроэлекромеханических датчиков – Silicon Sensing DMU-11, на основе волоконно-оптических гироскопов – Litef LCI. В качестве приемников ГНСС использовались: Navis NV08C-CSM, Novatel OEM-729. В качестве основного алгоритма функционирования системы (после разрешения целочисленной неоднозначности и инициализации системы) использовался алгоритм жестко-связанной схемы комплексирования [4]. Исследование характеристик экспериментальных образцов проводилось с использованием мобильной лаборатории испытаний навигационных систем кафедры 305 МАИ [5]. Мобильная лаборатория представляет собой комплекс средств обеспечения испытаний навигационных систем, монтируемый на борту легкового автомобиля. Референсные навигационные параметры вычисляются с использованием прецизионной инерциально-спутниковой навигационной системы Novatel SPAN-SE, базовой станции ГНСС на основе двухчастотного мультисистемного приемника, измерения которых подвергаются камеральной обработке в программном комплексе Novatel Inertial Explorer.

Условия приема спутниковых сигналов соответствовали типовым городским условиям (испытания проводились в центральной части города Москвы), динамика носителя соответствовала динамике движения автомобиля в городской среде. Программное обеспечение экспериментальных образцов начинало функционировать в движении при отсутствии выставки ИНС на неподвижном основании. Число видимых спутников варьировалось в диапазоне от 2 до 6 (были использованы только сигналы системы GPS). Результаты испытаний подтвердили работоспособность экспериментальных образцов и позволили оценить условия, при которых целесообразно применение нового метода вычисления параметров ориентации. Так, успешная инициализация системы (оценка начальных параметров ориентации и разрешение целочисленной неоднозначности) наблюдалась в 91% случаев за время не более нескольких эпох даже при использовании только двух антенн. При этом результаты демонстрируют незначительное влияние точности инерциального измерительного блока на характеристики системы в процессе инициализации. Полученные результаты позволили выработать рекомендации по

применению нового метода в программном обеспечении интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список использованных источников:

1. Поваляев А.А. Определение ориентации объектов по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем определение ориентации по одномоментным измерениям. –М: Изд-во МАИ, 2015. – 220 с.: ил. ISBN 978-5-4316-0220-7

2. M. V. Zharkov, K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, and I. M. Kuznetsov Attitude Determination Using Ambiguous GNSS Phase Measurements and Absolute Angular Rate Measurements // Gyroscopy and Navigation, 2018, Vol. 9, No. 4, pp. 275–283. ISSN 2075-1087

3. M.V. Zharkov, K.K. Veremeenko, I.M. Kuznetsov, A.N. Pronkin Multiple antenna gyro-GNSS attitude determination system. IOP Conf.Series: Materials Science and Engineering 927 (2020) 012073

4. Алешин Б.С., Антонов Д.А., Веремеенко К.К., Жарков М.В. Сильносвязанная многоантенная интегрированная инерциально-спутниковая навигационная система. Труды МАИ. 2012. № 54. С. 6.

5. Antonov D.A., Veremeenko K.K., Zharkov M.V., Zimin R.Yu, Kuznetsov I.M. and Pron'kin A. N. Test Complex for the Onboard Navigation System of an Airport Ground Vehicle. Journal of Computer and Systems Sciences International, 55(5), pp. 832–841

Использование методов компьютерного зрения для автоматического позиционирования беспилотных летательных аппаратов

Рысистов А.В., Усенко Д.Е., Акимов В.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.

МАИ, Москва

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются одной из самой быстроразвивающихся и перспективных областей науки и техники. Это связано с огромным потенциалом БПЛА в решении сложных задач в различных областях жизни (картография, охрана, наблюдение и мониторинг, нефтепромышленность, сельское хозяйство).

Во всех перечисленных приложениях актуальным и важным является вопрос автоматического позиционирования и автономного управления. Наряду с такими способами навигации, как системы GPS/ГЛОНАСС и инерциальные микромеханические системы, в последние годы все шире применяются системы, использующие алгоритмы компьютерного зрения. Особенно популярным подходом в данной области стали нейросетевые алгоритмы и алгоритмы, основанные на выделении, так называемых, особых точек и их дескрипторов (SIFT, SURB).

Основной целью данной работы является реализация и исследование данных методов и их комбинаций в задаче автоматического позиционирования БПЛА.

Необходимо учитывать следующие допущения: на летательном аппарате жестко закреплена камера с известными техническими характеристиками, имеется база данных со спутниковыми снимками исследуемой местности с заданной географической привязкой, известны характеристики камеры спутника. С учетом изложенных допущений процесс разработки и исследования разбивается на несколько составных частей: генерация снимков с камеры, разработка модели хранения данных, моделирование полета БПЛА, реализация алгоритмов автоматического позиционирования, проведение сравнительного анализа алгоритмов.

Каждая из подзадач решается с применением языков программирования высокого уровня (ЯПВУ), таких как, Python и C++. В инструментарии каждого из ЯПВУ имеются специализированные библиотеки для работы с географическими данными, таких как GDAL и rasterio, а также специализированные библиотеки для реализации алгоритмов компьютерного зрения, таких как OpenCV и Keras.

В работе рассмотрены основные концепции построения алгоритмов позиционирования. Проведено сравнение алгоритмов, использующих опорные точки, и нейросетевых алгоритмов.

В дальнейшем планируется продолжить исследование позиционирования при полете над местностью, имеющей выраженный рельеф, и в условиях плохой видимости.

Анализ влияния экранного эффекта на взлете и посадке беспилотного летательного аппарата схемы «летающее крыло»

Салихов О.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Рыбников С.И.
МАИ, Москва

Целью данной работы является анализ влияния экранного эффекта на взлет и посадку беспилотного летательного аппарата (БЛА) схемы «летающее крыло» и разработка рекомендаций по его парированию.

В 20-х годах прошлого столетия было открыто явление резкого увеличения подъемной силы крыла на посадке. Возмущение воздуха от крыла, достигая поверхности земли, отражается от неё к крылу, тем самым увеличивая подъемную силу. Данное явление назвали «экранный эффект» или «эффект влияния земли». В полной мере этот эффект возникает на высоте полета в диапазоне от 0 до 1 значения средней аэродинамической хорды (САХ).

Для проектирования самолетов схемы «летающее крыло» с широким диапазоном скоростей полета, как правило, используют большие размеры САХ, в противном случае в конструкции могут возникать напряжения, приводящие к разрушению ЛА при высоких скоростях полета.

Полученные при продувках в аэродинамических трубах (АДТ) экспериментальные данные позволяют определить зависимости продольного момента и подъемной силы от высоты проявления экранного эффекта.

Анализ результатов продувок в АДТ показал, что по мере приближения к экрану возникает резкое увеличение подъемной силы и приращение продольного момента на кабрирование. Сочетаниях этих изменений в аэродинамике, в случае посадки, ведёт к увеличению подъемной силы, и, как следствие, росту высоты, где происходит снижение подъемной силы и продольная перебалансировка. Возникают колебания, которые при некоторых условиях будут расходящимися.

Проявление вышеуказанных эффектов на взлете может привести к просадке сразу после отрыва и удару БЛА о взлетно-посадочную полосу.

Для компенсации данного явления целесообразно: 1) введение дополнительного контура в СУ ЛА, который обеспечит устойчивое движение в зоне экранного эффекта и будет препятствовать возникновению расходящихся колебаний в продольном канале; 2) минимизировать время прохождения зоны влияния экранного эффекта (между движением по ВПП и вне экрана).

Электронное пособие по конструкции системы управления самолетом

Смирнов Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Костин П.С.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Система управления самолетом является одной из важнейших его составляющих. На данной момент используются такие системы управления самолетом как: механические, гидравлические, электрические, прямые и непрямые. Системы управления самолетом включают в себя рычаги управления, проводку управления и поверхности управления.

Для эффективного изучения системы управления самолетом Су-25 было разработано электронное учебно-методическое пособие в программном комплексе Macromedia@Flash.

В данном электронном учебно-методическом пособии представлена подробная информация о составе, принципе действия, основных неисправностях и эксплуатационных

ограничениях системы управления самолетом Су-25. Кроме текстовой части пособие имеет полностью визуализированную систему управления самолетом в целом и отдельно по каналам крена, рыскания и тангажа. Кроме того, все элементы цепи управления анимированы, это дает возможность наглядно проследить как, например, изменяются положение руля высоты, тяг и качалок при перемещении ручки управления самолетом по тангажу.

В электронном учебно-методическом пособии также указана информация о каждом элементе системы управления самолетом Су-25, подробно описан принцип их действия, место их нахождения и взаимодействия друг с другом. В текстовой части электронного учебно-методического пособия реализованы сквозные ссылки на анимации и графические изображения агрегатов. Таким образом обучающийся воспринимает не только текстовую информацию, но и подкрепляет ее изображениями и анимациями, что дает более полное представление о конструкции и работе системы управления самолетом.

Разработанное электронное пособие подходит как опорный материал для преподавателей, так и для самостоятельного изучения обучающимися конструкцию системы управления самолетом и направлено на повышение качества образования авиационных специалистов.

Модель задачи прокладки трассы на плоскости методом потенциалов

Смирнов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Яковенко Н.Г.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Метод потенциалов в задаче выбора пути для мобильного робота был предложен А.К. Платоновым в 1974 году.

Суть метода заключается в следующем: пусть цель имеет некоторый положительный заряд, а препятствия некоторые отрицательные заряды; местоположения цели и препятствий зафиксированы. Пусть также имеется отрицательно заряженная точка, способная перемещаться. Поместим ее в исходную точку. Под действием сил подвижная точка будет притягиваться к цели и отталкиваться от препятствий, причем законы движения могут задаваться различными способами. Логично предположить, что при некоторых ограничениях на структуру местности и законы движения подвижной точки эта точка достигнет цели.

Данная работа заключается в знакомстве с методом и в сборе выводов из проведенных расчетных экспериментов для их дальнейшего использования в последующих работах.

Примем следующие допущения:

1. Подвижный объект, цель и препятствия представляют собой материальные точки;
2. Поле цели притягивает подвижный объект к материальной точке цели;
3. Поля препятствий отталкивают подвижный объект от материальных точек препятствий;
4. Итерационный алгоритм работает до тех пор, пока подвижный объект не приблизится к цели на расстояние меньше или равное 1.
5. Потенциальные поля влияют на скорость подвижного объекта, а не на его ускорение, как происходит в Втором законе Ньютона. Это связано с тем, что «инерционность», заложенная в модель, где влияние происходит через ускорения, делает траекторию подвижного объекта чересчур «изрезанной». В связи с этим используется уравнение движения первого порядка, тогда задача построения траектории становится аналогом градиентного спуска.

Было произведено моделирование движения материальной точки к цели в полях сил отталкивания препятствий с двумя видами функций, задающих величину "отталкивания" i-ого препятствия в каждый момент времени и зависящих от радиус-вектора подвижной точки относительно, соответственно, i-ого препятствия, и сделан вывод: при прочих равных

параметрах системы, показательный вариант задания дает на выходе более аккуратные и рациональные траектории, в отличие от степенного варианта задания.

Следующее моделирование показало, что оптимальным соотношением коэффициентов отталкивания препятствий с коэффициентом притяжения цели является значение примерно равное 0.5.

В случае, когда препятствия нельзя называть "точечными", то бишь, если распределены на некой области с высокой плотностью, тогда метод потенциалов "предпочтет обойти" скопление препятствий. Данного явления удается избегать, если делать коэффициент притяжения цели изменяемым в пространстве, то есть, чем ближе мы к цели, тем сильнее она притягивает нас.

Обратный подход, то бишь изначально большой коэффициент притяжения уменьшается с приближением к цели, очевидно, оказался несостоятельными, так как воздействия полей сил в данных моделях принято безынерционным.

Для проверки пригодности метода потенциалов в задаче прокладки трассы на карте, приближенной к реальной, было УСПЕШНО произведено моделирование прохождения "робота" по "мосту над речкой" с одного "берега" на другой в условиях воздействия поля силы притяжения цели. Отметим, что "речка" представляет собой цепочку непроходимых препятствий круглой формы, сформированных полями отталкивания от центра каждого "круга", "мост" же смоделирован разрывом в этой цепочке.

На данный момент метод потенциалов способен решать задачу прокладки трассы при условиях, что препятствия являются выпуклыми и наложены ограничения случаи возникновения нулевой векторной суммы.

Дальнейшая работа будет направлена на создание алгоритма, способного прокладывать маршрут методом потенциалов в условиях обратно-выпуклых препятствий, при наличии "дорог" - областей, в которых не действуют все или некоторые силы отталкивания от препятствий и при отсутствии информации о всей карте местности, то бишь при учете лишь тех объектов, что находятся в поле видимости.

А также на расширение задачи до объемного пространства, что в дальнейшим позволит использовать алгоритмы, на основе метода потенциалов, для управления группами объектов в воздухе, на земле и на воде.

Отдельно в конце отметим, что использование метода потенциалов для корректировки "поведения" группы роботов позволяет быстро изменять структуру строя: "все за лидером" - когда все "притягиваются" к лидеру, который "притягивается" к цели, "организованная цепочка" - упорядоченное "притягивание", "врассыпную" - все члены группировки роботов становятся препятствиями друг для друга и тд.

Внедрение навигации, основанной на характеристиках (PBN) в России

Сутугин Я.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Концепция PBN является переходом от навигации, основанной на датчиках к навигации, основанной на характеристиках. Требования к характеристикам указаны в навигационных спецификациях, которые определяют оборудование и навигационные датчики, используемые для соблюдения характеристик. Благодаря этому экипажи воздушных судов (ВС) смогут выполнять полеты по любой желаемой траектории в пределах зоны действия наземных или глобальных спутниковых систем навигации (ГНСС).

Внедрение PBN в воздушном пространстве (ВП) РФ позволит:

• Повысить пропускную способность за счет сокращения пространственного разделения траекторий;

• Снизить нагрузку на диспетчерский и летный состав;

• Повысить эффективность полетов за счет сокращения длины маршрутов и траекторий захода на посадку.

Все это в свою очередь позволит повысить безопасность и эффективность полетов. Основные мероприятия по внедрению PBN в РФ предусматривают:

1) проведение оценки безопасности полетов при проведении мероприятий по внедрению концепции PBN;

2) переходный период, предусматривающий обслуживание ВС, оборудованных системами PBN, так и необорудованных;

3) организационные мероприятия;

4) определение приемлемых навигационных спецификаций для ВП РФ;

5) совершенствование навигационных средств и доработку инфраструктуры ОрВД;

6) подготовку и внесение изменений в нормативные правовые акты и другие необходимые документы;

7) совершенствование структуры ВП в соответствии с требованиями навигационных спецификаций

8) подготовку персонала и уменьшение влияния человеческого фактора.

В первую очередь, внедрение PBN необходимо проводить в Западных регионах России, т.к. увеличение пропускной способности Дальнего Востока и Сибири не является актуальной проблемой.

Необходимо уделить внимание работе в смешанной навигационной среде. Она может негативно влиять на рабочую нагрузку диспетчеров УВД, особенно в районе аэродрома и на загруженных маршрутах ОВД. Возможно, потребуется доработка инфраструктуры ОрВД в целях обеспечения диспетчеров УВД необходимой информацией о возможностях ВС.

Совершенствование навигационной инфраструктуры подразумевает разработку плана оптимизации структуры навигационных средств и его реализацию. Для проведения изменений необходимо:

1) модифицировать подсистемы планирования (FDP) автоматизированной системы управления воздушного движения;

2) модифицировать подсистемы обработки радиолокационных данных (RDP) АС УВД;

3) модифицировать отображения воздушной обстановки;

4) модифицировать системы обработки планов полетов и выдачи разрешений;

5) модифицировать системы передачи обработанной плановой информации в системы ОВД центров ОрВД.

Реализация PBN сама по себе не является причиной внедрения новой инфраструктуры навигационных средств, однако в некоторых случаях, может потребоваться внедрение новых средств, либо перемещение уже существующих (например, перебазировать средства DME на новые позиции, если их более не придется совмещать с VOR). Использование системы DME/DME обеспечивает точность около ± 0,5 м. миль, что позволяет использовать DME/DME для спецификации RNAV 1.

Вначале 2021 года американская авиакомпания UNITED предложила провести меры по оптимизации сети маршрутов ОВД в целях выполнения транзитных полетов через ВП России между Индией и Западным побережьем США через Океанический сектор РЦ Магадан, РЦ Мурманск, Новосибирск, Красноярск и Якутск. В IV квартале 2021 года планируется установить 10 новых маршрутов зональной навигации.

Список использованных источников:

1. ФАП «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации» [утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации №297 от 20 окт. 2014г. в ред. от 9 янв. 2019г.], 2019. – 63 с.

2. Performance-based navigation (PBN) manual: ICAO Doc. 9613 AN/937, Fourth Edition, 2013. - 396 p.

3. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 1 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. - Санкт-Петербург, 2019. – 119 с.

4. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 2 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. - Санкт-Петербург, 2019. – 167 с.

5. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 3 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. - Санкт-Петербург, 2019. – 150 с.

Концепция системы построения имитационных логистических моделей

Филин А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

Целью моей исследовательской работы является построение корректной имитационной модели, способной воссоздать симуляцию движения различного рода транспорта по четко заданным путям и обладающего необходимыми параметрами. Ими могут выступать: вид и скорость транспортного средства, количество переносимого груза из одной точки в другую, расписание самих поездок, стандартный рабочий маршрут. На основании статистических данных, собранных путём наблюдения и опроса, можно использовать имитационную модель для предварительных проверок новых потенциальных транспортных путей и дорог, а также оценки ситуации в случае особых условий. Объектом исследования становится проектирование подобной модели и реализация подходов имитационного моделирования.

Подобные модели неточны и позволяют получить результат только после очередного имитационного эксперимента. Из этого следует, что разработка имитационных систем – процесс сложный и продолжительный ввиду сложность оценки адекватности и достоверности конкретной системы. По этой причине разработка и построение новых теорий на сегодняшний день является актуальной и насущной проблемой. Так как имитационное моделирование – частный случай математического моделирования объектов, то необходимую модель требуется формализовать.

Для этого понадобится как теория графов, так и знание подходов имитационного моделирование в целом, ведь сама транспортная сеть легко может быть представлена в виде графа. Точки прибытия и отбытия, как и перекрестки самих дорог, могут быть смоделированы в качестве вершин графа, а дороги и пути – в качестве его ребер с нужными параметрами по типу длины пути. Соответственно, движущийся транспорт выступает в качестве отдельного объекта, который имеет текущее положение, соответствующее вершине или ребру графа. Ему потребуется некоторое время, чтобы совершить переход из одного положения в другое, и это время будет высчитываться на основании других параметров, задаваемых в системе. Подобное представление не только простое и интуитивно понятное, но и легко соотносимо с реальными транспортными путями. Система должна предоставлять пользователю возможность легко моделировать свои случаи транспортного движения путем выстраивания путей вручную или на основании готовых данных.

Новизна исследовательской работы будет заключаться в использовании наиболее практичных из существующих подходов с целью достижения наибольшего соответствия. При создании такой системы главной целью является достижение максимальной достоверности и соответствия с реальностью, что достигается путем долгих проверок и тщательной формализации заданной модели.

Навигационное обеспечение беспилотного городского транспортного средства

Чернышев Н.В.
Научный руководитель — Кузнецов И.М.
МАИ, Москва

На сегодняшний день актуальной является проблема обеспечения требуемой [1] точности при предъявляемых уровнях целостности навигационной информации беспилотных транспортных средств (ТС) ввиду того, что основное навигационное средство (бортовой приемник ГНСС) имеет принципиальный недостаток – снижение точности и помехозащищенности навигационного решения в условиях движения в плотной городской застройке, в связи с затенением и переотражением сигналов спутниковых радионавигационных систем, а также наличием широкого спектра радиотехнических помех.

По результатам проведенных экспериментальных исследований [2] одним из основных выводов является рекомендация использовать интегрированные навигационные системы как средство, позволяющее повысить точность местоопределений в городских условиях.

Объектом исследований в рамках доклада является навигационная система беспилотного городского транспортного средства, состоящая из множества датчиков и подсистем – бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), приемника ГНСС, лидара, а также магнитного компаса.

В задачи навигационного обеспечения беспилотного ТС входят определение местоположения ТС с заданными параметрами точности и надежности, и предоставление этой информации системе управления, которая в свою очередь осуществляет выбор и выдерживание требуемого маршрута движения. Основными навигационными параметрами являются координаты – широта и долгота местоположения, параметры движения – горизонтальные проекции скоростей, направление движения, которое в свою очередь может быть определено с использованием, в том числе ГНСС приемников, работающих по интерферометрическим неоднозначным фазовым измерениям [3].

В рамках работы предложен и обоснован состав, структура навигационного комплекса (НК) беспилотного городского ТС, представлены математические модели и алгоритмы работы комплекса на базе оптимального фильтра Калмана (ОФК). Методами имитационного моделирования получена оценка компонент вектора состояния – основных ошибок. С целью проверки работоспособности представленных алгоритмов был разработан макет НК на базе датчиков Arduino для исследования возможности использования на целевом объекте.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 19-08-01223-а.

Список использованных источников:

1. Радионавигационный план РФ, URL: https://internavigation.ru/wp-content/uploads/2019/09/%D0%A0%D0%9D%D0%9F-%D0%A0%D0%A4-2019-2024_%D0%9F%D1%80.3296_04.09.19.pdf

2. ПРОТОКОЛ № 1/2015 натурных испытаний НАП с использованием мобильной измерительно-диагностической лаборатории (МИДЛ), URL: https://www.glonass-iac.ru/GLONASS/midlReports2/Report2015_1.pdf

3. Zharkov, M.V., Veremeenko, K.K., Antonov, D.A., Kuznetsov, I.M. Attitude Determination Using Ambiguous GNSS Phase Measurements and Absolute Angular Rate Measurements. Gyroscopy and Navigation, 9 (4), 2018. pp. 277-286

Контроль безопасности группового полета летательных аппаратов для наблюдения наземных объектов на основе экспертной системы нечеткой логики

Чернякова М.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лебедев Г.Н.
МАИ, Москва

Одной из наиболее актуальных проблем в сфере обеспечения безопасности полета группы беспилотных летательных аппаратов является отсутствие многокритериальных систем, способных проводить комплексную оценку уровня опасности в полете при наблюдении наземных объектов.

В качестве решения предлагается экспертная система нечеткой логики, осуществляющая комплексный контроль безопасности полета на всех этапах движения каждого беспилотного летательного аппарата для автоматического оповещения оператора о возникновении опасной ситуации и выдачи рекомендаций для ее устранения и продолжения полета.

Экспертная система предусматривает проведение комплексной оценки уровня опасности на разбеге, взлете, маршрутном полете, заходе на посадку и посадке беспилотного летательного аппарата. Для этого выполняется контроль определенного состава параметров полета, выбранного для каждого из этапов движения на основании его особенностей. Контролируемые параметры передаются по телеметрии в наземный пункт с частотой опроса, обеспечивающей максимальную информативность. На основании полученных данных методом нечеткой логики определяется многокритериальный коэффициент опасности, используемый для оценки степени угрозы. В результате на экране оператора появляется информация об уровне опасности полета воздушного судна и возможных действиях для выхода из критичной ситуации и продолжения полета.

Предложенная система обеспечения безопасности полета предусматривает ее использование в качестве части интеллектуальной системы оперативного планирования групповых действий летательных аппаратов, где в наземный пункт передается информация о степени опасности каждого из воздушных судов.

Система, выполняющая оперативное предоставление информации об уровне опасности, который учитывает сразу несколько важных факторов, влияющих на движение беспилотного летательного аппарата, является ключом к предотвращению авиационных катастроф при выполнении задач, связанных с наблюдением наземных объектов.

Работа выполнена при финансовой поддержке (грант №20-08-00652а)

Список использованных источников:

1. Г.Н. Лебедев Многокритериальная оценка эффективности группового полета летательных аппаратов с помощью мультипликативной формы / Г.Н. Лебедев, Д.А. Михайлин, О.Ю. Царева, М.Е. Чернякова // Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии - 2020. - №2. - С.25-36.

2. В. К. Абросимов, В. И. Гончаренко Мониторинг чрезвычайных ситуаций группой разнотипных беспилотных летательных аппаратов // Наукоемкие технологии. 2016. Т.17. №9. - С. 40-48.

3. Ивашова Н. Д. «Способ повышения безопасности посадки самолета при сильном боковом ветре», Труды XXIII Международного научно-технического семинара «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации» 14-20 сентября, 2014 г. Алушта. Сборник тезисов докладов, стр.14.

О результатах моделирования работы поискового алгоритма корреляционно-экстремальной навигации авиационной гравиметрической комплексной навигационной системы

Шаповалов Н.А., Маамо М Шико
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Афонин А.А.
МАИ, Москва

В настоящее время в рамках алгоритма комплексной навигационной системы (КНС) объединяют различные подсистемы, позволяющие пилотажно-навигационному комплексу (ПНК) качественно решать задачи ориентации и навигации летательного аппарата (ЛА). Итоговый уровень точности решения задачи определения местоположения ЛА обычно ограничивается точностью спутниковой навигационной системы (СНС), так как погрешность СНС обычно является наименьшей среди всех входящих в ПНК измерительных подсистем. Однако устойчивость и надежность СНС зачастую бывают ограничены. В большинстве случаев данный факт проявляется в высоких широтах, горной местности, а также при наличии естественных или искусственных помех, в частности, при постановке активных радиопомех. С высокой долей вероятности можно предположить, что входящие в ПНК радионавигационные системы в таком случае также окажутся не работоспособными. В сложившейся ситуации, как правило, задачу навигации решают с использованием бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) корректируемой от все еще работоспособных подсистем ПНК. Сами по себе БИНС отличаются полной автономностью и защищенностью от внешних помех, но эти системы имеют существенный недостаток — постепенную расходимость ошибок и со временем они обязательно требуют коррекции от других подсистем ПНК, обладающих достаточной точностью. В частности, вертикальный канал БИНС почти всегда можно корректировать используя высотомеры того или иного вида, для коррекции горизонтальных каналов можно использовать доплеровский измеритель скорости, угла сноса и дальности (ДИССД) и систему воздушных сигналов. Однако точность подобной коррекции как правило оказывается ограниченной. В этой связи в качестве эффективной корректирующей подсистемы можно использовать корреляционно-экстремальную навигационную систему (КЭНС), работающую по каким-либо геофизическим полям Земли. В частности, авторским коллективом сотрудников кафедры 305 МАИ предложен оригинальный подход и разработана модель работы КЭНС, работающей по сопоставлению измеренной гравиметрической КНС аномалии ускорения силы тяжести (УСТ) с данными карты известных аномалий, в целях коррекции КНС и входящей в ее состав БИНС. В рамках предложенного решения алгоритм вертикального канала КНС оценивает аномалию УСТ, которая используется в КЭНС для оценки горизонтальных координат ЛА, эти оценки в свою очередь используются для коррекции горизонтальных каналов КНС.

Для анализа возможностей предложенного подхода было разработано программно-алгоритмическое обеспечение и выполнено имитационное моделирование работы КНС и КЭНС в условиях аномального гравитационного поля для случая близкого к равномерному полета ЛА по маршруту с мало меняющейся ориентацией.

Рассматривался случай использования относительно точной БИНС с погрешностями гироскопов и акселерометров на уровне 0,03 град/ч и 3∗ 10-5 м/с2 соответственно, погрешности баровысотомера и ДИССД – на уровне 15 м и 0,1 м/с соответственно. При этом аномальное поле УСТ оценивалось КНС с точностью порядка 5∗ 10−5 м/с2.

Параметры моделирования работы КЭНС выбраны следующими: скорость полета – 100 м/с; высота полета – 1000 м; время полета – 30 мин; максимальная ошибка «грубой» навигационной системы (КНС) по горизонтальным координатам – 3000 м; дискрета карты аномалий – 100 м; разброс уровня аномалий по протяженности маршрута – сотни мГал; частота измерения (осреднения) поля аномалий УСТ – 1 Гц; количество проверяемых в поисковом алгоритме КЭНС последовательно измеренных аномалий поля УСТ – 30.

Полученные в рамках моделирования результаты позволяют сделать выводы о том, что в случае работы КНС в приведенных выше условиях ошибки определения КЭНС горизонтальных координат ЛА находятся на уровне 100 м. Но, например, при увеличении погрешности измерения УСТ до уровня 3∗ 10−4 м/с2 погрешность определения координат достигает 5000 м. При этом, увеличив количество учитываемых в алгоритме КЭНС последовательных измерений аномалий УСТ в два раза, удается снизить ошибку в определении координат до 500 м. Таким образом, по результатам проведенного имитационного моделирования наглядно прослеживается зависимость точности работы КЭНС от уровня погрешностей и количества учтенных в алгоритме измерений аномалии УСТ. Показано, что предложенный подход потенциально обеспечивает приемлемую точность определения КНС параметров навигации для решения целевых задач ЛА в условиях автономной работы ПНК в отсутствии данных СНС.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта РФФИ № 19-08-00279а.

Адаптация методов и способов проведения испытаний конвертопланов и вертолетов для водной среды

Шмыров И.Б.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ–КАИ, Казань

Современные первоначальные испытания конвертопланов, вертолетов и иных аппаратов вертикального взлета и посадки для выявления основных характеристик представляют собой экономически дорогие мероприятия, поскольку при неудачном составлении алгоритмов управления высока вероятность полностью потерять дорогостоящий аппарат. Водная среда более вязкая чем воздушная и позволяет при нештатной ситуации не потерять аппарат разбив его, а сохранить и продолжить испытания исправив ошибки [1]. При таком стечении обстоятельств, с целью повышения экономической выгоды одним из методов адаптации подобных испытаний может служить метод помещения аппарата с незначительной доработкой в конструкции и формулах описания движения в водную среду [2].

По большому счету алгоритмы управления и формулы движения подводного трикоптера-конвертоплана не сильно отличаются от алгоритмов и формул для конвертопланов работающих в воздушной среде. Однако стоит учитывать ряд особенностей, связанных с водной средой и реакцией воды на движение в ней [3].

Водная среда, в силу повышенной вязкости по сравнению с воздухом, позволяет безопасно испытывать в ней аппараты и системы управления ими без опасений потерять аппарат, как это часто бывает при испытаниях в воздушной среде. Но помимо этого при отработке алгоритмов движения воздушных судов следует обратить внимание на то, что на любой неподвижный объект в толще воды, помимо сил, создаваемых двигателями аппарата, действуют еще две силы: сила тяжести и выталкивающая сила, вторую иногда называют силой Архимеда. В основном с помощью этих двух сил, с добавлением коэффициентов сопротивления и моментов присоединенных масс воды, описываются все движения аппарата под водой с точки зрения теоретической механики в области динамики [4].

Коэффициент сопротивления среды находиться в основном экспериментальным путем. Присоединенные массы, которые образуются в момент начала или изменения движения, рассчитываются по формуле, в числителе которой есть коэффициент сопротивления, площадь лобового сечения на которое действует водная масса, плотность воды (морской или пресной), а также скорость движения аппарата, взятая в квадрате. В знаменателе же данной формулы стоит двойка.

Для описания формулами динамического движения подводных аппаратов будет достаточно трех сил: силы тяжести, Архимеда, силы создаваемой движителями аппарата, а также момента присоединенных масс [5]. В качестве простого примера можно привести следующие три режима движения телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА):

Для висения в толще воды достаточно чтобы сила, создаваемая двигателями аппарата, уравновешивала разность между силой Архимеда и силой тяжести

Для горизонтального погружения необходимо чтобы сила, создаваемая двигателями аппарата, была большей, чем разность между суммой силы Архимеда с моментом присоединенных масс и силой тяжести аппарата. В случае же горизонтального всплытия сила, создаваемая двигателями аппарата, должна быть большей чем разность между суммой силы тяжести аппарата с моментом присоединенных масс и силой Архимеда.

Остальные же режимы, такие как движение вперед/назад, вправо/влево, кручение под водой по различным трем осям, а также всплытие, погружение или движение из состояния покоя так же можно описать при помощи данных сил и моментов присоединенных водных масс.

При таком методе испытаний основные характеристики, алгоритмы управления и контроля аппаратом могут быть вычислены с максимальной точностью для воздушной среды. Труднее обстоят дела с более точными и конкретными характеристиками, но как правило их определение проводиться не на «открытом воздухе», а в лабораториях: в аэротрубах и экспериментальных установках, что гарантирует сохранность аппарата в случае нештатной ситуации [6].

Список использованных источников:

1. О методике проектировочного расчета площади крыла. Левшонков Н.В., Гусев А.Л., Крылосова А.А. Морские интеллектуальные технологии. 2020. № 1-1 (47). С. 50-54.

2. Шмыров И.Б. Управление телеуправляемым необитаемым подводным аппаратом оснащенным движителями с изменяемым вектором тяги. В книге: Гагаринские чтения - 2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 271-272

3. О расчете колебаний в системе привязной подводный аппарат–кабель–трос Левшонков Н.В., Гусев А.Л., Крылосова А.А. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2020. № 1. С. 60-65.

4. Кузьмин И.В., Шмыров И.Б. Переход от телеуправляемого к автономному необитаемому подводному аппарату, оснащенному движителями с изменяемым вектором тяги. В книге: Гагаринские чтения - 2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 251-252.

5. Определение основных проектных параметров системы стабилизации длинномерной буксируемой косы со специальными автоматическими стабилизаторами. Левшонков Н.В., Гусев А.Л. Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 3-1 (41). С. 28-33.

Секция №3.2 Вычислительные системы, сети и информационные технологии

Исследование внедрения транспортного протокола QUIC для межсервисного взаимодействия в системах с микросервисной архитектурой

Андреев Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

С каждым годом облачные программные системы становятся все сложнее и более распредленными. Тренды набирает Internet of Things: умные дома, автомобили - автопилоты и т.п. Все это – источники огромного количества информации. Но мощностей для обработки таких объемов данных в простых центрах обработки информации (или датацентрах) уже не хватает.

На передний план выступает Edge computing (граничные вычисления), когда данные обрабатываются и складируются сначала локально (например в каком-то одном регионе или небольшом вычислительном центре), а затем уже попадают в основные "облака"или центры обработки данных. Этот подход уже успешно работает сейчас в таких именитых компаниях как Google, Verizon, Uber и Tesla.

Но взаимодействия между основными ЦОД-ами и граничными кластерами не обходятся дешево. Сеть между георасределенными узлами – ненадежна. Ненадежность проявляется в двух аспектах. Во-первых, в безопасности – трафик должен быть зашифрован, и у никаких посредников не должно быть возможности его расшифровать. Во-вторых, в таких распределенных сетях высока вероятность потерь данных, что часто приводит к низким пропускным способностям каналов.

Все эти проблемы решает транспортный протокол QUIC и, построенный поверх него, протокол прикладного уровня HTTP/3.

Поэтому своей работе я ставлю целью исследование применения этих протоколов в распределенных системах и в особенности в микросервисных архитектурах. В качестве оркрестратора сервисов я выбрал решение, которое называется Kubernetes. Оно позволяет легко обновлять различные компоненты системы и добавлять новые. Для внедрения слоя, отвечающего за общение между сервисами на HTTP/3, было решено использовать паттерн service-mesh. Это подход, который позволяет легко внедрять одинаковую логику в разные сервисы с помощью добавления дополнительного контейнера к экземпляру сервиса. В качестве реализации service-mesh я выбрал решение основанное на прокси сервере Envoy. Envoy – это современный быстрый и эффективный сервер, который заточен на задачи из области облачных вычислений. Для симуляции георасределенности в своем стенде я добавил искуственную потерю данных.

В результате работы я сравнил взаимодействие сервисов на HTTP/2 и HTTP/3 и выяснил что в среднем на разных нагрузках использование QUIC на 24% эффективнее чем использование TCP. В качестве продолжения своей работы я исследую возможности развертывания таких систем, а также исследую свое решение на наличие возможных оптимизаций.

Разработка системы распознавания подписей на основе нейронных сетей с использованием программируемых логических интегральных схем

Андреев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чебатко М.И.
МАИ, Москва

В данной работе был рассмотрен процесс разработки системы распознавания подписей на основе нейронных сетей с использованием программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Для решения этой задачи были изучены модели искусственных нейронных сетей (ИНС) такие как: сеть обратного распространения, сеть встречного распространения,

сеть Хэмминга с двумя версиями – сеть без обратных связей и сеть с обратными связями. Было произведено моделирование поставленной задачи в программной среде Neural Works Professional II PLUS. Изображения подписей были представлены в виде двоичных векторов (матриц размером 15x24 точек-пикселей). Проводилось тестирование сетей, проверяя для каждого объекта, успешно ли произошло распознавание. Изучались входные и выходные образы на совпадение. Проверка проводилась для каждой подписи. Цель разработки системы распознавания заключалась в том, чтобы как можно меньше затрачивалось ресурсов ПЛИС, а для этого лучше всего подошла сеть Хэмминга без обратных связей. Среди изученных семейств ПЛИС было выбрано семейство Cyclone IVc подсемейством Cyclone IV E фирмы Altera. Так как, выбор элементной базы влечёт за собой и выбор среды проектирования, то для реализации системы распознавания, средой разработки стала система автоматизированного проектирования (САПР) версии Quartus II 13.0 Service Pack 1 Web Edition. В ней был создан проект, реализующий систему распознавания. Для описания проектируемой схемы распознавания в виде программы был выбран язык описания аппаратуры – Verilog. Для поставленной задачи распознавания подписей была спроектирована функциональная схема системы. Было выполнено функциональное и временное моделирование всего проекта. Моделирование проводилось в среде ModelSim – Altera Design Software v.13.0 корпорации Mentor Graphics. Всё время работы схемы 7,6 мкс. Функциональная схема распознавания была реализована на конкретной плате DE2-115, с наименованием EP4CE115F29C7, подсемейства Cyclone IV E. Результаты исправной работы платы показали, что задача реализации системы распознавания подписей - выполнена. В дальнейшем представляется возможным результаты, анализируемые в работе, использовать в учебных целях, а именно, для проведения лабораторных работ.

Нахождение наиболее часто встречающихся элементов в потоке данных

Арьков К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Большинство современных приложений таких как поисковые системы, интернет магазины, видеохостинги вынужденны обрабатывать большое количество данных за малый промежуток времени. В таких приложениях важно анализировать и вести статистику входящего трафика для определения текущих тенденций. У каждой системы есть ряд таких метрик. Для онлайн магазина - это наиболее часто продаваемый товар в данный момент времени, для поисковой системы - это наиболее популярный запрос, для блогов или видео хостингов - это самый просматриваемый пост или видео.

Для решения таких проблем как нахождение наиболее частных элементов или нахождение уникальных элементов можно использовать стандартные структуры данных. Например можно использовать hash table для того,чтобы считать количество встретившихся элементов, однако размер такой структуры будет линейно увеличиваться вместе с числом обрабатываемых элементов, поэтому для большого объёма данных такие структуры не применимы.

Альтернативное решение данной проблемы предполагает использование структуры данных называемой scetch. Данная структура данных занимает фиксированный объём в оперативной памяти и не зависит от числа хранимых элементов. Данное свойство структуры данных обеспечивается тем, что она сохраняет приближенное значение количества элементов, встретившихся в входном потоке данных.

Рассматриваемая структура представляет собой матрицу M с высотой d и шириной w. Для данной структуры задаётся d хэш функций. Заданные хэш функции должны быть независимы и равномерно распределять значения в диапазоне {0, 1, …, w-1}. Построение заданной матрицы происходит следующим образом: для каждого значения x входной последовательности a1, a2, …, an необходимо применить хэш функции h1, …, hn и увеличить значение в ячейке M[i][j] на 1, где i это номер хэш функции, а j это полученное

значение. Предобработав входные данные и построив таблицу таким образом, мы можем оценить количество вхождений заданного элемента в входной поток данных.

Пусть у нас есть элемент x для которого мы хотим знать количество повторений в исходном потоке данных. Для этого мы должные посмотреть значение счетчика в таблице M[i, hi(x)]. Значение в этой ячейке является приблизительной оценкой сверху на истинное значение числа вхождений. Тогда наиболее сильной оценкой будет являться минимальное значение из значений по каждой строке таблицы.

Таким образом мы рассмотрели структуру которая имеет операции обновления и получения числа вхождений элемента в исходное множество элементов. Данная структура крайне эффективна на большом объёме данных и может использоваться в алгоритме нахождения k наиболее часто встречаемых элементов.

Информатизация здравоохранения. Применение сети Ethereum и квантовых вычислений в задачах обработки данных

Ахмед Самир Хаид
Научный руководитель — к.т.н. Скородумов С.В.
МАИ, Москва

Здравоохранение и медицина - области достаточно обширны и сегодня нет возможности построить универсальную медицинскую информационную систему(МИС), охватывающую все виды заболеваний. Это обусловлено вычислительными возможностями современных машин, неизмеримыми объемами данных, требуемых для построения эффективных моделей и интенсивностью выявления новых видов заболеваний.

Если посмотреть на текущие МИС то можно отметить, что в них делается упор на следующие аспекты:

1. Применение алгоритмов искусственного интеллекта для поддержки принятия решения врачом. Подобные системы называются СППР - системы поддержки принятия решения.

2. Обеспечение централизованности хранения данных за счет использования единых серверов баз данных

Каждый из вышеописанных аспектов обладает своими физическими и логическими ограничениями:

1. В качестве базовой модели осуществления вычислений используется классическая модель вычислений. Под классической моделью вычисления понимается вычисления осуществляемые посредством центрального и графического процессоров, которые в свою очередь базируются на резисторах, проводниках, следующих законам классической механики. Данная модель вычисления на текущий момент является самой распространённой, но у нее имеются проблемы. Во-первых, в процессе вычислений мы сталкиваемся с ограничениями связанными с машинной точностью, с переполнением и физическими ограничениями скорости вычислений. Иными словами ограничениями связанными с "железом" и его физическим представлением. Во-вторых, сам процесс обучения нейросетевых алгоритмов является ресурсозатратным, что существенно ограничивает возможность использования машины для дополнительных задач, следовательно требуются затраты по закупке нового оборудования или увеличению мощностей имеющегося оборудования.

2. Использование централизованной архитектуры архитектуры влечет за собой проблемы с сохранением целостности и согласованности данных. К тому же они являются элементами подверженными высоким нагрузкам, следовательно возникает потребность в использовании продвинутых методов борьбы с высокой нагрузкой таких как: шардирование и репликацию, требующих высокую квалификацию и дополнительные ресурсы.

3. Для установления соединения между врачом и пациентом используются готовые и в основном зарубежные решения: Zoom, Skype. Проблема связанная с этими решениями заключается в том, что весь поток информации, данных, находится на зарубежных серверах

данных компаний, что в свою очередь вызывает вопросы о сохранении конфиденциальности данных и общения. Нельзя не упомянуть альтернативное решение вроде BigBlueButton, который используется в системах дистанционного обучения. К сожалению, у данной системы есть существенные ограничения, связанные с вычислительными нагрузками на сервер, которые явно проявились во время дистанционного обучения.

Для решения проблем с данными ограничениями, предлагается альтернативная архитектура построения МИС, включающая в себя: квантовые вычисления взамен классической модели, использование технологий распределенного реестра на базе Ethereum и использование WebRTC для осуществление логистической функции в данном решении.

Замена классической модели вычислений квантовыми вычислениями будет способствовать многократному увеличению скорости осуществляемых вычислений. Это достигается за счет специфики кубитов - квантовых аналогов классических битов. В отличии от своих аналогов, кубиты могут находится в состоянии суперпозиции базисных состояний и, необходимо подчеркнуть, способны принимать бесконечное число значений суперпозиций(линейных комбинаций) базисных состояний. Но как только кубит наблюдается, то он способен принимать только одно состояние, однако эта проблема решается засечь интерференции и факта, что различные суперпозиции имеют различные амплитуды. Данная сфера находится на стыке квантовой механики и computer science и активно исследуется. Однако, на сегодняшний день пока не разработаны эффективные реализации квантовых нейронных сетей.

Использование распределенного реестра на базе Ethereum решает несколько проблем:

1. При использовании централизованной базы данных, у нас возникает вопрос доставки данных. Обычно это делается через открытый API через HTTPS, однако несмотря на свою защищенность, все чаще возникает утечка данных. При переходе к распределенному реестру, мы работаем внутри своей, важно подчеркнуть, приватной сети, с серьезным уровнем шифрования. Да и по сути доставка данных в таком случае заключается в валидация транзакции локальной копии данных

2. Обеспечивается целостность и согласованность данных, в связи с особенностью представления данных. В Blockchain каждый пользователь по факту хранит в себе все данные и цепочки транзакций. При попытке изменения данных, создается транзакция, которую подтверждают все пользователи. Если этого не происходит, транзакция не проходит. Также транзакция однозначно определяет автора транзакции

Распознавания активности человека в среде умного дома

Ачба А.Р.
МАИ, Москва

Благодаря носимым устройствам и датчикам следить за активностью человека стало легко. Это позволило каждому человеку знать о состоянии своего здоровья в любой момент. Наиболее популярным подобным гаджетом являются разнообразные фитнес-браслеты, они дают возможность следить за пульсом, за количеством кислорода в крови, за давлением и др. Но у таких носимых датчиков есть и недостатки, их надо заряжать, а длительность работы от одной зарядки не велик, многие работают не больше 2-3 дней. Сложно назвать это проблемой, так как смартфоны мы заряжаем каждый день, но смартфон и не следит за нашим здоровьем, также дома не всегда удобно носить дополнительные гаджеты на себе. Но можно обойти данную проблему.

С каждым днем у каждого человека в доме появляется все больше «умных» приборов. Так почему же использовать эти приборы не только по своим прямым предназначениям, а еще с помощью них следить за активностью человека. В системах «умного дома» все гаджеты делятся своими данными, что позволит нам собирать и манипулировать этими данными. Это позволит нам постоянно мониторить какие-либо изменения. Но если за этими данными будет следить только человек, то в режиме реального времени ему будет сложно распознавать аномалии и для этого нам пригодится машинное обучение. Сегодня существует

большой выбор самых разных моделей искусственных нейронных сетей. Для решения данной задачи, предположительно, лучше всего подходят такие модели как CNN (Сверточные нейронные сети) и LSTM (Долгая краткосрочная память). Их часто применяю в задачах классификации, обладают достаточной скоростью обработки и имеют высокую точность, что полностью удовлетворяет нашим потребностям. Но эти алгоритмы являются сложными по построению, поэтому как альтернативу возможно использовать Наивный байесовский классификатор, который имеет более простую архитектуру, но при этом тоже достаточно хорошо справится с нашей задачей.

Нейросетевое моделирование для автоматической настройки задач в системах обработки больших данных

Бобряков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Осипова В.А.
МАИ, Москва

В настоящее время с увеличением объема хранимых данных возникает потребность эти данные обрабатывать для получения статистик и новой информации, необходимой для дальнейшего анализа. Для этого применяют системы обработки больших данных: Hadoop, Spark и другие.

Основной проблемой использования таких систем является их предварительная настройка. Для каждой выполняемой задачи необходимо минимизировать целевые затраты: время выполнения, используемую память, другие целевые критерии, присущие конкретной области. Для этого необходимо подобрать оптимальные значения параметров, которых предоставляется несколько сотен [1].

Большинство таких параметров настраиваются по предоставленному руководству один раз администратором, но рекомендованные значения могут негативно влиять на конкретную выполняемую задачу. Также обычно не учитывается топология архитектуры кластеров, текущая нагрузка, обязательные параллельные задачи, которые запускаются самой системой обработки больших данных (например, удаление мусора, перераспределение данных между узлами, очистка буферов и др.). Важно понимать, что большинство параметров непредсказуемо взаимосвязаны, например, при увеличении значения одного параметра можно получить и положительное, и отрицательное влияние на систему другого параметра. Чтобы не задумываться обо всех смежных процессах, система рассмотрена в виде “черного ящика”, который моделировался нейронной сетью.

В качестве архитектуры нейронной сети использовали три полносвязных слоя с оптимизатором Adam [2] на объеме данных в 1млн записей, которые отражают статистики выполнения одной map-reduce задачи с варьированием параметров конфигурации кластера, параметров системы Hadoop и присущих конкретной задачи характеристик. Это позволило получить модель для определения длительности выполнения задачи. Такую обученную нейросеть предполагается встроить в процессы запуска с целью предварительной оптимизации желаемого времени выполнения, что позволит целесообразно использовать доступные ресурсы в условиях высокой нагрузки на кластер.

Список использованных источников:

1. Muhammad Bilal and Marco Canini. 2017. Towards automatic parameter tuning of stream processing systems. In Proceedings of the 8th ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC’17). ACM, 189–200.

2. Diederik P. Kingma, Jimmy Ba Adam: A Method for Stochastic Optimizatiot [Электронный ресурс] // arXiv.org. 2015. URL: https://arxiv.org/abs/1412.6980

Имитационное моделирование системы управления виртуальной памятью

Богданов Б.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.
МАИ, Москва

Производительность компьютера зависит от эффективности работы его системы управления виртуальной памятью (ВП) и, в первую очередь, от используемой стратегии замещения страниц. Выбор стратегии замещения должен учитывать аппаратные возможности центрального процессора (ЦП) и характеристики выполняемых процессов (нагрузки). Для этого используется имитационное моделирование.

Целью работы является создание инструмента имитационного моделирования системы управления ВП для разработки универсальной стратегии, которая бы работала эффективно при любых входных данных.

Для достижения цели необходимо: 1) разработать программу, с помощью которой можно было бы выполнять имитационное моделирование, а также получать максимально информативный результат: протокол работы симулятора и множество значений показателей качества, отображающих состояние системы управления ВП; 2) реализовать несколько стратегий замещения страниц для расширения пользовательских возможностей; 3) разработать методику имитационного моделирования системы управления ВП.

Программа реализует модель, решающую следующие задачи управления ВП: размещение, перемещение, преобразование, замещение. Пользователю предоставлена возможность выбора одной из реализованных стратегий замещения страниц или разработки собственной стратегии.

Входные данные имитационной модели делятся на три категории: параметры системы управления ВП, характеристики нагрузки и настройки, управляющие представлением результатов. Параметры системы определяют объём оперативной памяти, размер файла подкачки, средние длительности различных операций и т.д. Характеристики нагрузки определяют количество процессов, функционирующих в системе, их модели и некоторые их особенности, такие как необходимое количество памяти, распределение обращений в память. Настройки, управляющие представлением результатов, задают время симуляции, степень подробности и формат протоколирования.

Выходные данные представляют собой набор показателей качества системы управления ВП, которыми являются: загруженность оперативной памяти, загруженность архивной среды, доля накладных расходов.

Программа разработана на C++. Виртуальная память моделируется при помощи агентно-событийного подхода. Симулятор, на базе которого разработана и функционирует имитационная модель, построен на тех же принципах, что и аналоги, как, например, симулятор сетей NS-3.

Агентно-событийный подход подразумевает взаимодействие компонентов-агентов – некоторой системы. Имитационная модель состоит из следующих основных агентов: центральный процессор, операционная система, архивная среда, процессы. Среди вспомогательных агентов: адресные пространства, таблицы переадресации, диспетчер задач, диспетчер архивной среды и т.п.

Преимуществами имитационного моделирования по сравнению с натурным экспериментом являются: 1) возможность исследования показателей качества системы управления ВП в зависимости от параметров системы управления ВП; 2) возможность разработки новых производительных стратегий замещения, реализация которых на существующих процессорах невозможна.

В рамках данной работы реализована имитационная модель системы управления ВП. Реализована стратегия случайного выбора страницы для замещения. Разработана логика расчёта показателей качества системы управления ВП. Ввод входных данных осуществляется через текстовый конфигурационный файл. В ходе симулирования

формируется протокол, отображающий основную информацию о взаимодействиях в имитационной модели.

Данное исследование обладает потенциалом для развития. В дальнейшем планируется реализовать исчерпывающий набор стратегий замещения страниц [1] и внедрить новые сценарии работы с симулятором, в том числе в облачных средах [2]. По завершении данная разработка будет внедрена в учебный процесс [3, 4].

Исходный код программы доступен в репозитарии проекта на GitHub [5].

Список использованных источников:

1. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 1038 с. – ISBN 5-318-00299-4.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

5. GitHub – greenwookez/virtual-storage-simulator [Электронный ресурс] // GitHub: Where the world builds software. – URL: https://github.com/greenwookez/virtual-storage-simulator

Конечно-автоматная модель автоматизированной системы управления ДПЛА

Борисова Е.Р.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зайцев А.В.

МАИ, Москва

Автоматизированная система управления полетом дистанционно пилотируемыми летательными аппаратами (АСУ ДПЛА) предназначена для решения задач по управлению многочисленными объектами, дислоцированными на большой территории и связанными между собой информационными каналами. Одним из наиболее эффективных способов оценки правильности функционирования системы и оценки возможности ее перехода в недокументированные режимы функционирования, является моделирование.

Существующие подходы к моделированию автоматизированных систем зачастую предполагают значительную громоздкость математического аппарата, которая, затрудняет и усложняет программную реализацию таких решений и, как правило, не позволяет наглядно отобразить всю логику функционирования систем [1-3]. Вместе с тем, при проектировании АСУ ДПЛА, существует ряд достаточно простых, но значимых задач управления, которые могут быть решены при использовании конечно автоматного подхода, обеспечивающего наглядность, адекватность, точность моделирования и простоту программной реализации.

В работе показана возможность представления процессов функционирования АСУ ДПЛА в виде конечно-автоматной модели. Целью моделирования является проверка правильности функционирования системы, когда при заданном множестве входных, выходных воздействий и внутренних состояний, не будет зафиксирован переход системы в недопустимое состояние.

В процессе функционирования АСУ ДПЛА осуществляет сбор, хранение, документирование, математическую и логическую обработку данных, с последующей ее передачей и отображением на коллективных и индивидуальных средствах [4].

В качестве внутренних состояний системы выбраны три условных режима дежурства: «патрулирование», «тренировка», «выполнение основной задачи» и 4 базовых режима функционирования, такие как, «Стандартный», «Позиционирование», «Ориентация», «Фиксация курса». Смена режима дежурства в различных режимах функционирования

подчиняется достаточно простому закону и может быть описана двумерной матрицей двоичных состояний управляемого устройства. Мощность множества состояний системы определяется выбранным уровнем детализации модели и может быть изменена.

Входными воздействиями для элементов модели будут команды, поступающие со стороны операторов, внешних источников информации, а также возмущающие факторы внешней среды (случайные и неслучайные помехи), влияющие на работу отдельных подсистем.

В качестве множества допустимых выходных воздействий, выступает информация, формируемая для операторов, донесения (подтверждения) для высших звеньев управления и команды управления для бортовых систем.

Формирование выходного сигнала под действием входного переводит систему из одного разрешенного состояния в другое. Из отмеченных выше особенностей АСУ ДПЛА следует, что ее выходные сигналы зависят не только от входных сигналов, но и от времени, что позволяет объект исследования как устройство с памятью или, иначе, последовательностный дискретный объект.

В ходе моделирования построен конечный автомат с памятью, формализовано и оптимизировано его описание и получена минимальная вторичная таблица переходов - выходов, описывающая его работу.

Результаты моделирования позволяют сделать вывод о возможности и адекватности представления алгоритмов функционирования АСУ ДПО на основе модели дискретного автомата с памятью.

Список использованных источников:

1. Ловцов Д.А., Шевляков А.С., Ермолаева А.Б., Борисов Р.С. TRASIR. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017611281, 01.02.2017. Заявка № 2016663403 от 07.12.2016.

2. Скотченко А. С. Королёв В. Т., Квачко В. Ю. Программа логического определения принадлежности точки полигону Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020665319, 26.11.2020. Заявка № 2020664680 от 19.11.2020.

3. Ващекин А.Н., Ващекина И.В., Нечеткий алгоритм рационального распределения судебных дел в суде первой инстанции: формализация и математическое моделирование Правовая информатика. 2017. № 3. С. 43-49.

4. Зайцев А.В., Балюков А.М., Михалев В.В., Русаков Д.Э., Филатов А.А. Исследование управления движения летательного аппарата в условиях не градиентных возмущений. В сборнике: Информатика: проблемы, методология, технологии материалы XVI международной научно-методической конференции. 2016. С. 97-102.

Исследование метода главных компонент для оптимизации количества параметров в целях улучшения предиктивной аналитики в промышленной безопасности

Борозный А.А., Нода И.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва

Задача предиктивного анализа инцидентов промышленной безопасности в современной промышленности при условии растущих объемов производств стоит как никогда остро. Информационные технологии на текущий момент позволяют наблюдать за состояниями разнообразных устройств, датчиков и т.д.. Это позволяет собрать в одном программном комплексе фактически всю информацию с любого производства. Мощность современных серверов позволяет ежеминутно орудовать гигабайтами информации, и хранить ее годами. Актуальный вопрос, как на основе этой информации оперативно рассчитать и предсказать грядущую аварию на производстве. В этой связи требуется оптимизация количества конечных параметров для упрощения анализа полученной картины.

Целью исследования было с помощью метода главных компонент найти оптимальное число конечных параметров для мониторинга, путем нахождения зависимостей в первичных параметрах. Для подобного исследования требовался программный комплекс уже с опытом внедрения в промышленной сфере. Был выбран ПК “Зодиак”. С помощью модуля “Зодиак Сбор данных”, который через многопоточные соединения реализует высокопроизводительный сбор информации от объектов контроля или специализированных систем мониторинга и управления, которые уже функционируют на предприятии, были получены реальные данные с производства.

Была проведена исследовательская работа и проверена теоретическая база, для исследования применимости метода главных компонент. Для проверки на практике была реализована программа на языке Python. Программа по собранным данным выявляет закономерности между первичными параметрами на производстве. За основу был взят метод главных компонент, результатом которого становится новое пространство параметров с уменьшенной размерностью. Для ускорения работы программы была использована библиотека NumPy. Следует отметить существенный недостаток данного метода, оптимальное количество компонент для разных данных с разной физикой процесса придется подбирать эксперементально.

В результате работ наше средство оптимизации было внедрено в модуль «Зодиак Анализ данных» на тестовой основе. Данный модуль выборочно применяется для прогнозирования поведения конкретных параметров. В дальнейшем планируется расширить функционал данного модуля и усовершенствования его с целью максимального ускорения анализа полученных данных.

Вычислительные схемы сегментации пламени по цвету используя нейросетевую модель UNet

Бочков В.С., Шаулов Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Катаева Л.Ю.
НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород

Задача многоклассовой сегментации огня поставлена для точного выявления контуров красного, желтого и оранжевого пламени на изображении. Дифференциация пламени по цвету обусловлена необходимостью искать зоны уязвимости пламени (зоны наибольшей температуры) а также корреляцией цвета горения древесного топлива с его температурой от низкотемпературного (красного) до высокотемпературного (желтого и белого) огня.

Соответственно был собран и размечен датасет состоящий из 6250 изображений, полученных в результате видеосъемки с камер расположенных стационарно на земле, зафиксированных на квадрокоптере снимающего с воздуха пожар, а также с экшн-камеры зафиксированной на шлеме сотрудника МЧС осуществляющего тушение очага пожара.

В качестве базового метода была использована нейросетевая модель UNet с конфигурациями входной матрицы кадра размером 224x224 и 448x448 пикселей.

В качестве базовой выделена конфигурация однооконного режима вычисления, то есть сжатия исходного изображения до размера входа матрицы нейросети.

Для первоначального сравнения также была взята схема разбиения входного изображения на сетку непересекающихся областей кадра, где каждый узел проходил через вычисление нейросети. В случае однооконного режима было получено среднее значение 77.33% точности по метрике Jaccard. Во втором случае точность составила 78.26% что на 0.93% больше. Далее в результате визуального анализа установлено, что в случае вычисления непересекающихся областей кадра на границах появляются области недосегментированного пламени. Для решения данной проблемы предложены методы базирующиеся на построении сетки полу-пересекающихся областей кадра с усреднением результатов сегментации на пересекающихся подобластях. Для усреднения были выбраны два метода.

Первый заключается в суммировании результатов сегментации. Чтобы значения сегментированной матрицы находились в одном диапазоне чисел на протяжении всего кадра, для полупересекающихся зон на граничных узлах сетки применены дополнительные взвешивающие коэффициенты. Так, для подобластей находящихся на гранях сетки применено удвоение результата сегментации (так как подобласти принадлежат одновременно только двум результатам вычисления модели), в то время как на угловых узлах сетки применено умножение на 4 в виду того, что данные подобласти принадлежат только одному результату. Все внутренние подобласти кадра не умножаются на взвешивающий коэффициент так как одновременно принадлежат 4-м результатам вычисления модели. Таким образом удалось решить проблему ложно негативной сегментации на границах непересекающейся сетки, о чём свидетельствует показатель средней точности по метрике Jaccard в 78.75%, что на 0.5% больше чем режим сетки непересекающихся областей кадра.

Второй метод усреднения частично-пересекающихся областей заключается в использовании микстур нормально распределенных матриц выхода нейросети на полупересекающихся областях. В виду того, что нормальное распределение подразумевает максимальное значение сигнала в центре области калькуляции с плавным затуханием к границам, дополнительных весовых коэффициентов здесь применять не нужно, т. к. граница одной области вычисления совпадает с центром соседней. Это позволяет получить результат с приоретизацией наиболее подходящей зоны вычисления для конкретного пикселя. Таким образом, применив данный метод было получено значение средней точности в 79.15%, что на 0.4% точнее чем использование взвешенного суммирования. Также это на 0.9% точнее использования сетки непересекающихся областей и на 1.83% точнее однооконного режима вычисления модели UNet.

Таким образом установлено что использование микстур Гауссиан для полупересекающихся областей кадра позволяет добиться максимальной точности сегментации огня по цвету. В виду универсальности применения нейросетевых моделей для различных задач сегментации объектов на изображении разработанные вычислительные схемы могут быть применены для всего спектра задач компьютерного зрения данного вида.

Выбор рациональных характеристик линейного сетевого кода для минимизации влияния деструктивных факторов в телекоммуникационных системах и сетях

Бритвин Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва

Для поиска и выбора рациональных характеристик линейного сетевого кода воспользуемся двумя наиболее популярными моделями, а именно моделью двоичного симметричного канала (ДСК) и моделью массового обслуживания M/M/1/N.

Для модели ДСК выберем следующие параметры: длина пакета 1500 байт (типовой размер для таких сетей, как 802.3, 802.11), вероятность искажения бита $P(bsc)=5*10^{-8}$, ограничение на длину кодовой последовательности 100 пакетов, а также корректирующую способность в 24 пакета. Количество переданных пакетов составляет 10 миллионов. При таком методе получить максимальную скорость кода возможно увеличением длины кодовой последовательности, при которой требуется незначительная корректирующая способность сетевого кода.

Для дальнейших исследований была использована модель массового обслуживания M/M/1/N. Она позволила получить набор оптимальных значений (N,K) линейного сетевого кода, которые максимизируют скорость кода, для различных значений загруженности устройства массового обслуживания ρ.

Получение результатов моделирования этих двух методов показало, что оптимальная длина кодовой последовательности при передаче по сетям с перегрузкой практически

совпадает со случаем случайных потерь пакетов, что вызывает интерес к рассмотрению случая их совместного появления, как это происходит в реальных системах передачи данных.

При рассмотрении случая совместного использования модели ДСК с моделью массового обслуживания M/M/1/N за основу выберем те же самые параметры моделирования, описанные ранее. С увеличением вероятности искажения бита P(bsc) вклад случайных потерь оказывает значительное влияние и приводит к изменению перечня оптимальных точек.

Общий вывод о полученных результатах можно сформулировать следующим образом: чем меньшая корректирующая способность и длина кодовой последовательности требуются для противодействия коррелированным потерям, тем меньшая вероятность P(bsc) будет оказывать влияния на набор оптимальных точек и доступный для выбора набор значений (N,K) линейного сетевого кода, который гарантирует доставку пакетов до получателя без потерь. Перспективным применением корректирующих кодов (включая линейный сетевой код) для минимизации влияния деструктивных факторов в телекоммуникационных системах и сетях являются случаи низкой загруженности сети ($0,8<\rho<0,9$) и вероятности искажения пакета, не превышающей 10^{-3}.

Задача распределения ресурсов радиолокационных станций

Васина Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Машкин М.Н.
МАИ, Москва

Общая постановка рассматриваемой задачи формулируется следующим образом: в некотором регионе (области) страны установлено определенное количество удаленных друг от друга радиолокационных станций (РЛС), охватывающих центральное радиолокационное поле (ЦРЛП) региона. Управление РЛС осуществляется из командно-вычислительного пункта (КВП) в радиолокационном центре (РЛЦ) средствами автоматизированной системы обработки информации и управления РЛС (АСОИУ РЛС). Получив информацию о групповых целях (ГЦ) в центральном радиолокационном поле (ЦРЛП) региона, КВП определяет характеристики этих ГЦ, возможности работы по ним каждой РЛС, расположенной в регионе, и с учётом этого определяет дальнейшее обслуживание ГЦ соответствующими РЛС.

Основная цель исследования – проверить эффективность каждого метода распределения РЛС ресурсов, выявить достоинства и недостатки каждого метода и выяснить, какой из методов наиболее оптимально (по временным и качественным характеристикам) решает поставленную задачу.

Нахождение решения задачи распределения РЛС ресурсов осуществляется в два этапа и задача решается как транспортная. На первом этапе находится так называемое опорное решение задачи. На втором этапе проверяется условие оптимальности полученного опорного решения, и при отсутствии такового выполняются шаги изменения опорного решения до получения оптимального решения.

Эффективность, быстродействие выполнения второго, заключительного этапа решения транспортной задачи во многом зависит от результата решения задачи на первом этапе, т.е. полученного опорного решения. Поэтому возникает необходимость выбора (определения) наиболее приемлемого метода нахождения опорного плана.

Наиболее известными методами нахождения опорных планов являются следующие: метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод двойного предпочтения, метод аппроксимации Фогеля.

Существуют также методы получения оптимального опорного плана транспортной задачи. К ним относят: венгерский метод, метод потенциалов, дельта-метод.

В работе выполнен обзор литературы о методах решения транспортных задач, рассмотрены: подходы к решению, достоинства и недостатки каждого метода на конкретных числовых примерах; даны рекомендации по выбору метода нахождения опорного плана.

Список использованных источников:

1. Матвеевский С.Ф. Основы системного проектирования комплексов летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1987.

2. Романов О.Т., Машкин М.Н. Модели и алгоритмы автоматизированных систем обработки информации и управления. – М.: Изд-во МАИ, 2010. – 160 с.: ил.

3. Романов О.Т., Машкин М.Н. Интеллектуальные автоматизированные системы обработки информации и управления комплексов летательных аппаратов. - М.: Изд-во МАИ, 2013. – 160 с.: ил.

4. Кадубенко С.В. Метод оптимального управления режимом наведения многофункциональной РЛС // С.В. Кадубенко, А.В. Гомозов, В.П. Тарахтей // Збірник наукових праць. – Х.: ХАІ, 2001. – Вип. 21. – С. 47-53.

5. Вентцель Е.С. Исследование операций. М., «Советское радио», 1972. – С. 83-110.

6. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.. Мир, 1985.- 512 с.

Исследование применения технологии блокчейн в гражданской авиации

Головина Д.П.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкасова Н.И.

МГТУ ГА, Москва

В настоящее время при решении задач, связанных с широким распространением применения технологии блокчейн в различных областях науки и техники появилась хорошая перспектива для ее реализации в гражданской авиации.

Отметим, что важной функциональной особенностью блокчейна является группировка с криптографической защитой, поэтому внедрение в данной области позволит одновременно повысить безопасность и улучшить качество обслуживания пассажиров.

В работе проведено знакомство с понятием блокчейна и принципами технологии. Приведен анализ и информация о современных взглядах на блокчейн и тенденциях ее использования в сфере гражданской авиации. Получено обоснование целесообразности использования технологии в данной сфере с учетом рисков и перспектив.

Показано, что на данный момент основными возможностями использования блокчейна в авиационной отрасли являются:

• Идентификация пассажира – благодаря проверке в блокчейне открываются перспективы выхода на уровень обработки биометрической информации;

• Определение биометрической идентичности в составе зашифрованных параметров авиапассажира;

• Использование цепочек блокчейна для быстрой и безопасной оплаты товаров и услуг без дополнительных сборов в рамках программ лояльности и начисления миль;

• Дополнительные услуги и развлечения в полете;

• Решение ситуаций с задержкой рейса и компенсациями, которые можно выплачивать автоматически с помощью блокчейна и смарт-контрактов;

• При планировании полетов с помощью блокчейна данные плана полета можно кодировать и отправлять применительно к каждому рейсу, а платежи рассчитывать и перечислять автоматически;

• Эффективность отслеживания багажа повышается за счет наличия одной блок-цепочки, которая будет доступна и пассажиру;

• Ускорение таможенной очистки грузов при прозрачности транзакций и возможности привязки к ним отправителя и получателя груза;

• Обеспечение законности и качества каждой детали и возможности содержать «виртуальную копию» данных о ее происхождении в рамках технического обслуживания.

В работе изучен опыт применения технологии известных российских и зарубежных организаций. Внедрение блокчейн-платформы увеличивает скорость расчетов и сокращает бумажный документооборот, при этом гарантируя безопасность операций, что было показано при создании инфраструктуры для проведения платежей в постоянном режиме. Например, S7 Airlines использовала систему блокчейн уже в июле 2017 года на базе протокола Ethereum.

Прогнозируется, что применение блокчейн-технологий позволит увеличить доходы аэрокосмической отрасли на 4%, то есть на $40 млрд, в то же время сократив расходы на обслуживание, ремонт и эксплуатацию (MRO) в мире примерно на 5%, а именно на $3.5 млрд.

Отметим, что экономия будет обеспечена за счет безопасного хранения документов, конфиденциальности и защиты данных, прозрачности информации о времени ремонта и инвентаризации, а также благодаря автоматизации рабочих процессов и более эффективному ведению бортового журнала. Показана возможность блокчейн-технологии для записи и отслеживания двух отдельных потоков информации: цифровых цепей поставок запчастей и технического паспорта для каждого воздушного судна.

Например, SITA вместе с другими ключевыми партнерами авиабизнеса запустили MRO Blockchain Alliance – первое в отрасли масштабное исследование по использованию технологий блокчейна для отслеживания авиамаршрутов и полетных записей на борту самолетов. Отмечено, что применение технологий блокчейна для отслеживания деталей самолетов позволяет отрасли сэкономить около $3.5 млрд.

На примере работы смарт-контактов разобраны особенности уязвимостей блокчейн-сети. Под ними подразумевается набор описанных в цифровой форме обещаний, включающий набор протоколов, по которым стороны выполняют свои обещания. Описаны следующие типы уязвимостей:

- Связанные с вводом исходных данных в смарт-контракт;
- Связанные с внешними источниками данных, передаваемыми программами-оракулами;
- Связанные с ошибками в программном коде смарт-контракта;
- Связанные с возражениями по осуществлению сделки части участников блокчейн-сети.

Каждая уязвимость имеет набор способов для минимизации ее возникновения. Например, ограничение консенсуса и подтверждение трансакции на уровне отдельного смарт-контракта, то есть подтверждение трансакции только её участниками, позволяет исключить возражения по осуществлению сделки части участников блокчейн-сети.

Технология блокчейн, а именно ее особенность - подлинная замкнутость цифровой среды, в которой она работает, является важным фактором в развитии бизнес-технологий, в том числе и в авиационной отрасли, позволяющая повысить эффективность работы предприятий гражданской авиации.

Список использованных источников:

1. Блокчейн: Две стороны одной монеты // АвиаГоризонты: Выпуск №29. 2021. URL: https://www.airht.info

2. Э. А. Гумеров, Т. В. Алексеева. Безопасное применение смарт-контрактов в блокчейн-системах управления // Прикладная информатика / Journal of applied informatics Том 15. No 3. 2020 с. 125-126

Использование алгоритмов выравнивания последовательностей для агрегации данных о неизвестном протоколе

Джум В.С.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Мазепа Р.Б.

МАИ, Москва

Протоколы связи позволяют общаться двум разным сущностям. Для реализации обратной совместимости с устройством или аудита безопасности протокола нужны разные уровни детализации протокола и разное его описание. Когда такое описание протокола

недоступно, возможным вариантом является исследование протокола для выяснения формата его сообщений или построения модели. Для этого обнаруженные пакеты протокола необходимо агрегировать, чтобы выявить строение пакета протокола.

Для агрегации протокола можно использовать локальные и глобальные алгоритмы выравнивания, которые производят выравнивание в зависимости от длины последовательностей и используются в сфере биологии для приведения последовательностей цепочек РНК к одной длине. В сценарии агрегации пакетов протокола, последовательности РНК приравниваются к пакетам. Первоначальная цель данных алгоритмов – нахождение точки мутации в последовательностях РНК. Похожая логика применяется и для полей пакета, где мутация рассматривается как изменение значения поля пакета. В данной работе эти алгоритмы рассматриваются, так как агрегацию проще производить после первичного приведения всех пакетов к одной длине.

Два самых известных протокола выравнивания последовательностей – это алгоритм локального выравнивания Нидлмана-Вунша и алгоритм глобального выравнивания Смита-Ватермана. При этом, алгоритмы глобального выравнивания эффективны лишь в случае сравнения двух последовательностей. Для большого количества последовательностей одним из вариантов выравнивания является использование алгоритмов локального выравнивания последовательностей. При этом стоит заметить, что в рамках данного исследования был сделан вывод, что алгоритмы локального выравнивания проигрывают по скорости и точности работы по сравнению с эвристическими алгоритмами, к примеру, алгоритму UPGMA.

Применение имитационной модели к задаче определения вероятности реализации идентифицированных рисковых сценариев

Драчев Д.В.
Научный руководитель — Агринский Н.М.
МАИ, Москва

Информационная безопасность напрямую связана с задачей анализа рисков. Её результаты показывают компании есть ли необходимость в затратах на системы защиты или нет. Также на основе полученных данных работают такие системы как системы управления информационной безопасностью, системы управления непрерывностью деятельности и т.д. Требования, предъявляемые международными стандартами, формируют необходимость решения трёх задач: описание рисковых сценариев, оценка вероятности их реализации и определение потенциальных последствий в случае реализации. Существующие исследования данных вопросов нашли на практике лишь ограниченное применение, что и послужило толчком к созданию данной работы.

Имеется два подхода к анализу рисков, качественный и количественный. Качественный подход выделяется простотой и быстротой реализации. Количественный подход позволяет не только выразить вероятность в цифрах, но и оценить степень рисков, затраты, возможные последствия, а также получить данные, которые могут быть использованы в дальнейшем при работе с другими системами проекта. Поскольку количественный подход позволяет наиболее полно оценить риски в ходе работы будем использовать его.

Определение вероятности на практике требует знания статистики по событиям. Использовать её, собранную в других системах мы не можем, т.к. они работают в других условиях и по другим методам. Аналитический расчёт таких событий оказывается очень сложным из-за большого количества неизвестных, таких как время, закон распределения вероятности и т.п.

В рамках работы предлагается подход к решению задачи определения вероятности реализации идентифицированных рисковых сценариев на основе имитационного моделирования. Сложные сценарии предлагается разбить на цепочку элементарных событий, статистику по которым мы легко можем собрать или примерно оценить.

В докладе представлен пример разработанной модели рисковых сценариев в виде ряда событий. Их последовательная реализация в течении определённого промежутка времени приводит к нарушению конфиденциальности информации. При этом возможность появления событий учитывает конкретные параметры, которые можно изменить и снова оценить систему.

Такой подход позволяет нам построить гибкую систему. Мы можем не просто собрать статистику по событию, но и изменить параметры системы, чтобы оценить её в других условиях. Например, оценить вероятность не за месяц, а за полгода работы в текущих условиях. Или изменить закон распределения вероятности, математическое ожидание и другие характеристики отдельного события, чтобы оценить их влияние на весь сценарий. Таким образом мы получаем не устаревающую модель способную дать оценку при различных условиях и дать наиболее полную статистику.

В работе приведены результаты оценки вероятности реализации идентифицированных рисковых сценариев на основе разработанной модели состояний. Тесты проводились для различных по масштабу систем. Была проведена оценка эффективности имитации как отдельных событий, так и комплексных сценариев, включающих другие сценарии.

Фасетная классификация составных документов

Дорохов Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Зайцев В.Е.
МАИ, Москва

В настоящий момент корпоративные системы гражданской авиации находятся в переходной стадии между бумажным и электронным документооборотом. С увеличением смешанного документооборота, возникла потребность в оперативной оцифровке, анализе и распознавании данных различных документов. А современные мобильные устройства с цифровыми камерами и системами распознавания позволяют автоматизировать этот процесс.

В то же время смартфоны и планшеты все еще остаются неудовлетворительными по скорости работы, а также по качеству съемки в неконтролируемых условиях. Поэтому в системах распознавания на мобильных устройствах важно уметь эффективно анализировать документы.

Целью данного исследования является выявление эффективных композиций классифицирующих методов, основанных на поиске шаблонов, для улучшения характеристик существующих систем распознавания документов.

В рамках работы рассматривался способ комбинирования результатов сопоставления заранее подготовленных шаблонов к частям изображения составного документа для последующей фасетной классификации на основе взаимного расположения найденных сопоставлений, их размеров, качества привязки, а также других факторов.

Ниже приведены основные задачи, решенные в ходе выполнения исследования:

Подготовлен датасет и налажено тестирование распознавания;

Подготовлены и проанализированы результаты поиска шаблонов на документах на примере выбранного алгоритма сопоставления с шаблоном;

Разработан алгоритм фасетной классификации, который на основе найденных шаблонов определяет тип всего документа, для его внедрения в промышленные системы распознавания объектов. Выделены преимущества и недостатки в сравнении с другими алгоритмами классификации;

Проведено тестирование и сравнение полученных результатов с существующими методами классификации.

В результате тестирования удалось уменьшить число ошибок при классификации составных документов, а также сократить время привязки составных его частей за счет своевременного определения типа документа и прекращения поисков различных шаблонов на изображении.

Список использованных источников:
1. Awal A.M., Ghanmi N., Sicre R., Furon T. Complex Document Classification and Localization Application on Identity Document Images // Proc. 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition. 2017. P. 427-432.
2. Славин О. А., Арлазаров В.Л. Метод классификации распознанных страниц деловых документов на основе текстовых ключевых точек. // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2018. № 1. С. 32-42.
3. Скорюкина Н. С. Метод локализации машиночитаемых зон, инвариантный к условиям съемки // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2017. № 4. С. 81-86.
4. Петровский А. Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов (часть 1) // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 3. С. 3-14.
5. Петровский А. Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов (часть 2) // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 4. С. 3-14.

Вопросы масштабируемости в микросервисной архитектуре на основе RESTful API в высоконагруженных проектах

Емельянов Э.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

В области высоконагруженных систем все большую популярность получает микросервисная архитектура. Не только новые компании выбирают для реализации своих систем микросервисы, но и уже крупные IT компании переходят с монолитной архитектуры к микросервисной.

Отличительное преимущество микросервисной архитектуры от остальных, это легкость реализации масштабируемости системы на её основе.

Всегда перед началом разработки нового проекта, необходимо выбрать архитектуру, на которой он будет строиться. Это важный и ответственный шаг, который заложит возможные проблемы и необходимость их решения, которые будут встречаться во время работы.

С ростом нагрузки на систему, она начнет сбоить в разных своих частях, что может привезти к полной или частичной неработоспособности. По этому росту нагрузки противопоставляют различные способы увеличения системы, такие как добавление исполняемых звеньев, для распределения на них избыточной нагрузки, либо развития уже имеющихся что бы они могли быстрее и эффективнее справляться с запросами. Поскольку микросервисы реализуются и развертываются независимо друг от друга, т. е. выполняются в рамках независимых процессов, их можно отслеживать и масштабировать независимо. Так же разбиение системы на небольшие и простые компоненты дает возможность быстрее находить и отлаживать «узкие места» в системе.

Из-за разбиения системы на большой набор независимых модулей появляется сложность в их общении, и для эффективной связи приходиться прибегать к изощренным способам сериализации информации для передачи на программный интерфейс (API) одного компонента системы другому.

Несмотря на то, что, микросервисная архитектура уже давно известна, еще нет единого «правильного» решения вопроса о масштабировании систем на её основе, и разбор крайних случаев и устоявшихся практик поможет выявить оптимальный способ эффективно масштабировать высоконагруженную систему на основе микросервисной архитектуры.

Использование игрофикации для изучения химических процессов и некоторых аспектов материаловедения на основе модификации GregTech

Ерошин П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
МАИ, Москва

В процессе обучения студентов таким дисциплинам, как химия, материаловедение, технологии обработки материалов, физика и др., многие могут поначалу пугаться больших объемов информации, которые нужно учить, а некоторые вовсе не могут представить, как эти знания будут использоваться на практике. Безусловно, студентам нужна и мотивация и вовлеченность в процесс изучения материала дисциплины. Поэтому я опирался на проблемы игрофикации при разработке проекта — сборки на основе модификации GregTech для Minecraft.

При изучения всех технических модификаций для игры, была выявлена одна, наиболее подходящая для изучения технических наук и применения знаний на практике — GregTech. В ней реализовано большое количество веществ и материалов, использующихся в промышленности, также хорошо показаны способы обработки различных руд для получения тех или иных веществ, основы ядерной энергетики и теории термоядерного синтеза. В процессе игры, студент сможет изучить все этапы развития промышленного производства — от мануфактуры до завода, сможет проводить эксперименты с разными веществами и выделять из руды именно тот химический элемент, который в дальнейшем будет нужен. В сети Интернет есть большое количество справочников по рецептам и схемам для модификации GregTech, то есть, столкнувшись с трудностями развития, студент сможет получить всю нужную ему информацию.

В работе помимо основной модификации, которой является GregTech, были добавлены несколько второстепенных: оптимизации приложения для практически любых компьютеров Optifine HD (расширенные настройки графики, уменьшение нагрузки на графический ускоритель), NEI (встроенный справочник рецептов), Industrial Craft 2 Exp (модификация, на которой основывается сам GregTech, но все рецепты из нее удалены, процесс развития усложнен), Inventory Tweaks (удобная механика управления приложением, сортировкой). Деятельность студентов является состязательной, она не ограничена по времени, так как даже создав самые интересные сплавы, построив автоматические переработчики руд, конвейеры, ничто не мешает продолжать изучение и развитие. Возможности предложенных модификаций очень обширны — реализован механизм селекции растений, очень много различных источников энергии, которые обладают своими достоинствами и недостатками.

Таким образом, целью моего проекта является наглядная демонстрация различных технических наук посредством игрового процесса — в Minecraft с модификацией GregTech. По моему мнению, такой процесс позволит развить интерес студентов к изучаемым наукам и в дальнейшем наглядно показать их практическое применение в различных отраслях производства и синтеза материалов.

Алгоритмизация семантического поиска специалистов по естественно-языковым описаниям их компетенций

Ефанов Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фомичев В.А.
МАИ, Москва

В современном рынке труда компании постоянно находятся в процессе поиска специалистов как для набора персонала на постоянные позиции, так и для других целей (например, набора временного персонала, или персонала для решения каких-либо срочных проблем). Увеличение скорости и точности поиска специалистов может привести к лучшим результатам и более эффективному отбору кандидатов на необходимые должности, то есть дать компаниям конкурентное преимущество. Одним из возможных способов увеличения скорости и точности поиска специалистов является упрощение взаимодействия работника

отдела кадров с системой поиска. В данном докладе предлагается описание принципа работы и алгоритмов системы, упрощающей взаимодействие работника отдела кадров с системой поиска специалистов, позволяя пользователю (сотруднику отдела кадров) вводить поисковые запросы на естественном языке (в данном случае русский).

Основной трудностью в данном случае является представление естественно-языкового запроса в виде запроса к базе данных. Для представления естественно-языкового текста в виде структурированного запроса используется теория К-представлений [1-3]. Преимущества использования теории К-представлений для отображения смысла запросов перед другими подходами (такими как логика предикатов первого порядка или семантические сети) в том, что теория К представлений позволяет представлять связные тексты со ссылками на смысл предыдущих или последующих частей текстов, инфинитивные конструкции, предложения с косвенной речью, а также достаточно легко преобразуется в SQL-запросы.

Для создания семантического отображения смысла естественно-языкового запроса используется алгоритм обработки слов с определением их морфологических признаков (для получения наилучших соответствий используется нейронная сеть), после чего находятся исходные формы обработанных слов и с помощью словаря составных терминов определяется смысловое значение слова. Словарь составных терминов представляет собой упорядоченные наборы лексем, К-цепочек, соответствующих этим лексемам, и сортов (классификаций значений слов).

После этого осуществляется поиск зависимостей между словами, более конкретно осуществляется поиск связей между глагольными формами и зависимыми словами, существительными и существительными, а также между комбинациями найденных словосочетаний.

Для поиска зависимостей между существительными используется сравнение словосочетаний из запроса со словарем семантико-синтаксических фреймов, в котором хранятся обобщенные варианты словосочетаний, представленные в виде упорядоченных наборов параметров. Хранимые параметры включают в себя возможные предлоги в словосочетании, сорта (классификации значений слов), соответствующие главному и зависимому словам, а также падежные формы слов. Кроме того, для каждого обобщенного словосочетания устанавливается обозначение смыслового отношения, выражаемого этим словосочетанием.

Похожий алгоритм используется и для поиска словосочетаний, состоящих из глагольной формы (под глагольной формой понимаются глаголы и причастия) и зависимых слов, однако в данном случае учитываются морфологические признаки глагольной формы (возвратность глагола или причастия, форма глагола и т. п.) и параметры зависимого слова (падеж и т. п.). Кроме того, отмечается тематическая (семантическая) роль, то есть смысловое отношение между глагольной формой и зависимыми словами.

Выявленные связи используются для составления семантического представления (К-представления) запроса, которое затем преобразуется в SQL запрос к нереляционной базе данных с резюме специалистов на базе LiteDB. Преобразование запроса производится путем поиска в К-представлении ключевых смысловых значений и использовании этих значений в шаблоне запроса. Информационная система имеет пользовательский интерфейс для ввода запроса и вывода результатов поиска и создана на языке программирования C#.

Список использованных источников:

1. Фомичев В. А. Математические основы представления содержания посланий компьютерных интеллектуальных агентов – М.: ГУ-ВШЭ, ТЕИС, 2007 – 176 с.

2. Fomichov V. A. Semantics-Oriented Natural Language Processing: Mathematical Models and Algorithms. — New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2010 – 352 p.

3. Фомичев В.А., Разоренов А. А. Значение теории К-представлений для исследований по автоматическому выявлению семантических ролей // Информационные технологии. 2015. Т. 21. № 6. С. 403-411.

Алгоритмизация семантического анализа естественно-языковых запросов пользователя рекомендательной системы интернет-магазина

Закупин Д.Е.
Научный руководитель — Фомичев В.А.
МАИ, Москва

Алгоритмизация семантического анализа естественно-языковых запросов пользователя рекомендательной системы интернет-магазина

Закупин Дмитрий Евгеньевич

С увеличением числа систем электронной коммерции особую значимость для бизнеса стали иметь доступность товара и релевантность предложения для конкретного пользователя. Поиск по ключевым словам или фильтрация по многочисленным параметрам отталкивают клиентов и заставляют изучать рынок перед приобретением какого-либо товара.

Решением данной проблемы является создание рекомендательной системы (РекС) с привычным для пользователя естественно-языковым интерфейсом (ЕЯ-интерфейсом). Главной проблемой в этом подходе является выделение конкретной потребности пользователя, понимание системой, какие именно товары необходимо предложить. Для этого необходимо построить семантическое представление (СП) естественно-языкового запроса.

В докладе рассматриваются архитектура, структура базы данных, алгоритмы и программное обеспечение ЕЯ-интерфейса РекС интернет-магазина электронной техники.

Теоретической основой работы является теория К-представлений (концептуальных представлений). Рассмотрим структуру лингвистической базы данных. Обязательной частью нашей системы является наличие семантического словаря.

С содержательной точки зрения, под семантическим словарем мы будем понимать некоторое конечное множество Dicls, состоящее из упорядоченных наборов вида

(k, base-form, part, sem-unit, sort1,…, sortm, comment),

где k больше 0 - порядковый номер набора (нужен для организации циклов), а остальные компоненты интерпретируются следующим образом. Компонент base-form является элементом множества лексем Set-lecs рассматриваемой морфологической базы данных; part - обозначение части речи лексемы base-form; компонент sem-unit является цепочкой, обозначающей одно из возможных значений лексемы base-form. Компонент sem-unit для глаголов, причастий, деепричастий является информационной единицей, связанной с соответствующим отглагольным существительным. Число m является семантической размерностью рассматриваемой сортовой системы, т.е. максимальным количеством различных возможных углов зрения на сущность из рассматриваемой области: sort1,…, sortm - различные семантические координаты сущности, характеризуемой понятием sem-unit.

Далее возникает проблема: каким образом в сочетании “Существительное1 Предлог Существительное2” или “Существительное1 Существительное2” установить, какое именно смысловое отношение реализуется в этом сочетании. Здесь на помощь приходит словарь предложных семантико-синтаксических шаблонов.

Это произвольное конечное множество Set-frp, состоящее из упорядоченных наборов вида

(q, preposition, sort1, sort2, gram-case, relation, explication),

компоненты которых интерпретируются следующим образом. Натуральное число q больше 0 является порядковым номером набора (используется для организации циклов), prep – это предлог из множества лексем Set-lecs или пустой предлог nil. Элементы sort1 и sort2 интерпретируются как сорта (обозначения наиболее общих понятий), которые можно связать соответственно с первым существительным и вторым существительным в лингвистически правильном сочетании “Сущ.1 prep Сущ.2”; gram-case (grammatic case) – код падежа, в котором должно находиться второе существительное в таком правильном сочетании; relation

– обозначение смыслового отношения, которое может реализоваться в таком сочетании при выполнении указанных условий; explication – пример выражения, в котором реализуется то же самое отношение relation.

В результате выбора строки m1 массива Frp-array (текстоориентированной выборки словаря предложных шаблонов Set-Frp), набора с номером n1 семантического словаря Dicls, где Dicls(n1, base-form) это Base1 (базовая форма Сущ1), и набора с номером n2 словаря Dicls, где Dicls(n2, base-form) это Base2 (базовая форма Сущ2), мы получаем смысловое отношение relation межу Сущ1 и Сущ2 с учетом предлога preposition между ними.

Пример. Пусть на вход РекС поступил запрос Input1: «Легкий ноутбук с большой батарейкой». Тогда переменной relation будет присвоено значение Дополнение.

Система реализована на языке программирования Java Script. Для запуска используется программная платформа Node.js. Для морфологического анализа слов используется библиотека Az.

Список использованных источников:

1. Joyce Chai, Veronika Horvath, Nicolas Nicolov, Margo Stys, Nanda Kambhatla, Wlodek Zadrozny, Prem Melville. Natural Language Assistant – A Dialog System for Online Product Recommendation - Artificial Intelligence Magazine, 2002, Vol. 23, No. 2.

2. Фомичев В.А. Формализация проектирования лингвистических процессоров. – М.: МАКС Пресс, 2005.-368 с.

3. Фомичев В.А. Математические основы представления содержания посланий компьютерных интеллектуальных агентов. М.: ГУ-ВШЭ, издательство «ТЕИС». 2007. 176 с.

Изучение алгоритмического подхода к программированию на примере разработки логической игры в Unity

Казначевский В.С., Пятов Н.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.

МАИ, Москва

Во время обучения основам алгоритмического подхода к программированию мы часто сталкиваемся с недопониманием идей и цели данного подхода в разных отраслях. Для упрощения понимания и применения навыков “на практике” мы решили разработать специальную игру жанра стратегия (жанр стратегия выбран нами, так как в его основах лежат алгоритмические идеи и логика) для обучения алгоритмам.

Идея разработки появилась при изучении дисциплины «Информатика», когда полученные знания и технологии позволили нам применить их на практике. Одним из примеров игрового подхода был Tower Defence на основе идей веб-программирования, в частности flexbox. Такая игра помогла закрепить наши умения и сильно вдохновила нас на творчество.

При старте любого проекта необходимо выбрать подходящие и актуальные язык программирования, технологию и платформу, поэтому данная задача была актуальна и для данной разработки. В работе выполнен анализ нескольких языков и технологий программирования, например, web-программирование, Windows Forms, Windows Presentation Foundation (WPF) и др. В итоге выбор был сделан в пользу межплатформенной среды разработки компьютерных игр Unity, так как она подходит для реализации подобных проектов, хорошо поддерживается сообществом, достаточно популярна и относительно проста в изучении. Еще одним поводом выбрать Unity было то, что в ней используется современный язык программирования C#.

Следующей задачей был выбор жанра игры, здесь предпочтение отдано жанру стратегии, т. к. в нём наглядно можно реализовать выбранные алгоритмы. Интересными представителями стратегии мы посчитали градостроительный симулятор и боевую шахматную стратегию. Мы решили выбрать боевой вариант, так как алгоритмы там находятся “на поверхности” и более наглядны при обучении. Идея обучения алгоритмам непосредственно связана с игровым полем битвы, юниты которого связаны определенными

законами и подчиняются им. Алгоритмами представлено поведение юнитов, их способности и возможности, т. е. юнит представляет собой набор алгоритмов интересных для интеграции обучения и игрового опыта.

Таким образом, мы представляем не просто игру, а новый подход к изучению и применению алгоритмов конкретного языка программирования, что является актуальной задачей. Мы уверены, что с проблемами в изучении и понимании алгоритмов сталкиваются многие, и данная разработка сможет помочь обучающимся по направлениям, связанным с информационными технологиями и программированием.

Алгоритм сегментации и классификации объектов на аэрофотоснимках с повторной идентификацией

Камаренцев Н.Э., Яханов А.В.
Научный руководитель — академик, д.т.н. Желтов С.Ю.
МАИ, Москва

В докладе рассматриваются вопросы по обнаружению и сегментации объектов на аэрофотоснимках с повторной идентификацией для получения более точных результатов. Работа была реализована на архитектуре сети Mask R-CNN в связи с простотой архитектуры и высокими показателями при обнаружении и семантической сегментации.

Mask R-CNN является итерацией сети Faster R-CNN. Faster R-CNN широко используется для задач обнаружения и классификации объектов. Для каждого входного изображения Faster R-CNN возвращает метку класса и координаты ограничивающего прямоугольника для каждого объекта на данном изображении. Mask R-CNN построен на основе Faster R-CNN. Таким образом, для входного изображения помимо метки класса и координат ограничивающего прямоугольника для каждого объекта, Mask R-CNN также возвращает семантическую маску объекта.

Семантическая сегментация нужна для классификации каждого индивидуального пикселя изображения в различных областях в зависимости от их сходства по отношению к определенным параметрам. Семантическая сегментация обеспечивает детальный вывод, делая прогнозы, выводящие метки для каждого пикселя, так что каждый пиксель помечен классом его окружающего объекта или области.

Одним из самых популярных подходов к моделям сегментации изображений является следование структуре кодировщика и декодировщика, при которой понижается дискретизация пространственного разрешения входных данных, в результате чего возникают малоразмерные наборы признаков, повышение дискретизации пространственного разрешения которых приводит к более точной семантической сегментации.

Семантическая сегментация позволяет исключить из области ограничивающего прямоугольника объекта визуальный шум, препятствующий более точной повторной идентификации.

Задачи повторной идентификации объектов в настоящее время сосредоточены на повторной идентификации людей и транспортных средств. Такие алгоритмы в основном используется для реализации перекрестного отслеживания людей, транспортных средств и прогнозирования их траектории.

Для задач повторной идентификации используются Сиамские Нейронный Сети (СНС). Mask R-CNN и СНС являются основными объектами исследования в рамках данного доклада. Сиамская нейронная сеть - это класс архитектур нейронных сетей, которые содержат две или более идентичных подсетей. «Идентичные» означает, что они имеют одинаковую конфигурацию с одинаковыми параметрами и весами. Обновление параметров отражается на все подсети. После обучения сети можно использовать дискриминативные векторы признаков, чтобы обобщить предсказательные возможности сети не только на новые данные, но и на совершенно новые классы из неизвестных распределений.

С развитием технологий аэрофотосъёмки, ростом разрешения и качества фото возникает потребность в отслеживании перемещения динамических объектов (самолёты, автомобили,

корабли) на её поверхности и учёта ротации стационарных объектов (новые здания, склады, нелегальная застройка). В данном докладе проведен анализ совмещения нескольких алгоритмов машинного зрения в один универсальный алгоритм для точной классификации, сегментации и повторной идентификации объектов на аэрофотоснимках.

Модели и методы создания программной системы для обработки и анализа больших данных IoT устройств для оценки развития населенных пунктов

Касатиков Н.Н., Калинина О.И., Пархаев В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.
НИИ ТП; МАИ, Москва

Решение задачи обработки изображений с использованием нейросетей становится все более популярным в последние годы и в настоящий момент является актуальной задачей информационных технологий. Высокий темп развития уровня компьютеризации в области получения графической информации, стремительный рост объемов обрабатываемых данных определяют необходимость в использовании высокопроизводительных методов их обработки. Одним из преимуществ нейронных сетей является качество и точность при решении задачи обработки изображений.

Данное сообщение является описание разработки в целях создания программной системы для обработки и анализа больших данных, которые будут служить для обеспечения безопасности страны. Объекты энергетики, водоснабжения, телестанций в настоящий момент являются уязвимыми, при любой войне или природных катаклизмах они могут остановить работоспособность регионов, а иногда и страны.

Любое крупное столкновение (неважно боевые действия,природные катаклизмы, человеческий фактор) может привести к серьезным последствием,а именно отключению важнейших систем. Чтобы прогнозировать данные ситуацию будут использоваться математические и аналитические модели. Одной из главных черт гражданской войны в Югославии в конце 90-х годов были точечные попадания сил НАТО в важнейшие объекты, которые выводили из строя целые населенные пункты, что приводило к ослаблению действующего режима, в научной работе будут оценены риски таких ситуаций и возможные выходы из них. При этом во время обычной жизни, компании занимающиеся энергетикой проводят круглогодичный мониторинг территории проводов, на предмет появления на них нависающих деревьев.

Как видим эта тема является очень значимой и с учетом развития технологий, которые постоянно обновляются, важной и интересной в интересах безопасности страны.

Формирование основных требований к построению наземной системы обработки данных для авиационного сканера

Ковалев Ф.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Малышев В.В.
МАИ, Москва

На сегодняшний день актуальна тема исследования и наблюдения различных объектов. Наиболее эффективно это делать при помощи дистанционного зондирования земли. Данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) - это эффективный инструмент, позволяющий быстро и тщательно исследовать состояние окружающей среды, использование природных ресурсов и получить полную картину мира. Съемку можно проводить двумя видами наблюдения: космическим и авиационным.

В работе поставлена задача их сравнения с целью обоснования принципа построения наземного комплекса обработки данных авиационной системы ДЗЗ. Авиационный сканер позволяет производить съемку подстилающей поверхности для поиска залежей углеводородов (УВ). Благодаря возможности снимать изображение с высоты около 6-7 м, можно получить изображение высокого разрешения в отличие от космической системы.

Такую съемку выполняет сканер Eagle. Полученные изображения подвергаются первичной и тематической обработке.

Авиационная система дистанционного зондирования земли оснащена сканером и цифровой камерой, которые имеют комбинированные поля зрения. Камера имеет более узкое поле зрения и позволяет формировать цветные кадры с пространственным разрешением, которое в 20-30 раз превышает разрешение изображения сканера. Съемка земной поверхности производится одновременно сканером и цифровой камерой. Служебная часть линии изображения сканера содержит данные о пространственном положении самолета, полученные от GPS-приемника, а также данные о текущих углах крена и тангажа.

Космические аппараты также позволяют получать изображения с высоким пространственным разрешением. Космические аппараты, в зависимости от наклона оптической оси, позволяют получать масштабные изображения земной поверхности.

Принципы организации мониторинга РИД на профильных порталах авиакосмической отрасли

Козловская Я.Д.
Научный руководитель — д.т.н. Хорошилов А.А.
МАИ, Москва

На современном этапе развития авиакосмической отрасли Российской Федерации особую актуальность приобретает необходимость принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Такие решения должны основываться на использовании новых методов и технологических решениях в авиационной области, таких как инструменты смысловой обработки научно-технических текстов. В процессе смыслового анализа этих текстов могут быть получены новые знания, определены приоритетные научные направления деятельности отечественных и зарубежных научных коллективов и выявлены мировые перспективные опытно-конструкторские разработки. Тем не менее, недостаток технологий и сервисов высокоскоростной автоматической смысловой обработки неструктурированной текстовой информации является существенным сдерживающим фактором для реализации этой задачи. В связи с этим, необходимость создания технологий извлечения структурированной информации, относящейся к результатам интеллектуальной деятельности (РИД), из разного рода текстов является крайне актуальной задачей.

В основу представляемого подхода извлечения структурированной информации положены современные представления о смысловой структуре текстов. По этим представлениям наиболее устойчивыми единицами смысла в любой предметной области являются фразеологические и терминологические наименования понятий. Они занимают ключевое место в научно-технических текстах и являются базовыми строительными блоками, на основе которых формируются смысловые единицы более высоких уровней. Главной задачей извлечения фактографической информации является формализация и структурирование научно-технических текстов на основе методов их семантико-синтаксического и концептуального анализов. Фактографическая информация в научно-технических текстах может быть выявлена аналогичным способом, как выявляются информационные события в текстах средств массовой информации (СМИ). Информационные события в текстах СМИ извлекаются с помощью методов формирования формализованного представления смысловой структуры текста в виде иерархии элементарных смысловых триад (элементов предикатно-актантной структуры предложений). Автоматическое выявление в текстах терминологических наименований понятий и их отношений базируется на методах концептуального анализа текстов и методике вычисления меры их смысловой значимости. Предложенные методы и алгоритмы извлечения фактографической информации нашли применение в проектных решениях создании подсистемы мониторинга цифрового контента авиакосмической отрасли, разрабатываемой в НИЦ им. Жуковского.

Информационные технологии в задачах космического мониторинга лесных пожаров

Комаров В.Н., Жилин Д.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Филимонов А.Б.
МАИ, Москва

Лесные экосистемы подвержены многочисленным деструктивным воздействиям, среди которых ведущую роль играют лесные пожары [3]. Важной задачей пожарной охраны лесов является обеспечение их автоматизированного оперативного контроля с возможностью быстрого и эффективного обнаружения очагов возгорания и прогнозирования пожаров в лесных массивах на начальной стадии.

В докладе обсуждается научно-техническая проблема космического мониторинга лесных пожаров. Основные требования к мониторингу и прогнозированию лесных пожаров и чрезвычайных лесопожарных ситуаций устанавливает ГОСТ Р 22.1.09-99 [1].

Чтобы обнаружить лесной пожар можно использовать космические снимки метеорологических и военных спутников. Основным преимуществом космического мониторинга является большая площадь охвата земной поверхности. Кроме видимого и возможно также использование ИК-диапазона, что значительно облегчает поиск пожаров.

Обнаружение пожаров на снимке сводится к типовым задачам цифровой обработки изображений (ЦОИ) - сегментации изображения и детектирования объектов. Сегментация позволяет выделить области интереса, где возможен пожар. Для сегментирования можно использовать различные уже разработанные алгоритмы, например, метод наращивания областей [4]. Для последующей обработки геоизображений предлагается использовать сверточные нейронные сети [5].

Просто определить пожар на изображении недостаточно. Контролируемые параметры пожара: координаты зоны пожара - его фронта и тыла (географическая широта и долгота); площадь горения, га; площадь, пройденная пожаром за сутки, га; длина всей кромки пожара и его фронта (головной части), м, км; вид пожара; интенсивность пожара (по высоте пламени, м) и др. При этом необходимо учитывать климатические и географические факторы. В работе обсуждаются алгоритмические аспекты решения этих вопросов на основе методов морфологического анализа изображений, видеоаналитики и ГИС-технологий [2].

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 22.1.09-99 Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.

2. Лобанов А.А. Геоинформационный мониторинг пожаров // Образовательные ресурсы и технологии, 2015, 2(10). - С. 119-126.

3. Катковский Л. В., Воробьёв С. Ю. Методы и средства дистанционного мониторинга лесных пожаров // Доклады БГУИР. 2009. №2 (40). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-distantsionnogo-monitoringa-lesnyh-pozharov (дата обращения: 28.02.2021).

4. Шапиро Л. Компьютерное зрение. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 763 с.

5. Шолле Ф. Глубокое обучение на Python. – СПб: Питер, 2018. – 400 с.

Решение задачи о «разладке» в нелинейных динамических системах

Конышева В.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шаронов А.В.
МАИ, Москва

Одной из основных задач анализа динамических систем является задача определения моментов «разладки» или возникновения изменений параметров объекта. Разработанный подход был использован для решения подобной задачи в линейных [1] и нелинейных динамических системах [2].

В данной работе рассмотрено применение разработанного алгоритма на примере маятника с колеблющейся точкой подвеса, т.е. когда точка подвеса С маятника

перемещается вдоль вертикальной оси, совершая гармонические колебания малой амплитуды b относительно среднего положения C0 [3]. Также при математическом моделировании в определенные моменты времени претерпевали изменения значения параметров m – массы маятника, L – длины подвеса маятника. Одной из особенностей данного вида маятника состоит в том, что нелинейность ограничивает рост амплитуды возникающих параметрических колебаний.

Решение поставленной задачи определения изменившихся параметров объекта и моментов возникновения изменений осуществлялось на основе теории параметрической чувствительности с разложением функций параметрической чувствительности в ряды Фурье по ортонормированному вейвлет-базису [4]. Результаты данного математического моделирования подтвердили работоспособность предлагаемого подхода.

Список использованных источников:

1. Конышева, В.Ю. Вейвлет-анализ в задачах контроля и диагностики линейных динамических систем [Электронный ресурс] / В.Ю. Конышева, Н.А. Максимов, А.В. Шаронов // Труды МАИ. – 2017. – №97. – Режим доступа: http://trudymai.ru/upload/iblock/911/Konysheva_Maksimov_SHaronov_rus.pdf?lang=ru&issue=97

2. Конышева, В.Ю. Решение задачи о «разладке» в нелинейных динамических системах методом вейвлет-анализа [Электронный ресурс] / В.Ю. Конышева, А.В. Шаронов // 18-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2019». 18-22 ноября 2019 года. Москва. Тезисы. – 2019. – 605 с. Режим доступа: https://aik.mai.ru/files/abstracts2019.pdf.

3. Мартынов, Б.А. Теория колебаний Математические модели динамических систем [Текст] / Б.А. Мартынов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 56 с.

4. Шаронов, А.В. Методы и алгоритмы обработки результатов экспериментальных исследований [Текст] / А.В. Шаронов. – М.: Изд-во МАИ, 2004. – 243 с.

Преобразователь ускорения на основе интерферометра Фабри-Перо и электромагнитной обратной связи

Кошеварова Н.А., Коробков К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.
МАИ, Москва

В системах управления актуально применение микроэлектромеханических (МЭМ) преобразователей, имеющих ряд особенностей, таких как высокая надежность, низкая стоимость, малые габариты и вес [1]. В работе рассмотрен компенсационный преобразователь ускорения на основе двухканального интерферометра Фабри-Перо, в котором для улучшения точностных характеристик анализируется работа не только на пиках, но и между пиками интерференционной картины, а также используется электромагнитная обратная связь (ЭМОС).

Структурная схема преобразователя ускорения включает в себя два оптических канала, содержащих интерферометры Фабри-Перо, блоки предварительной обработки информации, блоки «Точного канала 1» и «Точного канала 2», мультиплексоры, блок подсчета целых отсчетов, а также блок электромагнитной обратной связи. На выходе преобразователя ускорения формируется двенадцатиразрядный код, в котором шесть разрядов выделяются на подсчет целых отсчетов («грубая» составляющая), а оставшиеся шесть разрядов формируют «точную» составляющую. С выхода преобразователя ускорения сигнал, преобразованный в напряжение, поступает на блок компенсирующей ЭМОС.

Для определения направления ускорения в схеме применяются два оптических канала. Оптическое излучение от источников излучения поступает на фотоприемники и преобразователи «ток-напряжение». Полученное напряжение с помощью аналого-цифрового преобразователя преобразуется в двоичный код, который подается на постоянное запоминающее устройство. Данные с ПЗУ в виде двоичного кода, передаются на мультиплексоры, управляющиеся младшими разрядами счетчика целых отсчетов, и формируют «точную» составляющую в виде 6 разрядов двоичного кода. Счетчик целых

отсчетов формирует «грубую» составляющую результатов измерений целого числа долей периода в виде двоичного 6-разрядного значения выходного сигнала. В блоке формирования выходного результата происходит слияние «грубой» и «точной» составляющих, которые формируют выходное значение сигнала преобразователя ускорения. Выходное значение в виде напряжения поступает на блок ЭМОС и преобразуется в силу тяги электромагнита, которая действует на чувствительный элемент, как компенсирующее воздействие.

Использование и электромагнитной обратной связи позволяет уменьшить время переходного процесса, максимальное отклонение чувствительного элемента от положения равновесия. Благодаря использованию «грубо-точной» обработки выходного сигнала преобразователь ускорения может обеспечить повышенную точность и эффективно использоваться в системах управления.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-08-00108)

Морфологический анализ рускоязычного текста при помощи морфологических парадигм

Кудинов И.Д., Сергеев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва

Морфологический анализ текста это один из необходимых этапов обработки текста на естественном языке, на котором происходит определение частей речи и грамматических признаков слов. В работе предлагается алгоритмический метод морфологического анализа отдельных слов и предложений при помощи заранее известного программе множества окончаний.

Морфологической парадигмой в лингвистике называется набор словоформ, принадлежащих одной лексеме. Для существительного, например, парадигма будет состоять обычно из 12 словоформ, то есть из всех комбинаций изменения времени и падежа. В русском языке именно окончание определяет и часть речи, и грамматические признаки слов, когда как суффиксы и корень не всегда могут дать ответ.

Назовём набор окончаний, присущих парадигме слова рядом. Вид ряда для конкретной леммы зависит от последних букв окончания, ударения, склонения, грамматического рода и других признаков. Таких рядов для каждой части речи в русском языке можно выделить постоянное множество. Таким образом можно дать очень точный набор вариантов разбора слова, выделив окончания слова и произведя поиск этого окончания среди рядов. Зная только к какому ряду принадлежит данная словоформа и номер окончания в ней, можно не только извлекать информацию о слове, поскольку ряды соответствуют вышеописанным грамматическим признакам, но и склонять его свободно, просто меняя номер окончания.

Из-за повсеместного совпадения вида окончаний разбор слова без контекста, как есть, неизбежно будет содержать неопределённый набор вариантов разбора. Истинный среди них можно найти путём усечения множества вариантов при помощи информации о самом слове, в частности при помощи суффиксов, и информации о контексте слова, как например о предлоге перед словом. Таким образом можно получить морфологический анализ предложения, разбирая каждое слово предложения последовательно с использованием информации о предыдущих разборах.

Реализованный в результате работы метод обеспечивает как высокую точность, так и высокую скорость работы при минимальных затратах памяти, однако в текущей реализации чувствителен к опечаткам и не предполагает использование для других языков кроме русского.

Анализ тональности русскоязычных текстов

Лазаревич О.А., Дегтярёв М.Э.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва

Анализ тональности текста или сентимент-анализ (sentiment analysis) — область компьютерной лингвистики и интеллектуального анализа текста, ориентированная на извлечение субъективных мнений и эмоций человека.

Представлен мультиклассификатор русскоязычных текстов, обучение которого происходит на основе размеченного корпуса. Для получения набора данных с многоклассовой тональной окраской русскоязычных текстов создана задача для экспертов на краудсорсинговой платформе Яндекс.Толока. Для проверки полученных данных использована разметка 1000 текстов, выполненная вручную.

Результатом мультиклассификации является принадлежность каждого предложения к одному или нескольким классам. В качестве основных эмоций мы выбрали семь, которые описал в своей работе [1] Пол Экман. А именно: гнев/злость/раздражение, страх/ужас, удивление, грусть/печаль, отвращение/неприятие, презрение/высокомерие, счастье/радость. Каждой эмоции соответствует несколько русских слов из-за невозможности однозначно перевести английский первоисточник.

Показаны решения следующих задач: извлечение признаков из текста, представление признаков в виде плотных векторов с последующей мультиклассификацией. В основе которых лежат различные архитектуры нейронных сетей основанные на классических и нейросетевых методах. Также рассмотрены современные архитектуры, включающие в себя механизм внимания [2].

Мультиклассификатор может интегрироваться в IoT и другие интеллектуальные устройства, чтобы эти устройства могли действовать на основе обнаруженных эмоциональных состояний пользователей. Может быть использован как интеллектуальный ассистент, например, во время психологических консультаций, чтобы лучше отслеживать и понимать состояние пациента и помогать врачам более эффективно оказывать поддержку. Или как инструмент для исследования как собственных эмоций, так и эмоций окружающих.

Список использованных источников:

1. Paul Ekman, Daniel Cordaro «What is Meant by Calling Emotions Basic», 2011, https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1754073911410740

2. Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Lukasz Kaiser, Illia Polosukhin, «Attention is All You Need», 2017, https://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf

Использование алгоритмов биоинформатики для верификации составных элементов протокола с примитивами и макрофункциями из открытых стандартов

Лосев В.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Мазепа Р.Б.
МАИ, Москва

Протоколы связи позволяют нескольким компонентам обмениваться сообщениями в единообразном формате. Протоколы широко распространены в сетях и телекоммуникациях. Протокол может являться открытым стандартом или проприетарным, т.е. иметь неизвестную для конечного пользователя структуру. При этом, даже если протокол построен на основе открытого стандарта, он может не до конца соответствовать ему или иметь свои особые сообщения, при этом маскируясь под другие протоколы. В связи с этим важно понять, используется ли известный протокол или же его модификация. Это можно понять, произведя сравнение и верификацию пакетов протокола, наблюдаемого в канале передачи данных, с примитивами и макрофункциями, описанными в открытом стандарте.

Для данной цели можно использовать алгоритмы биоинформатики, которые решают схожие задачи, но в области биологии. Подобные алгоритмы принимают на вход последовательности аминокислот, а на выходе выдают разницу между входными последовательностями, указывая процент мутаций между входными последовательностями. Если в процессе выявляется, что статичные части протокола не изменяются, а динамические значения меняются только в заданных стандартом рамках, можно судить, что протокол действительно соответствует стандарту.

Чтобы динамические значения не мешали сравнению необходимо выполнить выравнивание последовательностей, добавив в пакет с меньшим количеством символы пустые символы в нужных местах. Таким образом, в данном исследование рассматривались возможность использования эвристических методов для выравнивания множества последовательностей. В процессе подобного выравнивания создается филогенетическое дерево для направления процесса. Филогенетическое дерево – это дерево эволюции, которое показывает процесс мутации в зависимости от времени. Данную аналогию можно использовать и для анализа пакетов высокоуровневых протоколов, где мутация – это изменение значений внутри полей в зависимости от времени. Одним из таких алгоритмов является алгоритм UPGMA, который позволяет осуществить предварительную обработку кластеров пакетов, чтобы выявить уровень различия между ними.

Список использованных источников:

1. Портал искусственного интеллекта. Метод невзвешенного попарного среднего — UPGMA [Электронный ресурс] - Электрон. текстовые дан. - 2018. Режим доступа: http://www.aiportal.ru/articles/autoclassification/upgma.html, свободный

2. Sokal R.R., A Statistical Method for Evaluating Systematic Relationships [Текст] / Sokal R.R., Charles D. M. – USA: University of Kansas, 1958. – 30 с

Оценка эффективности кандидатов на должность в организации на основании анализа эссе при помощи средств машинного обучения

Лукьянов Л.М.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.

МАИ, Москва

В настоящее время зафиксирован повышенный интерес к изучению технологий машинного обучения [1]. Данный интерес обусловлен, главным образом, существенным повышением вычислительной мощности электронных вычислительных устройств в течение нескольких последних десятилетий [2]. К задачам машинного обучения относится, в частности, задача обработки естественного языка или NLP (от англ. Natural Language Processing).

В работе рассматривается применение технологий обработки русского языка при анализе эссе, написанного кандидатом на должность в организации на произвольную тему, реализованных с помощью библиотек, написанных на языках программирования высокого уровня, с целью оценки эффективности кандидата.

Актуальность работы заключается в повышенном спросе на кандидатов на должность в организациях [3], что требует быстрой и качественной обработки данных о кандидатах. Применения технологий NLP состоит в исключении фактора личных симпатий при отборе кандидатов на должность. Следствием этого является увеличение производительности труда организации за счёт найма на работу более эффективных сотрудников.

В ходе работы проведён анализ актуальных программных библиотек, позволяющих решать задачи обработки русского языка, а также анализ публикаций, посвящённых обработке естественного языка. На основании проведённого анализа предложена модель обработки эссе, написанного кандидатом на должность в организации на русском языке.

Представленная модель функционирует следующим образом. Из текста эссе, написанного кандидатом, происходит извлечение необходимых входных данных для алгоритма обработки эссе, затем непосредственно обработка входных данных, после чего на

выход подаются сведения, на основании которых сотрудник отдела кадров может сделать выводы о профессиональных и психологических качествах кандидата на должность. Сбор и обработка данных эссе кандидата осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

К входным данным относятся, в частности, тематика эссе, которой кандидат должен придерживаться, объём эссе в печатных знаках, частота использования определённых слов, порядок слов в предложениях, наличие стилистических и грамматических ошибок.

Алгоритм обработки эссе кандидата производит необходимые преобразования данных из эссе. Лишние данные не участвуют в дальнейшей обработке. Полученную информацию алгоритм преобразует в числовые значения. После чего преобразованные и отфильтрованные данные подаются на вход искусственной нейронной сети, которая осуществляет все необходимые преобразования входных данных в выходные.

Выходные данные представляют собой набор характеристик кандидата, среди которых можно выделить общую эффективность, психологические качества, лояльность организации, соответствие должности и пр. [4,5,6]

Таким образом, была разработана модель оценки эффективности кандидатов на должность на основе анализа эссе кандидата при помощи средств машинного обучения. Представленная модель потенциально способствует повышению производительности организации в результате отбора кандидатов, чьи трудовые и психологические качества наилучшим образом соответствуют должности в организации, на которую они претендуют.

Список использованных источников:

1. Машинное обучение Machine Learning [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(Machine_Learning)

2. Эволюция компьютеров. Согласно закону Мура, к 2025 году PC смогут мыслить как люди [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - https://lpgenerator.ru/blog/2015/01/03/evolyuciya-kompyuterov-soglasno-zakonu-mura-k-2025-godu-pc-smogut-myslit-kak-lyudi/

3. Дефицит специалистов на рынке труда в 2019 году [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - Режим доступа: https://center-yf.ru/data/Kadroviku/deficit-specialistov-na-rynke-truda-v-2019-godu.php (дата обращения: 07.02.2018)

4. Денисова Д.С. Автоматическая обработка естественного языка // Синергия наук. 2018. № 19. − С. 1401-1409

5. Близнюк Б. О. Современные методы обработки естественного языка / Б. О. Близнюк, Л. В. Васильева, И. Д. Стрельников, Д. С. Ткачук // Вестник Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина. Серия: Математическое моделирование. Информационные технологии. Автоматизированные системы управления. – 2017. – № 36. – С. 14-26

6. Ясько Б. А., Миронова Е. Р., Омельченко Н. В. Лояльность персонала как объект психологического анализа [Текст] // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. - 2018. - № 3(223). - С. 114-123

7. Методы оценки результативности персонала организации [Электронный ресурс]: Электрон. дан. - Режим доступа: https://studme.org/1024020526218/menedzhment/metody_otsenki_rezultativnosti_personala_organizatsii (дата обращения: 07.02.2018)

Модуль прогнозирования и формирования рекомендаций для сервисов помощи малому бизнесу

Максимов А.И.
Научный руководитель — к.т.н. Охотников Д.А.
МАИ, Москва

В наше время информация – один из самых ценных ресурсов почти в любой сфере – как для конкретного человека, так и для целых государств. В то время, как огромные корпорации используют ценность информации во всю, изобретая все новые алгоритмы, почти весь малый бизнес лишен подобных технологий в связи с невозможностью содержать штат для создания прогнозов.

Многие начинающие предприниматели зачастую принимают решения основываясь на собственном опыте, а не на статистике или математических прогнозах. Дело в том, что небольшая команда не может заниматься абсолютно всем, поэтому малый бизнес вынужден пренебрегать многими вещами, в том числе и прогнозированием на основе статистики.

Сейчас существует огромное кол-во сервисов помощи небольшим, развивающимся компаниям- TRELLO, Битрикс24, Яндекс. Метрика. Но все эти сервисы могут лишь предоставлять статистику о ведении бизнеса. Зачастую этого недостаточно для принятия решений, компания вынуждена выгружать данные и проводить с ними дополнительную работу – обработку, манипуляции и построение прогноза. На это необходим отдельный квалифицированный сотрудник, что ведет к дополнительным затратам, которые очень критичны для малого бизнеса. В противном случае, придется почти не использовать эти данные потому, что обычный предприниматель не представляет как получить хоть какую-то дополнительную информацию из статистики или как создать прогноз.

Наш автоматический модуль может быть включен в подобные сервисы и на основе математических методов обработки информации, будет выдавать прогноз предпринимателю по интересующим его параметрам. Так, для получения рекомендации, компании не требуется нанимать отдельного сотрудника, такую информацию становится возможным получить, не отходя от компьютера.

Касса самообслуживания с голосовым управлением

Мартиросян З.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жигалов В.И.
МАИ, Москва

2020 год стал годом изменения пользовательского поведения. Пандемия внесла свои корректировки в привычный уклад жизни. Люди самоизолировались, и даже привычный поход в магазин превратился в опасную вылазку. Теперь люди стараются не подходить близко друг к другу, меньше контактировать и не касаться чего-либо лишний раз.

В обязанности работников сферы обслуживания вошла необходимость дезинфицировать инвентарь, следить за выполнением посетителями санитарных норм; в том числе появились интервальные разметки на полу заведений для соблюдения дистанции посетителями. Но даже с соблюдением указанных мер покупателю так или иначе приходится взаимодействовать или с кассиром, или с монитором кассы самообслуживания. И то и другое несет в себе риск передачи вирусной инфекции. Одно из решений подобной проблемы – введение касс самообслуживания с голосовым управлением.

Целью данной работы является разработка модуля распознавания голосовых команд и их перевода в сигналы управления кассой.

В задачи входит сбор данных для обучения нейронных сетей (далее - НС), анализ, обучение и сравнение по качеству распознавания голосовых команд различных архитектурных вариантов НС, создание эмулятора кассы с целью тестирования модуля распознавания команд.

Одним из главных требований к системе распознавания команд является возможность функционирования в офлайн режиме, то есть без подключения к сети Интернет. Словарь

команд должен включать в себя как минимум несколько десятков команд. Очевидно, что с полным соблюдением указанных требований процесс обучения НС на наборе команд займет достаточно длительное время, и потребуется большой массив исходных тренировочных данных.

Анализируя возможный пользовательский путь, стало понятно, что на любом рабочем экране кассы используется в основном ограниченный набор команд. Чтобы ускорить обучение и значительно улучшить качество распознавания было решено под каждый рабочий экран выделить свой модуль распознавания команд, обучаемый исключительно теми командами, которые могут встретиться на конкретном шаге. Помимо высокого качества, модульная система позволила легко внедрять любые изменения в систему без необходимости ее переобучения в целом. Также модульный подход позволит в дальнейшем без больших трудозатрат реализовать многоязычность команд для голосового управления кассой, что в свою очередь даст возможность внедрения реализованной системы по всему миру.

По ходу выполнения работы было обучено несколько различных архитектур НС (реализованных на языке Python 3.7) для распознавания голосовых команд. Был собран тренировочный набор данных, который включал в себя более 3000 аудиозаписей необходимых команд. Качество функционирования системы проверялось на специально для этого написанном эмуляторе кассы самообслуживания.

В ходе тестирования лучшее качество показали модули распознавания команд, включающие в себя сверточные нейронные сети. Качество распознавания команд данной системой составило более 90%.

Эффективность применения прогнозирования параметров корректирующих кодов для восстановления потерянных пакетов при перегрузках в канале

Мешавкин К.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва

Обеспечение безопасного и стабильного информационного взаимодействия пользователей является крайне важной задачей, решение которой меняется в зависимости от изменения различных параметров канала и сетевых устройств. При слабых нагрузках на канал, когда теряется малое число пакетов, менее затратным является запрос потерянного пакета заново, однако при умеренных потерях в некоторых случаях применение кодирования является более эффективным методом восстановления пакетов. В связи с этим рассмотрена возможность использования помехоустойчивого кодирования для смягчения или полного избавления от потерь при нагрузках умеренного уровня (планомерная нагрузка канала без угроз полному отключению системы) на систему с ограниченной пропускной способностью.

Для успешного использования кодирования в уменьшении потерь от перегрузок требуется использовать реакционные методы защиты, когда интенсивность и параметры защиты выставляются в зависимости от изменений в системе (канале). При этом ясно, что при слишком малом числе потерь в системе кодирование будет вносить такое количество избыточности, которое будет вредить общей скорости передачи данных.

В связи с этим при малых потерях имеет смысл использовать механизм перезапроса данных (ARQ), а при существенных потерях – использовать корректирующие коды (FEC). Таким образом, важной задачей будет являться выбор вида и параметров кода, которые обеспечат достаточный уровень восстановления потерянных пакетов при минимальной избыточности кода. Использован адаптивный выбор параметров кода в зависимости от загруженности системы, что делает перспективным прогнозирование загруженности канала в следующие моменты времени. В этом случае также необходимо было исследовать и разработать метод прогнозирования, который позволит с достаточной точностью выбирать требуемые параметры кода. При этом также требуется производить прогнозирование

будущих показателей системы, чтобы защита не «отставала» от текущих уровней помех в канале, другими словами, к тому моменту, когда для данных будут добавлены избыточные пакеты в зависимости от характеристик сети, потребуется другая корректирующая способность, а значит отправленные пакеты будут уже безвозвратно потеряны.

В результате моделирования проверена работоспособность предложенного прототипа по двум основным условиям – по сравнению с оптимальными параметрами кода и по сравнению количества запрошенных заново пакетов предложенным методом и с отсутствием кодирования. Было выяснено, что точность прогнозирования достаточно высока (больше 90%), при этом она снижается с возникновением перегрузок в канале. Это связано с тем, что из-за экспоненциального характера генерации пакетов периодически скорость передачи пакетов резко повышается при одной и той же входной интенсивности. В связи с этим прогнозы параметров кода и по загруженности очереди, и по средней вероятности пакетов не успевают реагировать на резкие импульсные изменения в интенсивности передачи пакетов и впоследствии возникающие потери.

При этом по полученным численным результатам прогнозирования можно сделать выводы о границах применимости разработанного алгоритма. При загрузке очереди менее чем на 80% нет нужды внесения дополнительной избыточности кодированием, так как в этом случае возникают только редкие единичные потери, легко восстанавливаемые перезапросами. Важно отметить, что хотя в этом случае алгоритм и переключится на ARQ, все еще будет возможность восстановить пакеты, однако в таком случае задержки для получения пакета сильно увеличатся. В случае переполнения очереди и потерях более чем 50% пакетов на коротком промежутке (около одной длины кодового слова) алгоритм считает, что система не справится с восстановлением пакетов.

Комплексное моделирование и автоматизация процессов планирования производства

Мещеряков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва

Опыт современных компаний свидетельствует, что, для того, чтобы быть конкурентоспособным, мало выделять фонды только на инновационное оборудование, вычислительные системы, средства связи и программное обеспечение. Очень важен анализ уже имеющейся формы организации процессов во всех областях деятельности предприятия и их реинжиниринг, приводящий к достижению поставленных задач, сформулированных по итогам этого анализа. Одним из критических факторов достижения производительной и высокоэффективной организации труда становится создание, обработка и хранение информации, необходимой всем участникам процесса проектирования и выпуска изделия. Это может быть достигнуто за счет пересмотра модели прохождения потоков данных, рационализации управления процессами и организационной структуры.

Примером организации управления процессом передачи информации является, разработанный в целях автоматизации этого процесса, модуль передачи данных в Microsoft Project реализованный в среде структурно-параметрического моделирования и получил название SPMtoMSP. Программа создана на базе ранее разработанного модуля анализа результатов параметрического моделирования, и соответственно обладает всеми функциями и возможностями данного приложения: позволяет получать представление о составе и структуре модели созданной с помощью программно-методического комплекса структурно-параметрического моделирования (ПМК СПМ); контролировать значения параметров (как числовых, так и текстовых); работают функции изменения и восстановления значений параметров. Добавлена опция, реализующая вывод параметров, характерных для описания элементов проекта: длительность, бюджет задачи, номера задач предшественников либо дата начала/окончания работ.

Приложение работает с файлами структурно-параметрических баз. Программа включена в состав комплекса и запускается по завершении формирования структурно-параметрической базы. Результатом работы программы служит файл посредник – структурированный набор данных, в формате пригодном для загрузки в MS Project, эта операция выполняется в автоматическом режиме.

Для тестового примера использовалась модель изделия РКТ. Для формирования проекта не имеет значения, содержит модель геометрическую часть или только воспроизводит структуру моделируемого объекта, который имеет в своем составе комплект деталей и узлов, реально имеющихся в конструкции. Полученный проект воспроизводит организационно-технологическую структуру объекта и содержит информацию о длительности и стоимости (бюджетной) работ по подготовке производства и изготовлению корпуса бака окислителя.

Применение разработанного модуля позволяет обеспечить автоматическое формирование проектов в системе Microsoft Project. Для приведенного примера рассматривалась возможность выполнения работ по предварительному планированию процессов подготовки и изготовления объекта. Информация для формирования проекта получалась на основе сопоставления элементов структуры объекта с изделиями-прототипами.

Формирование на основе структурно-параметрической модели предварительных планов изготовления различных технических изделий позволяет оценить стоимость и длительность работ, распределение рабочих ресурсов (состав необходимых материалов, готовых компонентов и комплектующих), что может стать основой для управления проектом создания изделия.

Система автоматического управления нормальной перегрузкой с постоянными параметрами регулятора гипотетического самолета с широким диапазоном высот и скоростей

Мирендо Касуни Пешала, Перера Кукулаге
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фомичев А.В.
МАИ, Москва

В работе рассматривается канал руля высоты САУ, предназначенный для обеспечения заданных характеристик устойчивости и управляемости продольного движения самолета [1], [2]. Данный канал используется для управления нормальной перегрузкой, углом тангажа и высотой полета. В рамках данного исследования рассматривалось управление нормальной перегрузкой и высотой полета в предположении, что скорость полета постоянна.

Один и тот же канал САУ, как правило, должен работать в нескольких режимах. Например, канал руля высоты работает в режиме ручного и автоматического управления нормальной перегрузкой, автоматического управления углом тангажа и автоматического управления высотой полета.

Для перехода канала с одного режима работы на другой в САУ предусмотрены переключающие устройства, осуществляющие этот переход [1].

В работе рассматриваются два режима работы САУ:

- режим ручного управления;
- режим автоматической стабилизации барометрической высоты.

В режиме ручного управления для изменения высоты полета летчик, отклоняя ручку управления, создает избыточную перегрузку. Сигнал от ручки летчика поступает в вычислительное устройство системы автоматического управления нормальной перегрузкой (ВУ САУn_y), которая реализует астатический закон управления нормальной перегрузкой, позволяющий исключить статические ошибки отработки перегрузки и снизить разброс динамических характеристик контура по сравнению со свободным самолетом [1], [2].

В режиме автоматической стабилизации барометрической высоты сигнал заданной перегрузки формируется системой траекторного управления [1], [2].

В работе рассматривается задача синтеза закона управления нормальной перегрузкой в следующей постановке.

Постановка задачи. Для заданных структуры, параметров привода и постоянной времени корректирующих устройств необходимо определить 5 передаточных чисел k0, k1, k2, k3, k4 исходя из заданных требований. В качестве основного критерия оптимизации рассматривается критерий минимума времени нарастания переходной функции при ограничениях на её форму, перерегулирование и неизменной настройке параметров регулятора на всех режимах полета. Для минимизации времени нарастания необходимо коэффициент усиления разомкнутой системы сделать максимально возможным.

Об устойчивости и качестве систем с передаточными функциями неограниченного порядка можно судить по сравнительно простым соотношениям коэффициентов. Главное достоинство объединенной номограммы качества состоит в том, что на порядок системы не накладывается никаких ограничений. Для одного режима полета можно получить высокое быстродействие САУ за счет больших коэффициентов регулятора. Если принять во внимание три режима с разными скоростями полета самолета, то быстродействие системы заметно снижается. Поэтому в процессе решения задачи синтеза приходится идти на компромисс. В результате значения передаточных чисел приходится уменьшать. Однако быстродействие остается приемлемым.

Исходными данными для синтеза контура высоты являются коэффициенты знаменателя передаточной функции контура перегрузки с выбранной настройкой параметров его регулятора. Алгоритм синтеза аналогичен предыдущему. Два передаточных коэффициента контура высоты входят в два самых младших коэффициента его полинома. Получив желаемые значения младших коэффициентов полинома, можно затем рассчитать соответствующие передаточные числа.

С помощью описанного выше алгоритма, была получена оптимальная настройка коэффициентов передачи регулятора.

Поскольку вертикальную скорость самолета измерить сложно, схема реализации регулятора будет отличаться от расчетной схемы. Вместо обратной связи по вертикальной скорости в этом случае используется сигнал обратной связи по высоте, пропущенный через изодромный фильтр.

По результатам выполненных исследований установлено возможность синтезировать регулятор с жесткой настройкой параметров корректирующих устройств, обеспечивающий стабильность показателей качества контура высоты. При этом полученные показатели качества отвечают заданным требованиям.

Список использованных источников:

1. Абдулин Р.Р., Березуев А.В., Кузнецов А.Г., Мулин П.В. Системы автоматического управления продольным короткопериодическим движением самолетов: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2019. – 144 с.

2. Мулин П.В., Березуев А.В. Системы автоматического управления продольным движением центра масс самолета: Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2015. – 124 с.

Сравнение тональности художественных текстов на русском и английском языках

Объедков И.В.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.

МАИ, Москва

В статье рассмотрено соответствие художественного текста на русском и английском языках посредством сравнения тональностей предложений. Создан корпус эмоционально размеченных параллельных переводов романа, обучена модель для определения тональности предложений на эталонных текстах и последующей оценке тональности.

В данной работе исследуется задача сравнения тональности художественных текстов на русском и английском языках с учётом влияния способа перевода. В настоящее время в

области машинного перевода были достигнуты значительные результаты, позволяющие применять данный метод для многих текстов. Однако, даже новейшие алгоритмы нейронного машинного перевода не способны достичь высоких результатов при работе с художественными текстами, так как художественный текст обладает целым рядом особенностей, осложняющих работу с ним.

Целью данной работы является исследование корректности передачи тональности элементов художественного произведения на русском и английском языках, используя следующие подходы:

• Перевод профессиональным переводчиком
• Статистический машинный перевод
• Нейронный машинный перевод

Результат решения этой задачи показывает также уровень качества выбранного алгоритма машинного перевода. Для данного исследования в качестве художественного текста выбран роман М. А. Булгакова “Мастер и Маргарита”. Русскоязычный первоисточник и его профессиональный перевод на английский используются в качестве эталонных переводов. Работа производятся с тремя комбинациями текстов:

• Эталоны на русском и английском языках;
• Эталон на русском и его переводы на английский, осуществленные с помощью систем статистического машинного перевода и нейронного машинного перевода
• Эталон на английском и его переводы на русский с помощью систем статистического машинного перевода и нейронного машинного перевода

Для оценки тональности используется нейронная сеть с LSTM, обученная на эталонах. Она применяется ко всем комбинациям текстов. С помощью стандартных метрик оценивается, какой способ машинного перевода лучше передаёт совокупную тональность.

Осуществляется восьмиклассная и трехклассовая разметка тональности. Выборка размечается экспертами в Яндекс.Толоке, а также с помощью эмотивного словаря EmoLex и его машинного перевода на русский язык.

Для трехклассовой разметки используется комбинация эмотивного словаря EmoLex, словаря оценочных слов и выражений русского языка РуСентиЛекс и тонального словаря PolSentiLex.

По результатам работы оценивается способность существующих систем машинного перевода корректно передавать тональность художественного текста при работе с русским и английским языками.

Установка plop boot manager. Недооцененный потенциал установки утилиты

Приходько Д.И.
Научный руководитель — профессор, Горшков В.В.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва

В настоящее время не смотря на то, что современные ПК существенно меняют свое устройство с BIOS на UEFI, а стандарт 3.0 предлагает полный отказ от использования BIOS, тем не менее во многих компаниях, учебных заведениях по прежнему используются возможности этого старого интерфейса.

Тем не менее, отдельный вопрос состоит в номинальных возможностей установщиков загрузчиков на современные носители информации, и совместимость по системным требованиям с любыми другими ОС, которые сегодня существуют и, в идеальном, варианте имеют совместимость как вниз, так и вверх.

Следовательно, встает вопрос о номинальной и реальной совместимостью. Под номинальной следует понимать то, каким компилятором оно собрано, а вот под реальной - какие функции использованы, и которые являются несущими.

Иногда, бывает, что есть функции, которые никак не отображаются в исходном коде, однако — присутствуют в секции импорта, а также в готовом файле в IDA Pro –

интерактивный дизассемблер. (легко можно найти порт из исходных кодов проекта ReactOS, или KernelEx).

Итак, список недостатков реализации:

1. Имена файлов для резервного копирования слишком длинные. Можно и в формат 8.3 поместить.

2. Использование SetFilePointerEx, хотя для работы с MBR достаточно и SetFilePointer[1] (63 сектора диска, что явно меньше чем 2 ГБ.).

3. Непродуманный механизм сохранения резервной копии MBR. Он сохраняем резервную копию на текущем диске, куда производит установку.[2]

Теперь рассмотрим достоинства реализации программы:

1. Установщик задействует минимальные низкоуровневые механизмы к диску. Основная головная боль всех установщиков сводится именно к этому. Здесь идет доступ к тому диска, а не на физический диск, как у grub. Причем доступ к тому, для большинства ОС, как самых древних, так и самых новых — стандартизирован, а в ряде случаев можно даже найти его реализацию в сети.

2. В программном коде произведено разделение между доступом к диску (функции открытия, чтения и записи — вынесены в отдельное место). Причем в зависимости от платформы компилируются под нужную для работу версию.[3]

3. Хорошая совместимость программного кода как с новыми, так и старыми компиляторами языка C++.

Таким образом, в результате анализа того, как именно работает данный механизм удалось реализовать следующее:

1. За счет использования пункта 3[4] удалось запустить на NT 3.1. Пришлось заменить SetFilePointerEx на её внутреннюю реализацию (проект ReactOS).

2. Дописаны интерфейсы для платформы Windows 9x. И создан порт на систему ms-dos.

Таким образом, установщик написан толково и грамотно, и самое важное — легко портируется на любую сравнительно новую ОС.

Список использованных источников:

1. C/C++. Программирование на языке высокого уровня / Т. А. Павловская. — СПб.: Питер, 2003. —461 с.

2. Джеффри Рихтер Windows для профессионалов (программирование в Win32 API для Windows NT 3.5 и Windows 95)/Пер. с англ. — М.: Издательский отдел "Русская Редакция" ТОО "Channel Trading Ltd.", 1995. — 720 с.

3. Борисенко, В.В. Основы программирования: учебное пособие / В.В. Борисенко. – Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2005. – 328 с.

4. ПРИХОДЬКО Д.И., МОКРЯКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ, ГОРШКОВ ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ - МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕРА ПРОГРАММЫ НА ЯЗЫКЕ C++ в сборнике конференции НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: СОХРАНЯЯ ПРОШЛОЕ, СОЗДАЁМ БУДУЩЕЕ: сборник статей XXXI Международной научно-практической конференции. В 2 ч. Ч. 1. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2020. – 282 с.

Система управленческого учета крепежа

Салихов А.Р.

Научный руководитель — к.т.н. Елисеев А.М.

ПАО Компания «Сухой», Москва

Необходимость отслеживать фактическое количество крепежа (болтов, гаек, заклёпок и прочее) на складах испытательных и доводочных баз обусловлено не только экономическими требованиями снижения излишних запасов и размеров складов, но и требованиями по снижению вероятности возникновения поломки летательного аппарата в следствие попадания постороннего предмета (случайно выроненного крепежа) в двигатель или в другую систему самолёта. Также специфика разработки опытных образцов подразумевает максимально быструю реализацию конструкторских решений, для чего

конструктор должен иметь возможность ознакомиться с имеющейся на складах номенклатурой.

В связи с этим была поставлена задача разработки системы учета крепежа, состоящей из веб-приложения и базы данных. Интерфейс приложения отображает всю необходимую информацию и обеспечивает работу с базой данных. База данных содержит информацию обо всех использующихся типах крепежа, их количестве на складах, истории перемещения крепежа между складами и истории выдачи.

При внедрении системы достигнуты следующие результаты:

• Система позволяет конструктору при разработке конструкторского решения опираться на фактические данные по остаткам крепежа на складах;

• Оптимизированы объем запаса крепежа и площади складов доводочных баз;

• Автоматизирован процесс восполнения запаса крепежа на складах доводочных баз;

• Снижены риски потери крепежа, за счёт его поштучного учёта.

Веб-приложение обладает удобным для пользователя интерфейсом, функционалом для многокритериального поиска необходимой информации, возможностью ввода новой информации в базу данных. Обеспечена возможность вывода отчета по запрошенной пользователем информации в виде электронного документа в формате PDF. Также помимо ручного ввода информации реализована возможность импортирования файла с данными в виде электронных таблиц.

Разработка интерфейса системы происходила с использованием языка гипертекстовой разметки HTML, языка стилей CSS, языков программирования JS и PHP. База данных реализована посредством СУБД MySQL.

Список использованных источников:

1. Лайкер Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.

2. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. – СПб.: Питер, 2019. – 250 с.

3. Шлосснейгл Дж. Профессиональное программирование на PHP. – М.-СПб, Киев: Вильямс, 2005. – 624 с.

Использование методов машинного обучения для распознавания деталей сборочного процесса

Сёмина М.В.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.

МАИ, Москва

Современное высокотехнологичное производство требует применения различных систем компьютерного зрения как для проверки качества, так и на этапах сборки. До сих пор аэрокосмическая промышленность является одной из наименее автоматизированных из-за высокой сложности конструкции изделий и наличия множества мелких деталей [1], часто схожих между собой, а также высоких требований к качеству работы. Системы компьютерного зрения способны значительно ускорить и облегчить сборку таких сложных изделий, как двигатели летательных аппаратов, однако для этого требуется повысить точность распознавания мелких похожих деталей.

Задачу распознавания деталей предлагается решать с помощью технологий машинного обучения, а именно, нейронных сетей [2]. Распознавание изображений при помощи нейронных сетей включает в себя такие этапы, как: предобработка или препроцессинг изображений, обучение нейросети и непосредственно распознавание. На этапе предобработки изображение обесцвечивается, далее применяются различные методы для выделения контуров деталей (детектор границ Канни, выделение порогом, преобразования Хафа).

На этапе обучения сверточная нейронная сеть обучается на полученном после препроцессинга наборе данных [3].

На этапе распознавания изображение (или видео) подается обученной нейросети, которая и производит распознавание.

В работе производится сравнительный анализ различных методов машинного обучения, а также исследование влияния различных способов предобработки изображений на точность нейросетевых моделей [4]. Для исследования точности моделей, основанных на нейронных сетях, используется датасет, состоящий из фотографий различных деталей турбонасосного агрегата ЖРД, а для демонстрации точности работы нейронной сети используются видео с различными этапами процесса сборки. При работе с датасетом большого объема для ускорения работы вычисления могут выполняться в облачной системе [5].

Результаты проведённых экспериментов демонстрируют эффективность применения нейронных сетей при решении задачи распознавания деталей в сборочном процессе.

Список использованных источников:

1. D. G. Savakar, R. Hosur, D. Pawar: Analysis of Segmentation and Identification of Square-Hexa-Round-Holed Nuts Using Sobel and Canny Edge Detector / Recent Trends in Image Processing and Pattern Recognition. (pp.271-283), 2019, DOI: 10.1007/978-981-13-9187-3_24.

2. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

3. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

4. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Протокол взаимодействия блоков автоматизированной системы контроля беспилотного летательного аппарата

Симонов С.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жигалов В.И.

МАИ, Москва

В работе рассматривается разработка протокола межблочного обмена внутри автоматизированной системы контроля (АСК) для беспилотного летательного аппарата (БПЛА)на основе протокола MIL-STD-1553 (ГОСТ 52070-2003).

Актуальность разработки такого протокола заключается в том, что на данный момент в эксплуатации используются АСК межблочный обмен модулей которого осуществляется для каждого из модуля в блоке по различным протоколам информационного обмена. Что в свою очередь усложняет разработку новых модулей для решения задач контроля под различные БПЛА, также использование различных протоколов затрудняет проведение ремонтных и отладочных работ в процессе эксплуатации и на стадии разработки.

Решение данной проблемы возможно за счёт использования новой концепции в разработке АСК. А именно необходимо придти к модульному типу построения АСК, этого можно достичь за счёт использования единого протокола информационного обмена и построения стандартных типов разъёмов необходимых при подключении модулей.

Пользуясь опытом в разработке АСК необходимо также учесть преемственность, чтобы новая АСК не потеряла актуальности в использовании. На основе этого в работе рассматривается разработка протокола обмена между блоками, где внутри каждого блока модули являются единым целым и обмен осуществляется по единому каналу, что позволяет не привязываться к конкретному местоположению модуля внутри блока и также появляется возможность реализации режима монитора при котором есть мониторинг и запись всех транзакций по каналу, без вмешательства во взаимодействие контроллера и оконечных

устройств. Что в свою очередь позволяет точечно определять ошибки при передаче на этапе отладки АСК.

По итогу данный подход позволяет упростить разработку новых АСК в зависимости от требований заказчика, также модульный тип значительно удешевляет разработку новых АСК и приводит к уменьшению габаритов, за счёт взаимодействия блоков на едином протоколе, повышается надёжность работы и быстрота отладки новых комплексов за счёт режима мониторинга.

Распознавание именованных сущностей и определение тональности их отношений

Сладков Р.И., Козловский А.М.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Лемтюжникова Д.В.
МАИ, Москва

Задача выделения именованных сущностей (Named-Entity Recognition, NER) и задача анализа тональности (sentiment analysis, SA) являются одними из самых популярных направлений развития обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Целью исследования является разработка программного обеспечения на основе машинного обучения и нейронных сетей, способного автоматически извлекать из текстов именованные сущности и выделять между ними эмоциональные связи. Данная технология может найти применение в построении семантических деревьев различных текстов и тональном анализе диалогов устной речи.

Взаимодействия сущностей разделены на 4 группы: физические, вербальные, невербальные (мимика, жесты), мысленное (выражается только во внутренней речи). В отличие от большинства исследований, где тональность делиться на положительную, отрицательную и нейтральную, в данной работе она разбита на восемь основных эмоций согласно теории Келлермана-Плутчика: настороженность, восторг, восхищение, ужас, изумление, горе, отвращение и гнев. Данный подход позволил более детально анализировать тексты и отдельные предложения.

Работа состоит из четырёх этапов. На первом этапе производится предобработка текста и расширенное разрешение кореференции с учётом синонимии именованных сущностей. На втором этапе происходит непосредственное выделение именованных сущностей и построение соответствующего словаря. На третьем этапе определяется наличие взаимодействия между сущностями. На последнем этапе определяется характеристика и тональность взаимодействия между сущностями.

Дальнейшим развитием данной работы может служить использование методов разметки взаимодействия сущностей, таких как деловое общение, конфликтология, распознавание сарказма, социального взаимодействия, разделения общества на сферы и так далее. А так же применение различных источников информации и пополнение данных для обучения с помощью краудсорсинговых проектов.

Моделирование учебно-исследовательского стенда изучения несанкционированной активности сегмента сети

Сокольчук Л.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рощин А.Б.
МАИ, Москва

В последние годы по всему миру наблюдается интенсивный рост и разнообразие количества киберугроз и сетевых атак на информационные системы, в том числе на сети предприятий аэрокосмической отрасли. В качестве одного из примеров: компания ESET, международный эксперт в области информационной безопасности, обнаружила преступную кампанию кибершпионов под названием In(ter)ception, использующих вредоносное программное обеспечение Inception.dll для злоупотребления предустановленным ПО ОС

Windows и дальнейшей компрометации учетных записей. Целью стали предприятия аэрокосмического сектора и военные учреждения в Европе и на Ближнем Востоке. [1]

Опираясь на исследования компании PositiveTechnologies, опубликованных в источнике [2], с 2018 года наблюдается выраженная тенденция к использованию сложных и многоэтапных техник, включающих взлом инфраструктур, заражение ресурсов или комбинацию нескольких методов в рамках одной атаки.

Для мониторинга, анализа и противодействия подобным атакам используются дифференцированные средства обнаружения и/или предотвращения несанкционированной активности. На основании данных, получаемых в результате исследований специалистами составляются комплексы мер защиты от деструктивного влияния программного обеспечения злоумышленников.

Однако в связи с ограниченным ресурсом на выполнение нецелевых задач информационной безопасности, отсутствием возможности остановки бизнес-процессов для формирования защищенного периметра, высокой стоимостью индивидуальных решений для защиты инфраструктур и прочими организационно-техническими мерами эксплуатируются комплексы из источников открытого доступа, соответствующие некоторому шаблону. Как правило, такой шаблон может быть эффективной мерой, но для иных целей, задач, материально-технической базы и других критериев и не учитывает особенности локальной структуры и специфичную архитектуру сети. Дополнительным осложняющим фактором могут быть атаки, вводящие в заблуждение специалистов информационной безопасности и используемые для отвлечения внимания от целевой активности злоумышленника.

Такой подход подвергает информационную систему опасности эксплуатации нетипичных уязвимостей, понижает отказоустойчивость по причине использования решений без их тестирования на отдельном сегменте сети и не позволяет эффективно определять характер воздействия на информационную систему и противодействовать дальнейшим намерениям злоумышленника.

По рекомендациям специалистов по информационной безопасности компании PositiveTechnologies из источника [3] для эффективного противодействия необходимо исследовать то, что не детектируется средствами информационной безопасности на первых стадиях атаки. Стадия разведки может быть пропущена либо потому что атакующим выступает внутренний злоумышленник, либо потому что атакующий пользуется брешью в инфраструктуре, о которой не было известно ранее [4]. Поэтому следует не только защищать сетевой периметр, но и проводить регулярный ретроспективный анализ сети с целью выявления уже случившегося проникновения [3]. Подобные меры дают возможность восстановить всю цепочку действий злоумышленника и обнаруживать его дальнейшее передвижение.

В работе исследуется разработанная методика проектирования распределенной сетевой инфраструктуры с использованием в качестве дополнительной меры обеспечения отказоустойчивости отдельного тестового сегмента сети с целью аудита и активного мониторинга несанкционированной активности средствами технологии ложных целей (honeypot и deception) на всех этапах жизненного цикла инцидента.

Эффективность применения этой методики имеет практическое значение в локальных сегментах сетей, в том числе предприятий аэрокосмического сектора, и тестируется на базе лаборатории кафедры 402 МАИ. На основании полученных результатов становится возможным приоритизировать проблемы и правильно распределить ресурсы с применением существующего сетевого оборудования.

Список использованных источников:

1. Dominik Breitenbacher, Kaspars Osis Operation in(ter)ception: targeted attacks against european aerospace and military companies // ESET Research white papers. 2020. С.2-5.

2. Килюшева Е. Актуальные киберугрозы: тренды и прогнозы // PositiveResearch2019. 2019. С.23-25;

3. Килюшева Е. Анализируем защищенность корпоративных IT-систем. Рекомендации по защите // PositiveResearch 2019. 2019.С. 47;

4. Подмоков Е., Тюрин А.Обнаружение инструментов атак на Windows-инфраструктуру // PositiveResearch2019. 2019. С.231.

Анализ возможностей комбинирования парадигм программирования при разработке программного обеспечения

Тележенко М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.
МАИ, Москва

Современные языки программирование высокого уровня являются мультипарадигмальными, т.к. сочетают в себе возможности использования различных парадигм программирования при их применении.

Императивная парадигма гласит, что используются утверждения, которые изменяют состояние программы. Программа строится из подпрограмм или функций. Подход сфокусирован на том, как программа должна достичь результата.

Декларативная парадигма гласит, что программа должна выражать логику вычисления без описания порядка выполнения. Программа рассматривается с применением теории формальных исчислений. Описываемые функции должны соответствовать определению чистых функций. Подход сфокусирован на том, что должно быть достигнуто по завершению.

Программирование, в своём роде, никогда не сможет быть до конца декларативным. Оно будет является таковым, до момента практической реализации программы на ЭВМ. На практике, на самом базовом уровне нам в любом случае придется столкнуться с императивным стилем, т.к. процессор ЭВМ строго ограничен в выполняемых командах.

Был рассмотрен язык программирования C++ и его стандартная библиотека функций в редакции стандарта C++20. Стандартная библиотека шаблонов которой, имеет широкий набор вспомогательных функций, что сильно помогают в реализации задуманного. Декларативная составляющая позволяет удобно производить параллельные вычисления, что является актуальным в современным мире, в связи с распространением многоядерных вычислительных устройств и распределенных облачных вычислений. Императивная составляющая представляется в виде «изолированных блоков», которые могут быть представлены объектами, модулями и т.д., поведение которых зависит только от внутреннего состояния объекта, чему помогает объектно-ориентированная парадигма программирования.

Может показаться, что применение такого подхода усложняет разработку и увеличивает время на написание кода, но выгода в производительности от применения такого подхода перевешивает «затраты» на сложность.

Двойное индексирование данных

Терехин Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ухов П.А.
МАИ, Москва

При работе с данными иногда приходится рассчитывать статистику прошлых лет. Например, посчитать затраты на электроэнергию за последние несколько лет. Но не стоит забывать, что тариф на электроэнергию меняется 2-3 раза каждые 5 лет. Создавать в таблице с фактической потребляемой электроэнергией дополнительную колонку с тарифом – пустая трата ресурсов, ведь значения в этой колонке меняются всего 15-20 раз за всю историю таблицы. Тогда вопрос – как объединить большой массив данных (таблица с фактическим потреблением) с небольшим справочником, при том, что у первой таблицы могут быть миллиарды записей, если данные хранятся в разрезе часа.

Проведенный эксперимент (БД Oracle) показал, что при наличии 5 млрд. записей в основной таблице, расчет суммарных показателей за каждый год занимает 22 мин. 18 сек. (при условии, что никаких других запросов в этот момент не выполнялось). Для ускорения процесса можно проиндексировать таблицу. Так как тариф меняется в разрезе года, необходимо индексировать по полю со значением года (или даты).

Проиндексировав таблицу и запустив расчет повторно, время работы запроса стало 6 мин. 37 сек. (условие, что никаких других запросов не выполнялось, сохранено). Скорость

работы запроса уменьшилась более, чем в 3 раза. Но данный запрос был выполнен, при условии, что никаких других запросов в базу не было. А если основная таблица увеличится в несколько раз? А если при работе с данными произойдет потеря данных?

Попробуем добавить еще один из методов оптимизации запросов – партицирование. Метод партиций – разбивка основной таблицы на несколько таблиц на уровне хранения данных по определенному разработчиком условию. То есть таблица одна, но при этом лежит в разных секторах базы. Выполним запросы, создающие партиции с условием, что в один сектор попадают только те значения, в которых тариф не меняется. Теперь выполним запрос по сбору статистики. Время работы запроса – 1 мин. 13 сек. Выполнение запроса уменьшилось почти в 6 раз, а от первоначального, в 21. Такая эффективность получилась из-за того, что БД проверяет на все индексы в таблице, а проверяет «индекс индексов».

Проблема партицирования в одном – необходимо постоянно прописывать код с условием, по которому необходимо делить таблицу. А в этом случае можно просто забыть выполнить такую процедуру, ведь она бывает крайне редко. Для работы с таблицей тарифов на электроэнергию нам нужно разделить таблицу с фактическими данными на сектора, которые по годам совпадают с годами изменения тарифов. Был реализован триггер, срабатывающий при добавлении новой строки в таблицу с тарифами. Суть триггера – получить информацию, в каком году произойдет изменение, и выполнить команду создания новой партиции для таблицы с данными по электроэнергии. Благодаря триггеру, можно забыть об этой операции. Единственное условие – партицирование по условию должно сработать до того, как появятся данные по этому условию, во избежание потери данных.

Исследование влияния параметров тиристорного преобразователя системы управления электродвигателем постоянного тока с нечетким многокритериальным модулем

Тимофеев А.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре

Сегодня системы, реализованные на базе нечеткой логики, находят своё применение в большом количестве сфер деятельности человека, а области их интеграции расширяются.

Такие системы используются при управлении бизнес - процессами, сложными технологическими процессами, при создании различных приборов, в системах принятия решений.

В ходе моделирования классический регулятор заменяется нечетким модулем, на который накладывается ряд дополнительных требований и правил. Модель интеллектуальной системы с использованием технологии многокаскадного нечеткого управления позволяет реализовать существенно более сложные вариации законов и процедур регулирования применительно к системам электроприводов постоянного тока, решать многокритериальные задачи по управлению.

Наличие в системе нечеткого модуля состоящего из переключающего устройства, управляющего внутренним контуром, позволяет сочетать свойства различно настроенных регуляторов.

В работе рассмотрен пример интеграции свойств модульного и симметричного оптимумов в нечеткий модуль управления.

Анализируя результаты моделирования, можно отметить, что система с нечетким модулем совмещает свойства, а именно: быстродействие модульного и астатизм симметричного оптимумов.

Для дальнейшего исследования будут проанализированы результаты моделирования системы при вариации значения коэффициента тиристорного преобразователя.

По полученным результатам моделирования была составлена гистограмма зависимости времени переходного процесса от величины коэффициента тиристорного преобразователя двигателя постоянного тока.

Резюмируя итоги моделирования нужно сказать, что данные результаты отражают лишь особенность функционирования полученного нечеткого модуля, а благодаря вариации настроек переключающего устройства, возможно, добиваться требуемых показателей регулирования, другими словами, вести гибкую настройку системы управления.

В данной работе был реализован многокритериальный нечеткий модуль управления двигателем постоянного тока позволяющий интеллектуально совместить работу двух регуляторов, имеющих различную настройку оптимумов. Проведены исследования полученных результатов моделирования при вариации параметра коэффициента тиристорного преобразователя.

В целом интеллектуальные подходы, заложенные в многокаскадную структуру регулятора, позволяют гибко перестраивать законы управления, решать многокритериальные задачи по управлению сложных технологических объектов. Результаты моделирования наглядно отображают правомерность применения нечеткого модуля для управления объектом в условиях многокритериальности.

Автоматическая оценка состояния тела животных (BSC) на фермах на основе технологии распознавания изображений

Тишин Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Ляпина С.Ю.
МАИ, Москва

Оценка состояния тела (BCS) относится к относительному количеству подкожного жира у коров. Для оценки BCS используют 5-балльную шкалу с шагом 0,25 балла: от 1,00 (истощение) до 5,00 (ожирение) [2,3]. BCS оценивается по внешнему виду тканевого покрова, а также формам костных выступов в области спины и таза. BCS – важный показатель, на основе которого принимаются решения о рационе питания, здоровье и потенциале продуктивности [1]. Однако в настоящее время оценка BCS, представляет собой трудоемкий процесс, осуществляющийся специалистами на основе визуальных осмотров и использования измерительных приборов. Результат оценки во многом зависит от квалификации и добросовестности специалиста, что приводит к тому, что разные специалисты в один момент времени могут давать разные оценки, что негативно сказывается на качестве приготовления кормов, надоях и других показателях продуктивности животным. Например, в работе Д.Д. Фергюсона [2] приводится следующая статистика: наблюдатели соглашались в 58,1% случаев с модальным BCS для 4 коров, при этом оценки отклонялись от средней на 0,25 и 0,50 единицы, или на 32,6% и 6,8% соответственно. Таким образом, изменения BCS на 0,25 могут быть не обнаружены. Прогресс в развитии технологий и расширение их доступности как по цене, так и по областям применения, становится в настоящее время одним из ключевых факторов автоматизации и цифровизации животноводства. Одним из направлений применения технологий машинного обучения и распознавания образов в животноводстве стали технологии автоматизации оценивания показателя BCS [5-7]. Анализ литературы [5-6] в данной области показал, что на данный момент не существует системы оценки BCS, которая обеспечивает выполнение следующих требований и условий: использует изображения как единственный источник информации, рассчитана на применение недорогих программно-аппаратные средств, производит оценку в режиме реального времени, автоматически обрабатывает данные объективно и максимально точно.

Оценка в реальном времени не проблема для небольшой фермы, однако проблема возникает при выращивании скота в больших комплексах, где работники осматривают животных с большими интервалами времени. Также важно, чтобы система позволяла получать точные оценки за счет дешевых средств видеофиксации, что позволяет повысить привлекательность технологии. Выполненный цикл НИОКР позволил создать работающий прототип системы и провести его экспериментальную апробацию для проверки работоспособности подхода. Результат НИОКР представляет собой систему, объединяющую

программные и аппаратные компоненты, что позволяет полностью автоматизировать процесс оценки BCS и перейти к управлению по отклонениям в процессе ухода за коровами на крупных животноводческих комплексах. В состав аппаратной части входят: (1) устройство видеофиксации, (2) постоянно закрепленный на шее коровы транспондер для идентификации животного, (3) средства обеспечения передачи данных от периферийных устройств на базе интернета вещей, (4) процессинговый центр обработки и хранения данных. Программная часть системы реализована на основе фреймворков машинного обучения, используемых для распознавания образов. Для реализации поставленной задачи была выбрана CNN – специализированная нейронная сеть с определенной архитектурой, включающей последовательность трех типов слоев: сверточного, объединенного и полносвязного [10-11]. CNN обладает преимуществом, состоящим в обнаружении значимых признаков и свойств через машинное обучение, что снижает потребность в привлечении экспертов и расчетах, качество которых зависит от компетенций экспертов.Технологии на базе CNN как одном из методов глубокого обучения ранее применялись в различных областях промышленного производства, тогда как в сельском хозяйстве внедрение этих технологий началось недавно, что определяет новизну выполненной разработки.

Список использованных источников:

1. Heinrichs, A., 2017. Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management. Penn State College of Agricultural Sciences.

2. Ferguson, J. Body condition assessment using digital images. J. Dairy Sci. 2006.

3. Ferguson, J.D. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.J. Dairy Sci. 1994.

4. Shelley, A.N., 2016. Incorporating Machine Vision in Precision Dairy Farming Technologies. University of Kentucky

5. Fischer, A., 2015. Rear shape in 3 dimensions summarized by principal component analysis is a good predictor of body condition score in holstein dairy cows.

6. Spoliansky, R. 2016. Development of automatic body condition scoring using a low-cost 3-dimensional kinect camera..

7. Bercovich, A. Development of an automatic cow body condition scoring using body shape signature and Fourier descriptors. J. Dairy Sci. 2013.

8. Halachmi, I. Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging. Comput. Electron. Agric. 2013.

9. Deng, L. Deep learning: Methods and applications. Found. Trends R Signal Process 2014.

10. Hijazi, S. Using CNNs for Image Recognition, 2015.

Разработка системы распознавания и редактирования объектов на изображении на основе нейронных сетей

Уварова А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чебатко М.И.

МАИ, Москва

В течение всей истории человек накапливал и охранял ценные объекты культуры как следы нашей общей памяти. Однако история содержит много трагичных, а порой и кощунственных страниц: войны, катастрофы, революции, природные катаклизмы — все это наносило вред памятникам. В результате чего многие из них были безвозвратно утеряны или серьезно повреждены.

Целью данной работы является создание системы, которая будет распознавать частично разрушенные памятники и воссоздавать их первозданный вид.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ методов распознавания и обработки объекта на изображений;
2. Анализ методов построения объекта на изображении;
3. Разработка системы для распознавания и редактирования объекта на изображении.

В ходе анализа было принято решение использовать нейронные сети (НС), так как задача плохо формализуема и требует аналитических вычислений подобно тем, что делает человеческий мозг.

Нейронная сеть была написана на распространенном языке программирования Python с использованием библиотеки Keras, работающей поверх открытой программной библиотеки для машинного обучения TensorFlow. При обучении глубокой сверточной нейросети был использован тензорный процессор от компании Google, что позволило ускорить разработку и провести ряд экспериментов позволяющих выбрать лучшую архитектуру для работы сверточной сети и произвести ее "тонкую настройку" (Fine Tuning).

Список использованных источников:

1. Воронцов К. В. Курс лекций по машинному обучению—2015

2. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект.—М,2005

3. Галушкин А.И. «Нейрокомпьютеры и их применение» — Москва, 2000 — 528с.

4. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. «Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей» — Санкт-Петербург,2018

5. Хайкин С. Нейронные сети.—М. СПб,2006.

Мониторинг пассажиропотока в аэропортах с использованием компьютерного зрения

Усенко Д.Е., Рысистов А.В., Акимов В.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.

МАИ, Москва

Системы компьютерного зрения все шире используются для решения повседневных задач в самых различных сферах, начиная от промышленности, заканчивая медициной. Алгоритмы распознавания образов позволяют идентифицировать объекты, определять их тип, предоставляют необходимую качественную и количественную информацию. В авиационной сфере существует большое количество задач, которые могут быть решены подобными алгоритмами.

Данная работа посвящена проектированию системы мониторинга пассажиров в аэропортах с целью обеспечения социальной дистанции в существующей и возможных будущих пандемиях.

Для осуществления работы системы мониторинга необходимо наличие камер видеонаблюдения с непрерывной трансляцией видеопотока из каждого общедоступного помещения в аэропорте и наличие компьютера, на котором система будет осуществлять свою работу, она должна подсчитывать количество людей с каждого видеопотока и составлять тепловую карту аэропорта плотности скопления людей.

Вся работа системы сводится к трем этапам: определение области на видео, где могут находиться люди, анализ видео и запись в специализированное хранилище количества людей через заданный интервал времени на выделенной области, составление тепловой карты плотности скопления людей. Необходимо также учитывать то, что точность подсчета будет связана с качеством передаваемого изображения с видеокамер.

Реализовать систему возможно на языке программирования высокого уровня Python. В инструментарии этого языка имеется библиотека OpenCV – библиотека с открытым исходным кодом компьютерного зрения, которая предназначена для анализа, классификации и обработки изображений и видеопотока

Получая результаты системы анализа видеопотока и составленной тепловой карты, возможно в реальном времени регулирование работы определенных зон аэропорта, открытие и закрытие проходов, распределение пассажиропотока по всему аэропорту для обеспечения социальной дистанции. При отсутствии пандемии система поможет аэропорту грамотно организовывать свою работу за счёт снижения плотности людей в определенных зонах и исключит длинные очереди, повысит его комфортабельность и безопасность.

Разработка программного модуля для анализа и изучения сплайновых кривых

Ушаков В.А.
ГУАП, Санкт-Петербург

Анализ состояния исследований показал, что кубические кривые [1-2] очень популярны. Сплайны [3-5] используются в задачах цифровой обработки сигналов [6], в геофизических наблюдениях [7], для рисования плавных изгибов, в CSS-анимации и много где еще. Например, в графическом редакторе CorelDRAW [8] кривые Безье являются основой для создания всех типов линий. Следовательно их изучение в ВУЗе является актуальной задачей.

Сплайновая кривая Catmull-Rom [9-10] является интерполяционной, поэтому она проходит через каждую из базовых (опорных) точек. Однако при построении составной сплайновой кривой каждый сегмент рассчитывается на участке между парой внутренних точек очередной четверки из набора базовых точек.

При построении кривой Безье [9-10] используют подход, заключающийся в формировании составной кривой из отдельных частей (сегментов). Для этого разбивают точки на группы по 4 штуки, строят для каждой из них кривую Безье и соединяют полученные сегменты в одну кривую.

Разработан программный модуль, позволяющий выполнять построение интерполяционной кривой Catmull-Rom и сплайновой кривой Безье для гармонических колебаний (синусоида и косинусоида) с возможностью варьировать амплитуду, сдвиг и фазу и для полинома n-ой степени. В программном модуле есть возможность отображения опорных точек и графиков в различных конфигурациях. В качестве программного обеспечения, в рамках которого выполняется разработка, выбран Mathworks Matlab.

Программный модуль позволяет выполнять анализ и изучение студентами гармонических колебаний и интерполяционного полинома n-ой степени. Также студенты могут наглядно изучить интерполяцию и аппроксимацию.

Разработан программный модуль, который осуществляет построение сплайновых кривых Catmull-Rom и Безье. Данный модуль позволяет выполнить анализ и визуально продемонстрировать работу со сплайновыми кривыми. В дальнейшем планируется добавить поддержку других тригонометрических функций в качестве исходных графиков, а также возможность построения Б-сплайна.

Список использованных источников:

1. Половко А.М., Бутусов П.Н. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 320 с.
2. Шикин Е.В., Плис Л.И. Кривые и поверхности на экране компьютера. Руководство по сплайнам для пользователей. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1996. – 286 с.
3. Построение сплайнов с использованием библиотеки OpenGL: учебное пособие / А.Г. Задорожный, Д.С. Киселев.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. – 88 с.
4. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.
5. http://www.graph.unn.ru/rus/materials/CG/CG05_Splines.pdf
6. Шелевицкий И.В. Интерполяционные сплайны в задачах цифровой обработки сигналов // Методы. Алгоритмы. Программы. 2003. № 4(4). С. 42-53. URL: http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/0564/44/1/Interp_Spline_DSP_Shelev.pdf.
7. Костинский А.С. О принципах сплайн-экстраполяции // Таврический вестник информатики и математики. 2015. № 4(29). С. 32-51.
8. https://corel.demiart.ru/book12/Glava_03/Index09.htm
9. Поляков А.Ю., Брусенцев В.А. Методы компьютерной графики в примерах на Visual C++, 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 560с.
10. http://optic.cs.nstu.ru/files/CC/CompGraph/L5_%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%91%D0%B5%D0%B7%D1%8C%D0%B5.pdf

Разработка общей процедуры мониторинга для формирования технологических трендов

Факеев Д.М.
Научный руководитель — Анферова М.С.
МАИ, Москва

В связи с переходом к 6 технологическому укладу и индустрии 4.0, ускорения и сокращения продолжительности инновационного цикла встает задача проведения непрерывного глобального мониторинга научно-технологических направлений и тенденций развития.

Мониторинг представляет собой совокупность процессов и способов систематического сбора, обработки, кластеризации и анализа информации.

Под процедурой мониторинга подразумевается совершение трех операций:

• Проведение тематического поиска в сети интернет;

• Структуризация в соответствии с информационными объектами;

• Построение структуры анализа проекта и привязка информационных объектов к элементам структуры.

Для проведения тематического поиска необходимо исследовать макро- и микросреду выбранной предметной области. Макросреда - Федеральные исследовательские агентства, университеты и лаборатории. Микросреда - конкурентные и отечественные компании. Проводится анализ элементов на предмет технологий, продуктов сбыта и реализации технических решений.

Анализ неструктурированной информации крайне сложен и требует использования специальных информационно-аналитических систем. Данные мониторинга записываются в навигационную Базу Данных, которая обеспечивает следующие функции:

• Добавление и удаление данных, согласно текущим технологическим тенденциям развития;

• Формирование структурированной базы данных, удобной для просмотра информации;

• Поиск интересующей информации с использованием удобных сервисов навигации.

Целью анализа полученной информации является формирование трендов – актуальных технологических решений, благодаря которым можно определить актуальные, прорывные и активно развивающееся направления технологического развития, способные существенно повлиять на будущее экономики и общества.

В качестве недостатков данной системы можно выделить:

• Необходимость проведения детального исследования, занимающего большое количество времени и ручного труда;

• Необходимость проверки информации человеком на технологические ошибки машинных систем.

Развитие автоматизированных информационно-аналитических систем мониторинга существенно повысит конкурентоспособность, увеличит эффективность работы и ускорит создание новых продуктов.

Задача разработки программного обеспечения для доплеровского измерителя скорости и дальности

Фомин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Машкин М.Н.
МАИ, Москва

Общая постановка рассматриваемой задачи формулируется следующим образом: требуется провести исследование работы программного обеспечения на модели доплеровского измерителя скорости и дальности (ДИСД).

Основная цель исследования – написать программное обеспечение регистратора данных с выхода цифрового модуля устройства цифровой обработки сигналов космического ДИСД.

Нахождение решения задачи разработки программного обеспечения для доплеровского измерителя скорости и дальности осуществлено в три этапа. На первом этапе разработано программного обеспечения для решения задачи. На втором этапе выполнено моделирование ДИСД. На третьем этапе проведено исследование полученной модели, которое решает поставленную задачу.

Выполнение второго этапа решения задачи во многом зависит от результата решения задачи на первом этапе, т.е. полученного программного обеспечения, которое доработано на основании результатов моделирования.

Эффективность и быстродействие ДИСД исследованы на третьем этапе, как модельного эксперимента.

Наиболее известными методами обработки и моделирования цифровых сигналов являются следующие: метод Уолша, метод Хаара, метод Хартли и метод Фурье.

В работе выполнен обзор литературы о методах обработки цифровых сигналов, рассмотрены: подходы к решению, достоинства и недостатки каждого из них; получены результаты исследования ДИСД на модели.

Список использованных источников:

1. Аким Э.Л. Баллистика, навигация и управление движением космического аппарата на этапе его посадки на поверхность Фобоса/Архангельский Р.Н., Зайко Ю.К., ЛавреновС.М., Порошин А.Л., Рузский Е.Г., Степаньянц В.А., Тучин А.Г., Тучин Д.А., Федотов В.П., Ярошевский В.С. // Космич. иссл. — 2009. — Т. 47. — №4. — С. 332-342.

2. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования/ Под ред. В.С. Вербы. − М.: Радиотехника. 2010. – 680 с.

3. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. М.:Радиотехника. 2004г., 320с.

4. Волков Л.Н., Немировский М.С. «Системы цифровой радиосвязи, методы и характеристики».

Программный комплекс для исследование моделей VPN-сети

Чалова В.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Машкин М.Н.

МАИ, Москва

В современном мире новейших технологий сетевые инженеры нередко сталкиваются с проблемами в своей сфере деятельности. Развитие данной ветви способствует появлению новых услуг и сервисов, которые приводят к увеличению объёмов информации, безопасности их передачи, что повышает требования к реализации и внедрению VPN. Еще на этапе разработки и внедрения необходимо получение эксплуатационных и испытательных характеристик виртуальных частных сетей для анализа этих сетей и вынесения итогов — соответствуют ли разрабатываемые виртуальные сети требованиям производительности, безопасности, отказоустойчивости, надёжности и эффективности.

Чтобы получить доступ к данным удаленной сети VPN - клиент через публичную сеть Интернет устанавливает соединение с VPN – сервером. При этом для подключения к корпоративной локальной сети одновременно нескольких удаленных пользователей VPN – серверу достаточно одного подключения к Интернет.

Когда возникает такая ситуация, где у предприятия имеется два или более удаленных друг от друга офисов возникает необходимость создания связи между ними посредством локальных сетей. Одним из популярных и оптимальных методом решения данной проблемы является создание виртуальной частной сети (Virtual Private Network - VPN). В этом случае подключенные к Интернет серверы каждой из сетей будут выполнять функции маршрутизаторов, инициирующих и принимающих VPN – соединения, а пользователи одной сети, обладающие соответствующими правами, получат возможность доступа к ресурсам другой.

Разработан программный комплекс для исследования моделей различных конфигураций сетей VPN при проектировании VPN–сети предприятия.

Программный комплекс: позволяет измерить различные характеристики сети, такие как: стабильность, отказоустойчивость, пропускная способность, задержка; обеспечивает возможность выбора проекта сети VPN из множества возможных вариантов без использования дорогостоящего оборудования; может быть полностью запущен на одном вычислительном сервере и способен воспроизводить схемы любой сложности, что сокращает затрачиваемое время на проектирование.

Для задания конфигурации используется язык описания конфигурации системы Yaml. Для реализации модуля сбора и отображения работы программного комплекса используется язык программирования Python, а также программный продукт Jupyter.

Список использованных источников:

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы – Издательство Питер, 2017 г.

2. Программные средства защиты информации [Электронный ресурс]. URL: https://studfile.net/preview/3675949/page:19/, свободный (дата обращения: 28.03.2020).

3. Скабцов Н. Аудит безопасности информационных систем – Издательство – Питер, 2018 г.

4. Аудит безопасности компьютерных сетей: уровни, цели и показатели [электронный ресурс]. - URL: https://studfile.net/preview/3675949/page:20/, свободный (дата обращения: 14.04.2020).

5. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети – Издательство Питер, 2012 г.

Применение методов машинного обучения для выявления аномалий в операциях с банковскими картами

Чернова В.В.

Научный руководитель — доцент, Виноградов В.И.

МАИ, Москва

Решение задачи выявления мошенничества с кредитными картами на сегодняшний день является актуальной. Обычно при решении задачи обнаружения такого мошенничества применяют следующие типы методов: простые статистические методы, при которых фильтр нижних частот позволяет выявлять аномалии в простых случаях использования и подходы на основе машинного обучения, включая обнаружение аномалий на основе плотности, обнаружение аномалий с использованием методов кластеризации, а также алгоритм обнаружения аномалий в изолированном лесу и алгоритм обнаружения аномалий методом опорных векторов.

В интеллектуальном анализе данных обнаружение аномалий (или обнаружение выбросов) — это процедура идентификации редких элементов, событий или наблюдений, вызывающих подозрения, поскольку они значительно отличаются от большинства данных. Аномалии можно разделить на следующие общие категории: точечные, контекстные и коллективные.

В точечных аномалиях один экземпляр данных является аномальным, если он слишком далек от остальных. В контекстных аномалиях все зависит от контекста. Этот тип аномалии часто встречается в данных временных рядов. Коллективные аномалии представляют собой набор экземпляров данных, которые помогают выявлять аномалии в совокупности. Пример использования в бизнесе: кто-то неожиданно пытается скопировать данные с удаленного компьютера на локальный хост, что может быть отмечено как потенциальная кибератака.

Задача обнаружения мошенничества с кредитными картами включает сбор сведений о прошлых транзакциях по кредитным картам с проставленными признаками мошеннических транзакций, предобработка набора данных и затем построение и оценка модели выявления мошеннических транзакций. Далее эта модель используется для определения того, является ли новая транзакция мошеннической.

Программное решение поставленной задачи выполняется в среде Iphyton notebook. Методы, используемые для решения поставленной задачи: алгоритм обнаружения аномалий в изолированном лесу, алгоритм обнаружения аномалий на основе плотности с использованием локального уровня выброса и метод опорных векторов.

Процедурная генерация текстур, используемых в реализациях метода физически корректного рендеринга

Шапорин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Машкин М.Н.
МАИ, Москва

При создании компьютерных визуализаций для приборных панелей летательных аппаратов отнюдь не последней задачей становится обеспечение должного уровня понимания их человеком. Чем более реалистично выглядит картинка на экране монитора, тем меньше времени пилот затратит на попытки понять, что же изображено, и тем лучше он сможет сосредоточиться на выполнении целевой задачи.

Подход физически корректного рендеринга (англ. Physically Based Rendering, в дальнейшем - PBR) в компьютерной графике позволяет отображать объекты более достоверно, моделируя свойства поверхностей, такие как их цвет, отражающая способность, «металличность», прозрачность и прочие. PBR позволяет добиться достаточного уровня «читаемости» изображения, при этом используемые в реализациях этого подхода правдоподобные и быстрые аппроксимации уравнения рендеринга позволяют добиться значительных скоростей отрисовки изображения, что позволяет использовать его в ситуациях, когда необходимо обеспечить интерактивность.

Однако перед тем, как использовать этот метод, вышеописанные свойства поверхностей необходимо каким-то образом установить и описать в понятном для компьютера формате. Для этого существует несколько методов: 1. Фотограмметрия – метод, базирующийся на проведении фотосъемки реальных объектов с целью определения их рельефов и вышеописанных свойств поверхности, а также последующей цифровой обработки полученных изображений для получения отдельных карт (текстур), описывающих эти свойства. Метод достаточно трудозатратен и зачастую подразумевает работу нескольких людей на протяжении десятков часов. 2. Процедурная генерация – метод, основанный на алгоритмическом создании узоров или использовании генератора псевдослучайных чисел компьютера для создания процедурного «шума» (генераторы), изменение параметров и комбинация которых, в купе с последующей обработкой, позволяет получить правдоподобные результаты. При этом процесс комбинации и обработки таких генераторов может осуществляться одним человеком с применением интуитивно понятных программных средств в достаточно короткие сроки.

В работе произведён обзор методов процедурной генерации случайных шумов и узоров, а также их обработки, используемых во втором методе, а также приведены результаты демонстрации разработанного автором программного комплекса, который позволяет применять его в инженерной практике при разработке программных комплексов визуализации систем управления летательными аппаратами.

Список использованных источников:

1. Ken Perlin. Making Noise. noisemachine.com. Архивировано 3 марта 2016 года. Дата обращения: 22 февраля 2021; https://web.archive.org/web/20160303232627/http://www.noisemachine.com/talk1/

2. Nico Pietroni, Paolo Cignoni, Miguel A. Otaduy, Roberto Scopigno: Solid-Texture Synthesis: A Survey, IEEE Computer Graphics and Applications, Volume 30, Number 4, page 74-89 - July/August 2010

3. Ares Lagae, Sylvain Lefebvre, Rob Cook, Tony Derose, George Drettakis, et al.. A Survey of Procedural Noise Functions. Computer Graphics Forum, Wiley, 2010, 29 (8), pp.2579-2600.

4. Physically Based Rendering: From Theory to Implementation; Matt Pharr.et al, Morgan Kaufmann 2016c

5. Texturing and Modeling; A procedural Approach, Third Edition; Ebert D.et al, Morgan Kaufmann 2002c

Рациональное логирование сервисов в микросервисной архитектуре

Шибин В.Г.

МАИ, Москва

Микросервисная архитектура — это подход, при котором единое приложение строится как набор небольших сервисов, каждый из которых работает в собственном процессе и коммуницирует с остальными, используя легковесные механизмы, например HTTP.

Эти сервисы являются частью уникальной системы и идея использования такого архитектурного подхода состоит в том, чтобы разделить большую систему на более мелкие составные части.

Данная архитектура предлагает множество преимуществ, таких как возможность использовать различные технологические стеки, решать небольшие проблемы по очереди и развертывать части системы независимо с использованием полностью автоматизированной среды.

Но использование микросервисов помимо плюсов порождает дополнительные проблемы, поскольку они сложны не только в том, как они взаимодействуют между собой, но и в том, как ими управлять и следить за ними. Они становятся еще более сложными, когда одна или несколько служб выходят из строя.

Очевидно, что при использовании такого подхода к разработке ПО возникает проблема, связанная с логированием отдельных сервисов и системы в целом. Так несколько команд в рамках одного проекта, занятые разработкой разных микросервисов, могут использовать различающиеся методы или даже системы логирования и мониторинга для каждого индивидуального сервиса.

Примером может служить консоль, показывающая информацию об ошибках на различных уровнях работы (error/fatal) и другие технические или бизнес-метрики: количество запросов в секунду, время ответа на запрос и другие у одной команды и использование локального хранилища для всех логов у другой. Таким образом отследить извне поведение всей системой в целом становится трудной задачей и с случае, если сервис вышел из строя, поиск и исправление неисправности занимает довольно много времени.

Для того, чтобы решить эту проблему, необходимо создание единой архитектуры логирования в рамках всего проекта. В качестве решения можно использовать один или несколько различных подходов к построению архитектуры логирования:

1. Использование сквозного уникального идентификатора для каждого обращения к сервисам
2. Создание единой структуры для записи логов
3. Централизованное хранение логов

Каждый из представленных выше подходов обладает своими плюсами, например подход с использованием сквозного идентификатора позволяет отследить поведение системы на каждом отдельном этапе обращения к сервисам, благодаря этому можно увидеть время затраченные на работу каждого из них и в дальнейшем оптимизировать или улучшить эти показатели более точечно. А централизованное хранения логов, например, на базе ELK (Elasticsearch, Logstash и Kibana), дает единую точку доступа ко всем записям, что упрощает анализ и выявление потенциальных неисправностей.

Также можно комбинировать и расширять представленные способы организации логирования, в зависимости от бизнес-потребностей или потребностей разработки.

Чтобы оценить эффективность применения данных подходов, можно провести анализ скорости исправления сбоев отдельных сервисов.

Таким образом, можно сделать вывод, что рассмотренные подходы к архитектуре логирования приложений подходят к использованию в больших системах и при правильной разработке и поддержке способны значительно увеличить скорость поиска и исправления неисправностей, а следовательно удешевить разработку и сопровождение.

Секция №3.3 Электроника, конструирование и технология приборостроения

Исследование источника питания на основе элементов Пельтье

Александров А.В.
Научный руководитель — Кобзев В.М.
ТУСУР, Томск

Актуальной является задача создания надежного метода получения энергии из окружающий среды для работы приборов мониторинга состояния крупного рогатого скота. Перспективным является метод преобразования энергии окружающей среды в электрическую, где за основу взят элемент Пельтье. Для применения в устройствах, не требующих длительного времени функционирования, которые должны выходить на связь или выполнять какую-то операцию однократно в течение длительных промежутков времени.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование энергоэффективности источника электропитания, основанного на эффекте Зеебека.

В настоящем исследовании преобразование тепловой энергии основано на эффекте Зеебека. Для расчета энергоффективности элемента Пельтье разработана принципиальная электрическая схема, основанная на элементе Пельтье. При охлаждении или нагреве сторон элемента Пельтье вырабатывается электрический ток, который накапливается в конденсаторе. При этом один из каналов осциллографа подключается к элементу Пельтье для измерения выходного напряжения. При помощи амперметра, включенного в цепь элемента Пельтье последовательно измеряется значение тока цепи.

Экспериментально установлено, что один элемент Пельтье при разности температур 16°C (комнатная температура равна 24°C, температура источника тепла 40°C), вырабатывает ток I, равный 16 мА и напряжение выхода Uвых, равное 110 мВ. При последовательном подключении трёх элементов Пельтье при той же разности температур, сила тока составила 20 мА при напряжении Uвых, равном 260 мВ. Также при параллельном подключении трёх элементов Пельтье при той же разности температур ток I составил 13,5 мА при Uвых, равном 65 мВ. Из эксперимента следует, что последовательное подключение элементов Пельтье позволяет достичь большей энергоэффективности, чем параллельное соединение.

Во время проведения эксперимента при разности температур 34°C (комнатная температура равна 23°C, температура источника тепла 57°C), установлено, что один элемент Пельтье вырабатывает ток I, равный 41,6 мА при напряжении выхода Uвых, равном 165,2 мВ. При последовательном подключении трёх элементов Пельтье при разности температур 34°C сила тока I составила 42,8 мА при напряжении Uвых, равном 420 мВ. Предполагается, что КПД элемента Пельтье будет составлять до 30%.

По результатам экспериментов установлено, что значение силы тока зависит только от температуры, а количество элементов Пельтье не влияет на данный показатель, тогда как значение выходного напряжения зависит как от разности температур, так и от количества элементов Пельтье.

Создание комплексной системы контроля технического состояния качественных вертолетных агрегатов на основе волоконно-оптических технологий

Аль Дарабсе А.М., Дабабне И.Э.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Маркова Е.В.
УлГТУ, Ульяновск

В настоящее время основные компоненты самолета эксплуатируются на назначенном ресурсе с заранее определенным интервалом обслуживания, обеспечивая в основном только визуальный контроль. В этом случае один и тот же ресурс присваивается всему парку машин

одного типа, что не предполагает индивидуального подхода к обслуживанию оборудования. Такой подход к эксплуатации не всегда позволяет своевременно обнаруживать предаварийные состояния самолета, связанные с появлением повреждений, в том числе в труднодоступных местах конструкций, что часто приводит к неожиданному отказу (поломке) всего блока, кроме того, в связи с растущими требованиями к безопасности полетов и обслуживанию, для разработчика и изготовителя авиационного оборудования крайне необходимо своевременно получать объективную информацию о техническом состоянии основных узлов во всем парке, чтобы сократить финансовые затраты и улучшить планирование ремонтных работ с поставкой комплектующих. Кроме того, использование для полимерных композиционных материалов (ПКМ) аналогичных методов и подходов к эксплуатации, как для металлов, невозможно в плане обеспечения требуемой безопасности из-за массового использования ПКМ в авиационных конструкциях (не менее 60% для Вертолет Ка-62, более 30% для МС-21). Этот фактор в первую очередь связан с принципиально иным характером разрушения и формирования повреждений при строительстве ПКМ. Таким образом, наиболее характерным повреждением ПКМ является внутреннее расслаивание, вызванное ударом, которое, в свою очередь, не обнаруживается при внешнем осмотре оборудования.

В совокупности для создания конкурентоспособного, безопасного авиационного оборудования необходимо иметь в составе летательного аппарата средства автоматического объективного контроля за техническим состоянием агрегатов, своевременного предупреждения пилота и оператора о возможных неисправностях и выдачи рекомендаций. для дальнейшего обслуживания оборудования. В частности, существует технология HUMS (системы мониторинга состояния здоровья и использования) для вертолетов, которая разрабатывается более20 лет, что позволяет обеспечить постоянный мониторинг технического состояния отдельных вертолетных единиц. Одним из представителей этой технологии является система T-HUMS, разработчик RSL, которая устанавливается на вертолетах типа АН-64 и СН-53 и отвечает за мониторинг работы двигателя, трансмиссии, коробок передач, балансировку и коаксиальные винты. Как правило, такие системы основаны на принципе контроля вибрации, что позволяет оценивать изменения амплитудно-частотного спектра движущихся элементов вертолетных блоков, без возможности обнаружения скрытых механических повреждений в таких конструкциях, как лопасти рулевого управления и несущего винта с их элементами крепления и элементами планера вертолета.

Для обнаружения механических повреждений в высоконадежных и сильно нагруженных конструкциях необходимы принципиально разные инструменты мониторинга для обеспечения максимального контролируемого охвата, что актуально для расширенных конструкций PCM (планера, лопастей ротора). Одним из вариантов таких инструментов контроля является метод контроля акустической эмиссии в сочетании с измерением деформаций в конструкциях. Рассматривается волоконно-оптическая технология как одна из возможных базовых технологий, на основе которой может быть создана комплексная система контроля технического состояния всех высоконадежных вертолетных единиц.

Связано это прежде всего с бурным развитием волоконно-оптической технологии, которая включает в себя разработку новых типов оптоэлектронных устройств, отличающихся своими малыми массогабаритными характеристиками. Кроме того, в настоящее время, используя оптоволоконный световод, уже можно передавать не только информационные сигналы, но и измерять различные физические величины. Это достигается за счет наличия различных физических явлений при прохождении света внутри стеклопластика, таких как дисперсия Мандельштама-Бриллюэна, Рамана и Релли, появления интерференционных картин из-за применения периодических структур с различным показателем преломления внутри волокна. Волокнистая брэгговская решетка (FBG), представляющая собой периодическую структуру внутри оптического волокна, может использоваться для измерения деформации и температуры внешнего объекта.

Исследование влияние технологических параметров процесса микродугового оксидирования на характеристики терморегулирующих покрытий, формируемых на алюминиевых сплавах

Аникин К.А., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва

Терморегулирующие покрытия (ТРП) применяются для блоков бортовой аппаратуры и узлов космических аппаратов, на поверхность которых воздействует электромагнитное излучение Солнца, включающее дальнее и ближнее ультрафиолетовое излучение, а также потоки заряженных частиц (солнечный ветер). Примерами таких изделий являются бленды, тубусы и шторки телескопов, элементы оптико-электронных приборов, аппаратуры дистанционного зондирования Земли, солнечных коллекторов, систем пассивной термической защиты космических аппаратов и др. В ракетно-космическом приборостроении России для этих целей используют, в основном, специальные эмалевые терморегулирующие покрытия серии ЭКОМ производства ОАО «Композит» [1]. В США большинство материалов для космического приборостроения в своей основе имеют «тефлон» или полиамид [2]. Однако эти покрытия имеют ряд недостатков, в частности, невысокую адгезионную прочность и значительное ухудшение функциональных свойств при длительной эксплуатации в условиях космоса. В связи с этим актуальными являются поиски новых более радиационно-стойких ТРП.

В последнее время появились публикации о применении плазменно-электролитического метода микродугового оксидирования (МДО) для получения терморегулирующих покрытий [3–5]. МДО при относительно простоте технологии позволяет формировать на сплавах Al, Ti, Mg, Zr и других вентильных металлов прочно сцепленные с металлом основы многофункциональные керамикоподобные покрытия со стабильными характеристиками. Свойства этих покрытий зависят от таких технологических параметров процесса МДО, как состав и температура электролита, электрические параметры режима и продолжительность обработки.

Для исследования влияния технологических параметров процесса МДО на термооптические свойства покрытия формировали на образцах из алюминиевого сплава АМг6 в анодно-катодном режиме при суммарной плотности тока 10 А/дм2 и равенстве анодного и катодного токов на экспериментальном оборудовании МАИ [6] и в соответствии со способом, изложенным в патенте [7].

Изменение толщины и шероховатости МДО-покрытий в значительной мере влияют на их термооптические характеристики. В результате исследований было установлено, что скорость роста оптически белых покрытий составляла ~0,7 мкм/мин, а оптически черных – ~1 мкм/мин. Толщина МДО-покрытий в основном зависела от продолжительности обработки и концентрации компонентов электролита, а увеличение температуры и плотности тока приводила к увеличению пористости, что снижало коррозионно-защитную способность покрытий. Шероховатость покрытий увеличивалась с продолжительностью МДО-обработки, увеличением концентрации компонентов электролита и его температуры.

Список использованных источников:

1. http://www.kompozit-mv.ru/
2. Spacecraft Thermal Control and Conductive Paints/Coatings* and Services Catalog//AZ Technology, January 2008
3. Борисов А.М., Кирикова К.Е., Суминов И.В. Светотехнические свойства керамикоподобных покрытий на алюминиевых сплавах//Физика и химия обработки материалов. 2011. № 2. С. 18–25.
4. Qixing Xia, JiankangWang, Guanjie Liu, HanWei, Dongqi Li, Zhongping Yao, Zhaohua Jiang. Effects of electric parameters on structure and thermal control property of PEO ceramic coatings on Ti alloys//Surface & Coatings Technology. 2016. V.307. P.1284–1290.

5. Mohannad M.S. Al Bosta, Kung-Jeng Ma. Influence of electrolyte temperature on properties and infrared emissivity of MAO ceramic coating on 6061 aluminum alloy// Infrared Physics & Technology. 2014. V. 67. P.63–72.
6. Эпельфельд А.В., Белкин П.Н., Борисов А.М., Васин В.А., Крит Б.Л., Людин В.Б., Сомов О.В., Сорокин, В.А. Суминов И.В., Францкевич В.П. Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий: в 3 т. Т. I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.
7. Аникин К.А., Борисов А.М., Желтухин А.В., Жуков А.А., Кондрацкий И.О., Крит Б.Л., Людин В.Б., Эпельфельд А.В. Способ формирования многофункциональных терморегулирующих покрытий на изделиях из алюминиевых сплавов. Патент РФ № 2691477 Опубл.: 14.06.2019 г. БИ №17

Проблемы гидравлических манипуляторов

Ардашева Д.О.
Научный руководитель — Гусев А.Л.
КНИТУ–КАИ, Казань

В современном мире существует огромное разнообразие подводных манипуляторов. Наиболее часто используют гидравлические и электрические механизмы. Основными проблемами гидравлических манипуляторов являются утечка некоторого количества гидравлической жидкости и нужда в дополнительном оборудовании, что увеличивает вес всей гидравлической системы.

Проблема утечки определенного количества гидравлической жидкости почти не имеет практического решения. Вопросы защиты водоёмов от загрязнения приводят к жестким требованиям стандартов качества и материалов для изготовления компонентов, что значительно увеличивает стоимость гидравлические системы. [1]

При выборе рабочих жидкостей для гидравлической системы нужно учитывать:

• Диапазон рабочих температур;
• Давление в гидроцилиндре;
• Скорость движения исполнительных механизмов;
• Конструкционные материалы и материалы уплотнений. [5]

При использовании воды размеры гидропередачи немного меньше, чем при применении масла. Еще одним положительным качеством воды можно назвать тот факт, что она при работе в гидродинамической передаче не дает устойчивого пенообразования, при котором снижается производительность передачи. [6] Теплоемкость воды в 2 раза, а коэффициент теплоотдачи – в 5 раз выше, чем у масла, но вода не применяется в качестве рабочей жидкости в большинстве установок с гидропередачами. Это объясняется тем, что при использовании воды возникает нужда в тщательном изолировании подшипников, что приводит к увеличению размеров передачи.

Сейчас все металлические детали гидротехнических конструкций выполняются из стали, которая плохо сопротивляется коррозии. Применение воды как раз это и ограничивает, так как масляные жидкости, как органические продукты, не способны окислять металл. Это ведет к тому, что значит срок работоспособности гидравлики существенно повышается. Как вариант, можно рассмотреть замену стальных деталей на современные пластики.

Масляная жидкость более устойчива к температуре, она не замерзает при нуле градусов Цельсия. Поэтому масляные наполнители гидравлических систем можно использовать в зимнюю пору и в северных широтах. Также масло используется в гидравлике по той причине (оно менее текучее по сравнению с водой). Гидравлические системы имеют множество участков и стыков, из которых жидкость может вытекать и теряться. Причем сама молекула воды намного меньше молекулы маслянистого вещества, а силы межмолекулярного взаимодействия обуславливают более высокую вязкость масла. А это качество не позволяет маслу вытекать в больших количествах из мелких щелей между

уплотнителями и заглушками. Потому машинное масло для работы гидравлической системы используется повсеместно. [2], [4]

Для решения проблемы с маслом более экологичным путем, можно использовать минеральные масла. Они получаются путем переработки высококачественных сортов нефти с добавлением в них присадков, которые улучшают их физические свойства. Присадки добавляют в объеме 0,05…10%. Они могут быть многофункциональными, т.е. влиять на несколько физических свойств сразу.

Также можно использовать водомасляные эмульсии, которые являются смесью воды и минерального масла в соотношениях 100:1, 50:1 и т.д. Минеральные масла в эмульсиях снижают коррозионное воздействие рабочей жидкости и повышают смазывающую способность. Эмульсии применяется в гидросистемах, работающих в пожароопасных условиях и где требуется большое количество рабочей жидкости (например, в гидравлических прессах). [3]

Список использованных источников:

1. Манипуляторы для подводных аппаратов. Ардашева Д.О. Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте. 2020. С. 235-238

2. «Underwater manipulators: A review» [Электронный ресурс] // URL: https://www.researchgate.net/publication/326057593_Underwater_manipulators_A_review (дата обращения 05.02.2021)

3. Рабочие жидкости для гидросистем. Гидравлические линии [Электронный ресурс] // URL: http://gidravl.narod.ru/rabjidk.html (дата обращения 05.02.2021)

4. Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы – М.: «Издательский дом Альянс», 2010. - С. 106-118

5. Савин И. Ф., Сафонов П. В. Основы гидравлики и гидропривод – М.: «Высшая школа», 1978. - С. 105-106

6. Возможно ли использование воды в качестве рабочей жидкости [Электронный ресурс] // URL: https://uznavalka.pro/subject/physics/ (дата обращения 15.02.2021)

Предиктивный анализ неисправностей автомобилей

Афанасьев А.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.

МАИ, Москва

Исследование посвящено вопросам возможности предиктивной диагностики и анализа неисправностей автомобилей с помощью сбора внешних данных во время эксплуатации автомобиля. В целом, подход производителей к разработке систем диагностики всегда был направлен на разработку систем, позволяющих определить неисправности в крупных узлах/агрегатах в условиях станций послепродажного обслуживания без необходимости их демонтажа и разбора. Однако, согласно статистике, 80% критических неисправностей происходят именно из-за механического выхода из строя узлов/агрегатов, что может привести к их разрушению и невозможности дальнейшей эксплуатации автомобиля, а также увеличить стоимость ремонта в среднем на 50%.

На сегодняшний день существует несколько проблем определения неисправностей в автомобилях: отсутствуют системы диагностики, позволяющие определять неисправности на ранних этапах их проявления. Существующие датчики, установленные в агрегатах автомобиля, оповещают о неисправностях только в случаях полного или почти полного отказа узлов/агрегатов. Также, не существует систем диагностики, которые позволяют определить механические неисправности в некоторых узлах/агрегатах автомобиля.

Проблемы как предиктивной, так и объективной диагностики различных неисправностей в настоящее время не решена по нескольким причинам. Во-первых, из-за ограниченных ресурсов электронных бортовых систем диагностики автомобилей, и, следовательно, относительно небольшое количество установленных датчиков контроля

неисправностей. Во-вторых, неясно на основании каких данных возможно оценивать износ и возможный выход из строя узлов/агрегатов автомобиля.

Результатом исследования является алгоритм применения метода диагностики неисправностей с помощью анализа акустических шумов работы узлов/агрегатов с помощью построения спектрограмм и нейросети, разработана методика анализа различных неисправностей автомобилей, которую возможно будет применить для разработки системы предиктивной диагностики. Подобная система позволит существенно сократить как временные, так и финансовые затраты на обслуживание автомобилей.

Список использованных источников:

1. Pallavi Jain, Prakash Patel, Swapnil Bhambure, Yashraj Sen, Dr N.F.Shaikh. PREDICTIVE MAINTENANCE APPROACH FOR AUTOMOBILES // International Journal of Recent Scientific Research. 2019. Vol. 10, Issue 06(B). С. 32777-32782.

2. Automotive predictive maintenance market // Сайт Transparency Market Research [Электронный ресурс]. URL: https://www.transparencymarketresearch.com/automotive-predictive-maintenance-market.html (дата обращения: 10.12.2020).

Проектирование, изготовление, испытание и калибровка ПВД и ДУАС для малых ДПЛА

Барабанова С.Н.

Научный руководитель — Коробовский А.В.

МАИ, Москва

Простота и дешевизна малых ДПЛА и их эксплуатации обусловили их растущую популярность. Они разрабатываются во многих конструкторских бюро, в том числе, в КБ при МАИ. Такие аппараты, зачастую, решают простые, с точки зрения динамики полёта, задачи: аэрофотосъёмка, высотные измерения, ретрансляция радиосигналов и т.п. Для повышения эффективности работы оператора, в таких случаях, имеет смысл автоматизировать полёт. Неотъемлемой частью необходимой для этого АСУ является система ориентирования, и, в частности, датчики углов атаки и скольжения (ДУАС) и приёмник воздушного давления (ПВД). Однако, классические решения, зачастую, кажутся слишком громоздкими для исполнения в размерах, ограниченных самим ДПЛА. В нашей работе мы хотели бы предложить концепцию конструкции ПВД и ДУАС, подходящую по массе и габаритам для малых ДПЛА, а также методику их испытания и калибровки.

Измерение скорости в масштабах малого ДПЛА имеет свою специфику. Малые характерные скорости позволяют применить самые простые и отработанные решения. Так, в качестве измерителя воздушной скорости, нами была выбрана обычная трубка Пито, выполненная из алюминия. Это решение наиболее просто, дёшево и сравнительно технологично. Однако, условия работы скоростемера отличаются от таковых на более крупных ЛА: зачастую, воздушный винт имеет большой, относительно размаха, диаметр, а посадка производится «жёстко», к примеру, на парашюте. Чтобы избежать искажений измерений, которые могут вносить потоки, возмущённые винтом, имеет смысл выносить скоростемер из области их влияния на консоль крыла. Во избежание механических повреждений трубки пито, её следует устанавливать не на передней кромке, а на верхней поверхности крыла так, чтобы её кончик как можно меньше выходил за его пределы. При этом, крыло не должно искажать измерения. Для выполнения этих условий необходимо определить местную картину обтекания крыла, например, посредством математического моделирования.

Определение углов атаки и скольжения гораздо менее простая задача. Классическим и универсальным решением является применение флюгерных датчиков. Их принцип действия очень прост, а чувствительные элементы дёшевы. Однако, малые размеры рассматриваемых ЛА и сложные условия эксплуатации не позволяют использовать их. Сложность и дороговизна изготовления подходящих датчиков сопоставима со стоимостью и сложностью изготовления самого ДПЛА. Мы предлагаем применить зондовый аэродинамический

измеритель, который определяет положение зонда и, соответственно, ЛА относительно вектора истинной воздушной скорости путём измерения давлений в известных точках своей поверхности. Отсутствие подвижных частей делают его более устойчивым к нагрузкам и простым в производстве, а размеры элементной базы позволяют сделать зонд лёгким и компактным. Малые скорости полёта позволяют применить простую форму зонда: например, сферу. Её обтекание хорошо изучено, что позволяет относительно просто сопоставить давление в точке с положением этой точки относительно направления воздушного потока. По результатам анализа математической модели обтекания сферы, мы пришли к выводу, что для наших целей будет достаточно 5 датчиков. Один из них будет расположен в точке стагнации при прямолинейном полёте. Оставшиеся датчики предлагается расположить на одном меридиане с равным угловым шагом в 90°. Положение меридиана следует определять исходя из наибольших характерных углов атаки для рассматриваемых ЛА.

Низкие характерные скорости полёта позволяют использовать подвижный стенд для первичной калибровки изделий. Для этого необходимо изготовить тележку, обладающую хорошей курсовой устойчивостью. Для измерения скорости движения предлагается использовать дополнительное колесо, с оси которого, посредством оптического датчика оборотов, будет измеряться скорость движения. Трубку Пито и зондовый измеритель следует установить на поворотном столе с двумя степенями свободы. Так нам будут известны фактические углы атаки и скольжения, а также линейная скорость движения, которые можно будет сопоставить с показаниями измерителей. По получении первичных поправочных коэффициентов испытания возможно будет проводить с использованием других средств, позволяющих развить более высокие скорости. Также, важно отметить, что для проверки работоспособности зондового измерителя не обязательно испытывать прибор, оснащённый полным набором чувствительных элементов. Поскольку датчик-самый дорогой элемент конструкции, на первых этапах испытаний рационально использовать только один чувствительный элемент. Поскольку его положение относительно вектора скорости определено, подтвердить работоспособность изделия можно сравнивая теоретическое давление в точке с экспериментальным.

В представленной работе была предложена концепция аэродинамического измерительного комплекса, удовлетворяющая характерным требованиям, обусловленным ЛА-носителем. В рамках этой концепции коллективом разрабатывается, изготавливается и будет испытан прототип измерительной системы.

Автоматизированная система для струйного способа металлизации печатных плат

Бараковский Ф.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.
МАИ, Москва

На сегодняшний день в подавляющем большинстве случаев для металлизации печатных плат (ПП) используются крупногабаритные гальванические линии, в которых металлизируемая деталь обрабатывается поочередно. На каждой стадии процесса металлизации используются сложные и дорогостоящие растворы, некоторые из которых не восстановимы и при потере свойств заменяются новым раствором. Контроль их параметров является одной из главных задач гальванических линий, из-за чего на предприятиях существуют специализированные отделы.

Независимо от процесса, само использование гальванических линий имеет ряд недостатков, среди которых:

• Большие физические размеры гальванической линии и вызванные этим затраты на её эксплуатацию;

• Необходимость содержать специализированное отделение для контроля растворов;

• Использование большого объёма растворов ведёт в дальнейшем к соответствующему объёму отходов, что приводит к экологическим проблемам.

Эти недостатки могут быть оправданы для крупносерийного производства, однако это ставит перед мелкосерийным производством ПП серьёзные препятствия. Тем не менее, на данный момент в России основным типом производителей ПП являются мелкосерийные производства, а чаще, цеха в составе предприятий, в которых производство печатных узлов являются одной из составных частей основной продукции.

В работе обоснована актуальность развития струйного способа металлизации, в серии опытов доказана его работоспособность. Теоретически и экспериментально обоснованы преимущества струйного способа над операциями металлизации в стационарных гальванических линиях в области ускорения и интенсификации процесса металлизации. Предложены варианты средств контроля и управления параметрами процессом металлизации, что только обуславливает предпосылки к развитию способа. Создана компактная автоматизированная установка для металлизации проводящего рисунка ПП струйным методом, которая потребляет всего один литр электролита. В серии опытов подтверждена возможность создания автоматизированной ячейки металлизации ПП, представлены данные о повторяемости параметра толщины металлизации при использовании автоматизированной системы, подобраны оптимальные параметры металлизации.

Разработка программного обеспечения для управления роботом

Буренков И.С., Копылов Д.А.
Научный руководитель — Исаев В.В.
МАИ, Москва

В настоящее время робототехника стремительно развивается и распространяется, количество роботизированных производств растёт год от года. Все чаще роботы находят широкое применение в промышленности, в быту, сфере услуг и многих других отраслях, но, несмотря на их распространение, роботы все еще остаются недоступными по причине высокой стоимости, сложности внедрения и работы со специализированным оборудованием. В связи с чем остро встаёт вопрос о реализации робота не требующего значительных затрат, простого во внедрении и легкого в освоении управления, для работы с которым не будет требоваться специально обученный персонал.

На текущий момент существует несколько способов управления роботом:

1. прямое управление с помощью пульта оператора;
2. нативное управление, например, с помощью специализированной перчатки
3. с помощью специальных программ, непосредственно переданных в систему управления;
4. голосовое управление.

Плюсом прямого управления является простота внедрения. К минусам, сложный в освоении интерфейс, ограничения по дальности работы. Нативное управление можно назвать самым простым в освоении для пользователя, не являющегося специалистом, однако разработка подобного метода требует большого объема работы по созданию ПО, проведению расчетов и внедрению данного метода управления. Передача предварительно составленных и записанных в память управляющего устройства робота программ. Так же является простым в разработке, но написание программ для записи в память управляющего устройства требует от пользователя особых знаний в области программирования. Голосовое управление, так же, как и нативное управление, не требует от пользователя особых знаний и не является трудоемким в плане разработки и внедрения в связи с широким распространением открытых библиотек для работы с человеческим голосом.

В рамках научно-исследовательской работы на кафедре 307 принято решение сфокусироваться на 3 из 4 существующих типах управления, поскольку разработка системы для управления жестами требует больших финансовых и человеческих ресурсов. В рамках

данного доклада подробно рассмотрено управление посредством голосовых команд, разрабатываемое в настоящий момент.

Для внедрения голосового управления разрабатывается прототип робота с использованием открытого исходного кода в системе управления. Проводится сборка и тестирование робота на исходном ПО, подключен модуль, написанный с использованием языка программирования Python и открытой библиотеки SpeechRecognition, реализующая конвертацию человеческой речи в текст и затем передаваемый в модуль управления роботом. Также написано работающее на библиотеке PyQT приложение с простым в освоении интерфейсом, позволяющее добавлять в базу данных робота новые алгоритмы поведения в зависимости от произнесенных команд.

Успешное внедрение данного вида управления позволит широко распространить роботов как для выполнения не промышленных задач, так и при комбинации методов управления даст возможность применить в промышленности.

Аддитивные технологии в производстве печатных плат

Горелов А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва

Развитие аддитивных технологий (более широко известных, как 3D-печать) идет достаточно высокими темпами, что приводит к постоянному расширению сферы их применения. Если несколько лет назад использование таких технологий ограничивалось макетированием деталей, то в настоящее время аддитивные технологии используются для производства изделий, как конечная технология, находят применение в искусстве, медицине, вплоть до печати живых тканей. Не обошло стороной это расширение сферы и производство печатных плат и печатных узлов.

На сегодняшний день на рынке представлены решения, основанные на аддитивных технологиях и призванные ускорить и, возможно, удешевить разработку электроники. Решения от разных производителей имеют свои достоинства и недостатки. Например, в 3D-принтере Voltera V-One используются в качестве материала диэлектрика заготовки из различных материалов (стеклотекстолит FR1/FR4, пленки для гибких плат) на которые наносится рисунок проводящими чернилами, которые затем запекаются при температуре 250°C. Помимо дозатора проводящих чернил, возможна установка шпинделя для сверления отверстий (с ручной заменой рабочего инструмента). Таким образом, указанная модель 3D-принтера позволяет только сверлить отверстия и наносить проводящие чернила на поверхности заготовки из диэлектрика, что позволяет говорить об изготовлении прототипов одно- и двусторонних печатных плат. Проводники из проводящих чернил уступают по удельному сопротивлению проводникам из меди, а в случае изготовления гибких печатных плат — проводники из проводящих чернил быстро разрушаются при изгибах платы. Металлизация переходных отверстий выполняется вручную специальными заклепками.

Более развитое решение в области прототипирования печатных плат с помощью аддитивных технологий — 3D-принтер Nano Dimension DragonFly 2020 Pro позволяет изготавливать многослойные печатные платы полностью в автоматическом режиме (диэлектрик, проводящие слои и паяльная маска). В принтере для печати проводников используются чернила AgCite на основе частиц серебра. Однако, несмотря на всю развитость решения, технология широко не применяется из-за стоимости оборудования (около 21-24 млн. руб.) и ряда технологических вопросов, например, как и в предыдущем примере, проводящие чернила уступают по проводимости проводникам из меди, а в печатаемой диэлектрической подложке отсутствуют армирующие элементы (например, стекловолокно в стеклотекстолите FR4), что говорит о меньшей прочности печатных плат, изготовленных по этой технологии. Таким образом, DragonFly 2020 Pro является скорее демонстрацией потенциальных возможностей аддитивных технологий в области производства печатных плат, которые еще предстоит дорабатывать.

Использование аддитивных технологий в производстве печатных плат сдерживают два момента: требования к подложкам печатных плат, начиная от температурного диапазона и заканчивая требованиям к механической жесткости и стойкости, и требования к проводящему рисунку: проводимость, токонесущая способность и паяемость. Существующие традиционные подложки печатных плат выполнены в абсолютном большинстве случаев из композиционных материалов. Пока реализация 3D-печатью композиционных материалов хорошей плотности затруднительна. Что касается проводников, то для слаботочной аппаратуры проводимости и токонесущей способности чернил достаточно, а вот паяемость пока оставляет желать лучшего. Тем не менее, аддитивные технологии уже можно использовать [1] при производстве печатных плат в качестве вспомогательных материалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства высшего образования и науки России, номер темы FSFF-2020-0015

Список использованных источников:

1. Васильев Ф.В., Горелов А.О. Адгезия паяльных масок, полученных на 3D-принтере // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. №6. С. 194-196.

Разработка системы повышения контроля качества выпускаемой продукции на предприятиях с применением технологий Интернета Вещей

Довгерд И.А., Довгерд Г.А., Пономарев Р.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семёнов Г.Е.
МАИ, Москва

Современные фотоприёмные устройства (ФПУ) и фотоэлектрические полупроводниковые приёмники (ФЭПП) должны соответствовать предъявленным требованиям, которые прописаны в ГОСТах и ТУ. Особое внимание уделяется охлаждаемым устройствам, где процесс проведения климатических испытаний имеет свои особенности, например, 3 часа подавать охлаждение на прибор, но через 2 минуты после старта проведения цикла испытаний подавать напряжение, а за 5 минут до завершения – отключить подачу напряжения.

Перед отправкой охлаждаемых ФПУ и ФЭПП для установки в технику, необходимо провести испытания на безотказность. Проводятся в климатической камере с применением статического стенда для проведения испытаний охлаждаемых ФЭПП и ФПУ.

Задача стенда заключается в периодической подаче давления на испытуемые устройства. В связи с тем, что подаётся очень высокое давление (от 150 до 350 кгс/см2), происходит проблема «пробоя» электропневмоклапа (ЭПК), что нарушает регламент проведения испытаний, приводит в негодность охлаждаемые устройства(микрохолодильники) раньше времени(расход ресурса раньше времени). Решение данной проблемы предлагается замена электропневмоклапана при обнаружении «пробоя».

Ещё одной проблемой является учёт и точность проведения циклов испытаний (рабочего цикла и цикла отдыха, количество пройденных циклов). Решением было применение электропневматических командных приборов КЭП-12У, но заменили более современными микропроцессорными командоаппаратами КЭП-12МП, но в них доступно только два режима проведения циклов: непрерывный и одиночный.

Для решения рассмотренных ранее проблем была разработана система повышения качества выпускаемой продукции с применением технологии Интернета Вещей. Решение предлагает установку 4 датчиков давления ДМ5007 для контроля «пробоя» ЭПК, сенсорной панели оператора ОВЕН СП315Р, программируемого реле ОВЕН ПР200-220.21.2 и модуля сетевого шлюза ОВЕН ПВ210 для подключения к сети wi-fi предприятия. Взаимодействие между устройствами производится по протоколу RS-485. С помощью сенсорной панели пользователи могут задать режим проведения испытаний вручную или загрузить уже готовые настройки. Также, возможно подключение к стойкам дистанционно с помощью

телефона, на случай аварийных ситуаций срабатывает звуковая сигнализация, дополнительно приходит смс-оповещение.

Благодаря разработанной системе, значительно повышается качество выпускаемой продукции на предмет соответствия ТУ, требованиям заказчиков, а также исключает возможность выхода из строя приборов из-за нарушения регламентов и режимов проведения испытаний.

Исследование и разработка метода оценки эффективности ослабления электромагнитных помех многоуровневыми экранами сложной формы

Заводсков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Баранов П.Н.
МАИ, Москва

В настоящее время к бортовому радиоэлектронному оборудованию (БРЭО) предъявляются жесткие требования по стойкости к воздействию внешних и внутренних электромагнитных помех (ЭМП) различного происхождения.

В этой связи внимание уделяется созданию методик оценки эффективности экранирования БРЭО ЛА на этапе конструкторской документации с широким использованием средств САПР электромеханических узлов.

Задача оценки стойкости заключается в определении ожидаемой электромагнитной обстановки и восприимчивости потенциальных рецепторов в месте размещения блоков БРЭО, а также обеспечении защиты рецепторов помех корпусом и внутренними экранирующими конструкциями.

В докладе представлены результаты разработанной методики оценки эффективности экранирования БРЭО ЛА в САПР CST STUDIO SUITE. Электродинамическая математическая модель решает задачу вычисления значений электрического и магнитного поля в дискретных областях моделируемого объема и структур, а также токов и напряжений на проводящих поверхностях и позволяет получить достоверную оценку распределения напряженности поля в моделируемом объеме независимо от формы и состава объекта моделирования.

Применение САПР CST STUDIO SUITE в оценки эффективности ослабления электромагнитных помех обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с другими средствами САПР:

- Экранирование полупространства от плоской электромагнитной волны бесконечным плоским однородным экраном;
- Экранирование однородным сферическим экраном точечного источника, расположенного в его центре;
- Экранирование однородным бесконечно протяженным цилиндрическим экраном линейного источника, лежащего на его оси.

Разработанный метод оценки эффективности ослабления электромагнитных помех многоуровневыми экранами сложной формы с применением различных материалов и с учетом места размещения рецептора, основанный на алгоритме численного электродинамического моделирования в частотной области, отличительной чертой которого является возможность анализировать структуру с контролируемой точностью.

Магнитные девиации в авиационных приборах и способы их устранения

Иваненко Д.А., Сохбатова М.Э.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Соколов О.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Одним из важнейших приборов в самолете является компас. Он предназначен для определения направления относительно магнитного меридиана. При этом направление непосредственно стрелки компаса принято называть компасным меридианом. Если представить действие идеального компаса в самолете, то магнитный и компасный

меридианы должны совпадать. Однако из-за магнитных полей, появляющихся в воздушном судне из-за ферромагнитных материалов (железо и др.), действия радиооборудования, электрических приборов появляются погрешности в действии компаса. Такие отклонения называются девиациями.

Несмотря на попытки как можно сильнее уменьшить девиацию компаса, расположив его дальше от железных элементов, приборов и проч., устранить ее полностью невозможно. Точность в определении курса достигается с помощью специальной процедуры - списывание остаточной девиации. Процесс списывания происходит на площадке особого назначения на аэродроме. В самолете отключают все возможное электрооборудование и поворачивают носом на север. После фиксации показаний компаса в воздушном судне, отмечают ошибку. В каждый бортовой компас встроены специальные магниты. Их положение можно регулировать, тем самым устраняя ошибку работы компаса. После выявления ошибки и ее устранения, воздушное судно поворачивают на запад и повторяют процедуру. Процесс осуществляется по четырем сторонам света, с записью погрешностей измерения. Далее остаточную девиацию фиксируют на специальном графике, данные вносятся в протокол о девиационных работах и до следующих работ экипаж пользуется составленным графиком для определения точного курса полета воздушного судна. Сегодня для списывания девиаций используют девиационный пеленгатор.

Списывание девиации должно происходить не реже одного раза в год, а также в случаях:

1. Установки нового компаса на воздушное судно
2. Крупного ремонта воздушного судна с установкой новых электрических приборов
3. При обнаружении экипажем ошибок в работе компаса

Оптимизация процессов сквозного проектирования и анализа радиопередающих и радиоприемных устройств на основе функционально-параметрических моделей

Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А.
Научный руководитель — Печаткин А.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

Изучение в технических учебных заведениях профессионального образования современных радиоприемных (РПУ) и радиопередающих (РпДУ) устройств, заканчивающееся итоговым курсовым проектированием РПУ по индивидуальному техническому заданию (ТЗ), представляет собой сложную и трудоемкую задачу. Это обусловлено следующими факторами:

• Многообразием структурных, функциональных и схемных решений профессиональных РПУ;

• Наличием большого количества мешающих сигналов и помех, свойственных современному радиоприему в связи с необходимостью использования одноступенчатого и многоступенчатого преобразования частоты при одновременном увеличении частоты несущего колебания и расширении полосы пропускания трактов высокой и промежуточной частот с целью повышения дальности приема и повышения его качества;

• Использованием разнообразных методов модуляции и манипуляции полезного низкочастотного сигнала, по-разному реагирующих на свойства усилительных и преобразовательных каскадов и трактов и изменяющих характерные параметры;

• Необходимостью выполнения жестких условий ТЗ на проектирования РПУ и РПдУ, таких как: высокая чувствительность; значительный уровень подавления внеполосных сигналов и помех; регламентирование максимального покрытия функциональных особенностей РПУ минимальным аппаратным набором; введение автоматических подстроек частоты, фазы и уровня сигнала для оптимизации функционирования РПУ;

• Необходимостью объяснения полученных результатов и использованных технических решений на публичной защите курсового проекта.

Для повышения уровня качества, целостности и визуализации выполняемой работы на кафедре РТС РГАТУ имени П.А. Соловьева в рамках студенческого конструкторского бюро (СКБ) выполняются работы по созданию PSpice библиотеки моделей устройств и блоков радиоприемных и радиопередающих устройств для CAE MicroCap [1].

Опыт обучения в ВУЗе показывает, что эффективное изучение дисциплины, выполнение компьютерного лабораторного практикума и курсового проекта с приобретением необходимых для будущего радиоинженера знаний, возможно только на основе визуализации каждого шага создания РПУ и комплексного моделирования его структуры. Выполнение самостоятельной работы должно осуществляться на основе простых, интуитивно понятных функционально-параметрических моделей отдельных каскадов и узлов проектируемого и/или исследуемого радиоэлектронного устройства, которые можно тиражировать и изменять без нарушения целостности их структуры [2, 3].

Таким образом, так же как в современных технологиях и объектно-ориентированных языках программирования высокого уровня, компьютерные функционально-параметрические модели активных и пассивных каскадов должны соответствовать трем основным требованиям, таким как:

1) наследование – модели активных и пассивных компонентов РПУ и РПдУ должны быть основными конструкторскими единицами, обладающими собственными индивидуальными свойствами, например, добротностью, коэффициентом усиления, параметрами связи и т.п., при одновременном наследовании базовых свойств исходной родительской модели, таких как, структура, поля динамического ввода, атрибуты, математические выражения и т.п.;

2) полиморфизм – модели активных и пассивных компонентов РПУ и РПдУ должны допускать изменение свойств родительской модели с целью приобретения новых или изменения существующих без потери качества функционирования;

3) инкапсуляция – модели активных и пассивных компонентов РПУ и РПдУ, а также создаваемые на их основе типовые структуры современных профессиональных РПУ и РПдУ, должны поддерживать возможность структуризации и объединения в общности – классы с целью оптимизации проектирования и моделирования РПУ и повышения наглядности выполняемого процесса проектирования.

В настоящее время библиотека по тематике РПУ и РПдУ насчитывает 61 компьютерную функционально-параметрическую модель в составе 8-ми тематических разделов.

Список использованных источников:

1. Повышение качества и целостности процессов сквозного автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств на основе системного согласования уровня и объема функционально-параметрического моделирования и виртуальных испытаний / Печаткин А.В., Морев Д.Ю. // Сборник трудов II-ой Всероссийской научной конференции молодых ученых «Теория и практика системного анализа», РГАТУ имени П.А. Соловьева, Рыбинск, 2012

2. Полнофункциональные топологические модели электронных компонентов как основа управления жизненным циклом электронных средств / Печаткин А.В., Смирнов А.Н. // XXVIII - Международная научная конференция «Математические Методы в Технике и Технологиях ММТТ- 28» Сборник трудов, Том 10. Саратов, 2015. - С. 217-222

3. Синтез полнофункциональных топологических моделей электронных компонентов для сквозного вариативного моделирования электронных средств / Печаткин А.В., Смирнов А.Н. // Сборник трудов 69 региональной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов ВУЗов с международным участием, Ярославль, Издательский дом ЯГТУ, 2016. – С. 1503–1506

Влияние добавок алюмината натрия и сульфата никеля в щелочные электролиты для микродугового оксидирования на характеристики покрытий, сформированных на титане

Кондрацкий И.О., Герасимов Ю.М., Грицак Г.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва

Микродуговое оксидирование (МДО) сплавов на основе Ti, Al, Mg, Zr и других вентильных металлов позволяет повышать служебные характеристики изделий, изготовленных из них, за счет формирования на поверхности деталей керамикоподобных многофункциональных покрытий, обладающих высокими износостойкостью и коррозионно-защитной способностью, термостойкостью и диэлектрическими свойствами [1]. В работе [2] исследовалось влияние добавок сульфатов Ni, Co и Fe в силикатно-щелочные электролиты на характеристики МДО-покрытий, сформированных на титане. Однако покрытия, получаемые в таких силикат-содержащих электролитах, имели недостаточную коррозионно-защитную способностью.

В настоящей работе было исследовано влияние добавок алюмината натрия и сульфата никеля в щелочные электролиты для микродугового оксидирования, не содержащие силикатов, на такие параметры покрытий, сформированных на титане марки ВТ1-0, как состав, толщина и электрохимические коррозионные характеристики. МДО-покрытия получали в анодно-катодном режиме при суммарной плотности тока 75 А/дм2 и равенстве анодного и катодного токов в алюминат-содержащем (2 г/л KOH + 15 г/л NaAlO2) и никель-содержащем (3 г/л KOH +2 г/л NiSO4·7H2O) щелочных электролитах. Продолжительность МДО-обработки в алюминат-содержащем электролите составляла 25 минут, а в никель-содержащем – 10 минут.

В результате проведенных исследований было установлено, что алюминий и никель из электролитов инкорпорируются в МДО-покрытия в виде оксидов. Покрытие, сформированное в алюминат-содержащем электролите, состоит преимущественно из оксида алюминия и в меньшей степени из диоксида титана, в то время как МДО-покрытие, полученное в никель-содержащем электролите, почти полностью состоит из диоксида титана, т.е. металла основы.

Исследование поперечных шлифов показало, что толщина покрытия, полученного в алюминат-содержащем электролите, составляет около 50 мкм против 7 мкм для МДО-покрытия, сформированного в никель-содержащем. С учетом продолжительности оксидирования получается, что скорость формирования МДО-покрытий в алюминат-содержащем электролите составляет 2 мкм/мин, а в никель-содержащем – менее 1 мкм/мин.

Электрохимические исследования, проведенные в 25% растворе серной кислоты, показали, что, несмотря на меньшую толщину, пассивационные характеристики, отвечающие за коррозионно-защитную способность, для МДО-покрытия, сформированного в никель-содержащем электролите, значительно лучше, чем у покрытия, полученного в алюминат-содержащем электролите. Так, стационарный коррозионный потенциал для МДО-покрытия, сформированного в никель-содержащем электролите, положительнее на 70 мВ, а плотность анодного тока в пассивном состоянии на порядок ниже по сравнению с покрытием, полученным в алюминат-содержащем электролите. Это косвенно свидетельствует о меньшей сквозной пористости и лучших коррозионно-защитных свойствах МДО-покрытия, сформированного в никель-содержащем электролите.

Список использованных источников:

1. Эпельфельд А.В., Белкин П.Н., Борисов А.М., Васин В.А., Крит Б.Л., Людин В.Б., Сомов О.В., Сорокин, В.А. Суминов И.В., Францкевич В.П. Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий: в 3 т. Т. I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.

2. Герасимов М.В., Богдашкина Н.Л., Залавутдинов Р.Х., Щербаков А.И., Эпельфельд А.В., Кондрацкий И.О. Влияние добавок сульфатов Ni, Co и Fe в силикатно-щелочной электролит для микродугового оксидирования на характеристики сформированных на титане покрытий//Коррозия: материалы, защита. 2018. № 11. С.35–40.

Разработка технологического процесса микродугового оксидирования в электролитах-суспензиях

Кондрацкий С.О., Кондрацкий И.О., Акилин К.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва

Микродуговое оксидирование (МДО) сплавов на основе Ti, Al, Mg, Zr и других вентильных металлов позволяет повышать служебные характеристики изделий, изготовленных из них, за счет формирования на поверхности деталей керамикоподобных многофункциональных покрытий, обладающих высокими износостойкостью и коррозионно-защитной способностью, термостойкостью и диэлектрическими свойствами [1]. МДО является эффективным, экологичным методом модифицирования поверхности вентильных металлов и сплавов и формирования защитных слоев для повышения эксплуатационных характеристик деталей авиационных приборов.

Разработка операционного описания технологического процесса микродугового оксидирования — это разработка полной детализации выполнения операций, начинается со схемы, диаграммы, описывающей характеристики изделия, например, материал, габаритные размеры, методы и технологии образования детали и выделение поверхностей, подвергающиеся МДО-обработке. Построение схемы позволяет установить последовательность обработки и взаимную связь между характеристиками изделия и процессом МДО. При разработке техпроцессов особое внимание следует уделять изделиям, которые имеют критические параметры, и изделиям, возможность обеспечения соблюдения точностных параметров которых затруднена.

Далее необходимо составить технологический маршрут. В нем определить очередность выполнения операций для нанесения покрытия и для обеспечения соблюдения точностных параметров, установленными в конструкторской документации.

Процесс МДО состоит из неделимых технологических операций. Первая технологическая операция – это подготовка электролита-суспензии. Приготовление электролита-суспензии осуществлять в электролитической ванне, которая должна быть оборудована системой перемешивания электролита и приточно-вытяжной вентиляцией. Вторая технологическая операция – подготовка изделия к МДО. Промыть деталь под проточной водой, протереть безворсовой салфеткой. Применимо выполнять процесс МДО без данной операции, но возникает вопрос в долговечности электролита, так как последний будет содержать в своем составе пыль, стружку, различную эмульсию и масло. Далее закрепить изделие в оснастку и на токоподвод, если оснастка не требуется, то сразу на токоподвод. Третья операция и основная – сам процесс микродугового оксидирования. Во время процесса должно быть включено: охлаждение и перемешивание электролита, приточно-вытяжная вентиляция и защитное ограждение, система мониторинга технологических параметров. Четвертая операция – промывка изделия после процесса МДО от остатка раствора электролита на поверхности. Промыть необходимо под струей холодной воды или методом многократного окунания в воду. Также в данной операции проводится контроль выработки электролита и принимается решение о корректировке или утилизации электролита. Пятая операция – контрольная, проводится визуально-оптический контроль на наличие сколов, трещин и количественный контроль измерения толщины покрытия вихретоковым и индукционным методом.

Следующая задача после разработки технологического процесса микродугового оксидирования является его внедрение, аттестация и внесение изменений.

Список использованных источников:

1. Эпельфельд А.В., Белкин П.Н., Борисов А.М., Васин В.А., Крит Б.Л., Людин В.Б., Сомов О.В., Сорокин, В.А. Суминов И.В., Францкевич В.П. Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий: в 3 т. Т. I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.

Разработка математической модели плоскостной деформации слоя печатной платы

Копылов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хомутская О.В.
МАИ, Москва

С развитием технологий неуклонно растёт спрос на многослойные печатные платы (МПП) для электронных средств, а также увеличиваются требования к их классу точности и надёжности. В этом отношении при производстве МПП важно контролировать совмещение слоев платы друг с другом. Отсутствие контроля за совмещением может привести к смещению проводящих рисунков слоев, что в итоге становится причиной непригодности детали к использованию в изготовлении печатного узла. Деформация слоя, приводящая в дальнейшем к его рассовмещению относительно других слоев, как правило возникает на этапе травления. На этом этапе производится удаление меди с поверхности детали и в этот момент происходит ослабление сил поверхностного натяжения, что в свою очередь вызывает деформацию слоя. Контроль за совмещением слоев МПП существенно усложняет процесс производства МПП и увеличивает конечную стоимость продукта. Однако, на сегодняшний день не существует технологий для предотвращения рассовмещений слоев после травления.

Для прогнозирования величины смещения на кафедре 307 разработана общая математическая модель распределения величины деформации по поверхности слоя, однако коэффициенты модели необходимо подбирать под каждый технологический процесс. В рамках развития этого направления в работе предлагается разработать более универсальную математическую модель, которая будет учитывать общие зависимости величины деформации от следующих параметров слоёв МПП:

- Толщина слоя стеклотекстолита – это самая крупная составляющая толщины МПП: чем толще заготовка, тем более устойчива к влиянию деформации;
- Толщина меди на слое – её значение влияет на способность меди сдерживать натяжение на поверхности;
- Топология элементов на слое – в зависимости от удаления элемента от краёв МПП растёт её устойчивость к деформации;
- Доля меди на слое – медь, находящаяся на слое, создаёт натяжение на всей поверхности МПП, при процессе травления натяжение уменьшается, что приводит к деформации.

Проведена серия опытов, в результате которых выявлена точная зависимость величины деформации от вышеуказанных параметров слоев МПП, что позволило получить общие коэффициенты для универсальной математической модели распределения величины деформации на конкретном слое МПП. Полученные данные могут быть полезны на этапе конструирования МПП, в том числе при интеграции их в разного рода программы проектирования печатных плат. Это позволит снизить процент брака при производстве, повысить надежность оборудования во всех направлениях электроники и упростить процессы разработки и изготовления многослойных печатных плат.

Исследование проблем создания цифрового производственного участка

Коробков М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.
МАИ, Москва

Вместе с развитием информационных технологий в таких областях как: имитационное моделирование [1], машинное обучение, киберфизические системы [2] и интернет вещей, также претерпевает сильные изменения и промышленность, следуя за изменяющимися экономическими условиями и требованиями рынка [3]. Поэтому кажется перспективной идея о повсеместном применении информационных технологий на производстве и обеспечении их тесного взаимодействия. Но на практике процесс внедрения труден в

реализации, что делает актуальным определение проблем, возникающих при цифровизации производства.

Для определения проблем цифровизации рассмотрены обе составляющие цифрового производства: технологическая и информационная. С точки зрения производства, рассмотрен пример технологического процесса изготовления печатных плат с высоким коэффициентом закрепления операций. Определена степень влияния каждой операции на появление бракованных изделий, что позволило выявить «узкие места» существующего процесса, к которым относятся этапы травления, проявления и механической обработки. Исследованы методы управления и контроля для этапа травления [4] и определено, какие из них могут использоваться в цифровом производстве.

С точки зрения информационных технологий, рассмотрены операции, которые выполняются над информацией в технологическом процессе, а именно: получение, передача, обработка, хранение и представление. Для каждой операции определены возможные методы ее реализации, а также критерии для выбора оптимального метода. Например, для операции передачи информации сформирована зависимость, позволяющая определить наиболее подходящую технологию передачи данных (Wi-Fi, Bluetooth и т.д.) с учетом таких аспектов, как скорость передачи пакета, площадь покрытия, стоимость, аппаратная отказоустойчивость и энергопотребление.

В результате разработана агрегирующая ранее полученные результаты архитектура участка цифрового производства и совмещена с существующим технологическим процессом изготовления печатных плат. В настоящее время разработанная система осуществляет контроль состояния раствора и оценивает необходимое время травления заготовки, что позволяет снизить процент выпуска бракованных изделий на производстве.

Список использованных источников:

1. Khairnasov, K. Z. (2018). Mathematical modeling of dynamic stability of shell structures under large elastoplastic deformations. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 991). Institute of Physics Publishing. https://doi.org/10.1088/1742-6596/991/1/012042.

2. Ogin, P. & Levashkin, D. & Vasilyev, F. (2018). Laser-aided direct metal tooling of manufacturing aviation details on CNC machine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 450. 032032. 10.1088/1757-899X/450/3/032032.

3. Hozdić E. Smart factory for industry 4.0: A review. Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology 7(1):28-35, 2015.

4. Vasilyev, F. & Isaev, V. & Korobkov M. The influence of the PCB design and the process of their manufacturing on the possibility of a defect-free production. Przegląd elektrotechniczny. №3, 2021: 91 – 96.

Анализ тензометрического принципа измерения давления

Краев Д.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Карамов Ф.А.

КНИТУ–КАИ, Казань

Учет массы и объемы, массового и объемного расходов измеряемой среды, ведется на многих предприятиях и в различных областях, одним из основных факторов при их учете является давление измеряемой среды.

Цель работы состоит в анализе тензометрического принципа измерения давления

Тензометрический принцип измерения давления является одним из самых распространенных принципов измерения давления. Под воздействием деформирующей нагрузки изменяется электрическое сопротивление чувствительного элемента, а именно чувствительная мембрана под давлением изгибает тензорезисторы прикрепленные к ней, что приводит к изменению сопротивления, следовательно, в первичном преобразователе меняется величина тока. Из-за растяжения проводящих элементов происходит уменьшение поперечного сечения и увеличение длины, что приводит к росту сопротивление, а при сжатии к уменьшению.

Достоинствами данного принципа измерения являются: простота изготовления, небольшая цена, неплохая защита чувствительного элемента от агрессивной среды, большие границы рабочих температур.

Обратной стороной данного принципа измерения являются: малая чувствительность (около 1%), наличие нелинейности, влияние температуры.

Для структуры КНС (кремний на сапфире) дополнительно: значительные гистерезисные явления и нестабильность (из-за неоднородности конструкции и "усталости" металла мембраны); сильное влияние температуры [1].

Для компенсации малой чувствительности применяются прецизионные дифференциальные усилители с переменным коэффициентом усиления и сигма дельта АЦП. Коррекцию нелинейности и температурной зависимости добиваются калибровкой с внесением корректирующих значений в память контроллера.

По результатам анализа тензометрического принципа измерения давления, можно скачать, что данный принцип недорогой и прост в изготовлении, имеет неплохую защиту чувствительного элемента от агрессивных сред и хороший диапазон рабочих температур, а при помощи калибровки его недостатки почти сводятся к нулю.

Список использованных источников:

1. Клокова Н.П. Тензорезисторы// Датчики и системы. 2004.- №3.

Исследование математической модели оценки базовой интенсивности отказов для импульсных ламп накачки с ксеноновым наполнением

Кунижев И.Р.

Научный руководитель — Королев П.С.

НИУ ВШЭ, Москва

Импульсные лампы накачки (ИЛН) является основной составляющей лазеров. Они в свою очередь применяются во многих сферах человеческой деятельности, таких как медицина, промышленность, науке, вооружении, информационных технологиях. С развитием технологий повысились требования к импульсным лампам накачки. Для расчета надежности ИЛН используется официальный справочник Российской Федерации по Надежности электрорадиоизделий [1]. Данный справочник не обновлялся с 2006 года, однако ИЛН с тех пор активно развиваются. Проведенные исследования показали, что расчет базовой интенсивности отказов ИЛН с ксеноновым наполнением по представленной в справочнике формуле не совпадает со значением экспериментов. Что в результате приводит к увеличению статистики отказов, по причине несовершенства существующей математической модели. Именно поэтому целью данной работы является уменьшение статистики отказов изделий, использующих импульсные ламп накачки с ксеноновым наполнением.

Для достоверности был произведен расчет базовой интенсивности отказов двух ИЛН с ксеноновым наполнением ИНП-2/25 и ИНП-16/250А по формуле, приведенной в справочнике, которая сравнивалась с результатом экспериментов из этого же справочника. По итогу относительная погрешность между значениями составила 71% и 94% соответственно. Таким образом, можно сделать вывод, что описанная в справочнике формула не позволяет получить корректные данные касаемо базовой интенсивности отказов.

Для определения параметров, влияющий на базовую интенсивность отказов был проведён анализ литературных источников [2-6]. В результате был выбран параметр ИЛН «максимальный допустимый ток». Данный параметр был интегрирован в существующую формулу. Далее путем расчетов была составлена конечная формула, относительная погрешность которой составила 29% и 32% соответственно.

В дальнейшем планируется корректировка формулы для уменьшения погрешности расчетов до 1%

Список использованных источников:

1. Надежность ЭРИ 2006: справочник. М.: МО РФ, 2006. С. 641

2. Cobra-Optic [Электронный ресурс] // URL:https://scitc.ru/ru/blog/114-lampy-nakachki-chast-1 (Дата обращения: 2.10.2020)
3. Свиридов В.В. Методика расчета разрядного контура в схеме импульсного питания ксеноновых ламп накачки силовых лазерных усилителей // ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ", 1-6 с
4. People laser tech [Электронный ресурс] // URL:http://www.plt.co.kr/pdf/Flashlamp_informataion.pdf (Дата обращения 3.10.2020)
5. Левашов Ю. Лампы-вспышки [Текст] / Ю. Левашов // Компоненты и технологии, №2’2004, 10-14 с
6. Directed light inc. URL: http://directedlight.com/laser-flash-lamp/ (Date of introduction: 10.10.2020)

Система управления обзором кабины самолета для мобильных авиационных стендов

Лямкин Ф.К., Иванов Б.А., Климов И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва

В последнее время для ознакомления студентов учебных заведения с реальными летательными аппаратами всё чаще применяют специализированные авиационные стенды – авиационные тренажеры. В рамках научно-исследовательской работы на 301 кафедре МАИ был разработан мобильный авиационный стенд, который является менее дорогостоящим аналогом промышленных авиационных тренажеров. В рамках этой работы возникла проблема управления обзором кабины самолета с помощью определения ориентации и положения головы оператора.

Разработка представляет из себя прибор состоящий из трех инфракрасных светодиодов для более точной работы алгоритмов и камеры, следящей за положением клипсы, закрепленной на голове оператора. Была разработана программа по отслеживанию положения и ориентации клипсы и преобразовании этих данных в линейные и угловые координаты. Далее, на основе этих данных вычисляются необходимые углы поворота камеры в симуляторе[1]. Такие преобразования обеспечивают более глубокое «погружение в виртуальную реальность»[2] оператора стенда в симуляцию для повышения его концентрации и не создают дополнительных отвлекающих факторов при взаимодействии с стендом.

Данный прибор можно использовать не только в мобильных стендах, в которых из-за размера экрана невозможно проводить осмотр всех элементов кабины без использования компьютерной мыши или дополнительного ручного устройства ввода информации, но и при разработке различных систем, в которых необходимо отслеживать положение и ориентацию головы человека для обеспечения управления.

Анализ работы и конструктивных особенностей ингаляторов для дыхания кислородно-гелиевой смесью семейства «Ингалит»

Макатров Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва

В современном мире появился запрос на разработку и внедрения методов и средств лечебного действия, обеспечивающих без каких-либо негативных последствий повышение устойчивости организма к широкому спектру неблагоприятных воздействий, с возможностью достижения быстрых и эффективных действий с применением относительно небольшой дозы лекарственного препарата и значительном снижении отрицательного системного эффекта. Это особенно актуально для профессий, как космонавт, летчик, которые в силу специфики своей деятельности подвергаются регулярному ряду негативных факторов, в частности гипобарической гипоксии.

В целях разрешения этой проблемы в ЗАО "СКБ ЭО при ИМПБ РАН" была разработана линейка изделий серии "Ингалит", предназначенная для применения в системе комплексного лечения пульмонологических, кардиологических, офтальмологических и, в особенности, хронических заболеваний. Данное семейство изделий представляет собой программно-аппаратный комплекс с биологической обратной связью, предназначенный при воспалительных заболеваний, а также для восстановительных мероприятий после экстремальных физических и эмоционально-психологических нагрузок.

Автор доклада является наряду с обучением в МАИ по совместительству сотрудником ЗАО "СКБ ЭО при ИМПБ РАН" и по роду своей профессиональной деятельности связан с производством и обслуживанием данных изделий.

В докладе приводятся практика применения подогретых кислородно-гелиевых смесей (КГС), способ ее нагрева и доставки в организм человека. Рассмотрены и проанализированы конструктивные особенности ингаляторов семейства "Ингалит" производства ЗАО "СКБ ЭО при ИМБП РАН", принцип их действия, режимы работы и технические требования, предъявляемые к данным аппаратам. На основе анализа предложены возможные способы для уменьшения массогабаритных характеристик изделия в целях модернизации с сохранением требуемых эксплуатационных свойств.

Разработка модели преобразователя частоты (ПЧ) в рамках реализации концепции полностью электрического самолёта (ПЭС)

Максаковская А.В., Мананникова Н.Г., Баршай А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Данилина А.Н.
МАИ, Москва

Зародившаяся ещё в 20 веке идея создания полностью электрического самолёта (ПЭС) не реализована во всей мере и в связи с этим остаётся актуальной и в наши дни. Преимущество электрической энергии над гидравлической и пневматической заключается в универсальности — применима к любому виду оборудования летательного аппарата (ЛА), также стоит отметить удобство её трансформации в другие виды энергии с высоким КПД, способность передаваться на значительные расстояния, и, что немаловажно, автоматизация оборудования ЛА на базе электрической энергии значительно облегчается [1].

В процессе реализации данной концепции инженеры и конструкторы сталкиваются с рядом сложностей, в том числе с увеличением потребляемой мощности бортовыми электроагрегатами. Это влечёт за собой изменения в подходе к разработке самолётных систем электроснабжения (СЭС), а именно переход от систем переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 115/200 В постоянной номинальной частоты 400 Гц к системам переменного трёхфазного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360...800 Гц [2]. Снижение требований к стабильности частоты не влияет на работоспособность значительной части потребителей (например, электрообогрев поверхностей крыла). Но так как полная реализация работы СЭС ЛА на переменной частоте на данный момент невозможна, а полупроводниковая аппаратура активно развивается, позволяя создавать устройства с высокими удельными характеристиками, то на замену интегральным привод-генераторам (ИПГ) приходят полупроводниковые преобразователи частоты (ПЧ). Эти агрегаты на борту ЛА осуществляют преобразование переменного тока переменной частоты в переменный ток постоянной частоты 400 Гц [3]. Из большого разнообразия схем для подобных устройств наибольшее распространение получили две: с промежуточным звеном постоянного тока и с непосредственной связью. Они различаются между собой способом преобразования частоты.

Принцип действия преобразователей с промежуточным звеном постоянного тока основан на двукратном преобразовании энергии: переменный ток «плавающей» частоты преобразуется в постоянный ток, а затем в переменный ток постоянной частоты. Преобразователи же с непосредственной связью (или циклоконверторы) однократно преобразуют электрическую энергию. Для разработки выбран ПЧ со звеном постоянного

тока. Он прост в реализации и наиболее полно отвечает современным требованиям к авиационным системам.

От данного преобразователя на борту летательного аппарата будет осуществляться питание таких потребителей электроэнергии, как электроприводы, встроенные блоки питания различных комплексов и другие [4]. Так, ПЧ рассчитан на мощность 9 кВА при длительном режиме работы. Его схема состоит из трёхфазного выпрямителя — диодного моста, входного сглаживающего С–фильтра, трёхфазного инвертора, выходного LC–фильтра. Трёхфазный инвертор состоит из трёхфазных модулей или шести полупроводниковых ключей, которые шунтированы в обратном направлении диодами. Полупроводниковые ключи представляют собой IGBT–транзисторы, преимуществами которых является: скорость переключения, управляемость моментами переключений, малая мощность управления затвором, компактность. Шунтирование диодами обусловлено необходимостью защиты полупроводниковых ключей и, так как в ряде случаев мы имеем индуктивную нагрузку, мгновенное переключение транзисторов невозможно, и некоторую часть периода ток будет протекать в прежнем направлении. Управление силовыми ключами инвертора осуществляется специальной схемой управления (СУ). Моделирование электрической схемы с целью проверки её работоспособности и корректировки расчётных значений было произведено на базе программы OrCAD PSpice.

Системы электроснабжения переменного тока переменной частоты с использованием ПЧ активно применяются на зарубежных самолётах, например, на Airbus A380, Boeing 787 Dreamliner, F–35. На отечественных ЛА СЭС с «плавающей» частотой уже частично реализованы на Су–80 и некоторых модификациях Су–25, что служит базой для последующих разработок и исследований в данной области.

Список использованных источников:

1. А. В. Лёвин, С. М. Мусин, С. А. Харитонов, К. Л. Ковалев, А. А. Герасин, С. П. Халютин; под. Ред. С. М. Мусина; Электрический самолёт: концепция и технологии. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. — Уфа: УГАТУ, 2014, С. 9.

2. ГОСТ Р 54073—2017. — СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ САМОЛЕТОВ И ВЕРТОЛЕТОВ. Общие требования и нормы качества электроэнергии.

3. Грузков С.А. Электрооборудование летательных аппаратов. Учебник для вузов в двух томах. — М.:Издательский дом МЭИ, 2008. Том 1 с. 430—437.

4. Аверин С.В., Данилина А.Н., Следков Ю.Г. Бортовые преобразователи частоты с рекуперацией электроэнергии. — Практическая силовая электроника, № 2 (50), 2013, С. 13—16.

Модуль электропитания для интегрированной бортовой системы регистрации

Мананникова Н.Г., Максаковская А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов Д.А.
МАИ, Москва

Бортовые средства регистрации предназначены для сбора и хранения информации о работоспособности систем оборудования самолета и оценки действий лётчика при выполнении полётного задания. Они способны регистрировать параметрическую, звуковую и видеоинформацию и являются частью объективного контроля. Благодаря системам регистрации получают информацию о полёте, параметрах движения самолета, а анализ этих параметров производится на автоматизированном рабочем месте.

На самолетах чаще всего применяются бортовые регистраторы информации параметрической, звуковой и видеоинформации, выполненные в виде отдельных систем. Однако наличие в составе ряда сходных по назначению и решаемым задачам компонентов, а также современная элементная радиоэлектронная база позволяют перейти к разработке единой бортовой системы регистрации.

На сегодняшний день ПАО «Компания «Сухой» занимается разработкой интегрированной бортовой системы регистрации (ИБСР), которая выполняет все функции

отдельно выполненных систем регистрации. Для функционирования узлов ИБСР необходим модуль вторичного электропитания.

К модулям питания подобных устройств предъявляются жесткие требования такие, как напряжение питания равное 27 В с качеством по

ГОСТ 54073-2017, размах пульсаций выходного напряжения не должен превышать 0,05 В, максимальный ток нагрузки должен быть 2 А, а мощность на нагрузке 24 Вт, рабочая температура от минус 40 ˚С до +70˚С, обязательна гальваническая развязка и КПД должен быть не менее 82%.

Согласно вышеперечисленным техническим требованиям выбрана структура однотранзисторного обратноходового каскада благодаря своим главным преимуществам таким, как дешевизна и простота реализации, отсутствие проблемы сквозных токов и симметрирования сердечника трансформатора. Обратная связь обеспечивается и имеется как по напряжению, так и по току. Основная ее особенность состоит в том, что реализуется на оптроне (фоторезистор-светодиод). Сердечник трансформатора, опираясь на заявленные требования, выбирался марки ГАММАМЕТ (ГМ54ДС), а выходной транзистор IRF255. После чего был произведен расчет схемы, на основе которого создана модель в среде PSpice.

Достоинства созданного устройства заключаются в том, что устройство имеет защиту от коротких замыканий и аварийных перегрузок по току. Более того, наличие подчиненного регулирования по току обеспечивает стабильность работы, а RCD-цепь выполняет роль защиты от импульсных перенапряжений.

Для проверки работоспособности схемы было проведено с помощью имитационного компьютерного моделирования исследование стабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания и нагрузки. При этом результаты моделирования показали, что источник вторичного электропитания работает устойчиво и размах пульсаций менее заявленного в техническом задании.

Список использованных источников:

1. Импульсные преобразователи постоянного напряжения для систем вторичного электропитания / Р. Севернс, Г. Блум; Перевод с англ. под ред. Л. Е. Смольникова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 292,[1] с.: ил.; 22 см.; ISBN 5-283-02435-0 (В пер.)

2. Ю.Н. Стародубцев, В.Я. Белозеров "Магнитные свойства аморфных и нанокристаллических сплавов". Екатеринбург. Издательство Урал. Уральского университета. 2002. 384 с.

3. Моин В. С. Стабилизированные транзисторные преобразователи.— М.: Энергоатомиздат, 1986. 376 с.

Проблемы обработки изображений компьютерной томографии печатных плат

Минасян В.Б., Кадочников А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Протасов В.И.

МАИ, Москва

В настоящее время, в связи с постоянным усложнением электроники, всё острее встает вопрос надежности, т.к. уплотнение компонентов и усложнение техпроцесса производства повышают требования к качеству изготовления. В связи с этим рентгеновский контроль становится всё более актуальным. Большое количество инспектируемых узлов неизбежно приводит к увеличению вероятности пропуска дефекта оператором. Помимо этого, существует проблема обнаружения некоторых видов дефектов, которые могут быть видны только при определенных углах наблюдения, а также участков плат, находящихся в тени радиаторов.

Один из вариантов решения данной проблемы предполагает использование метода компьютерной томографии. Работа с трехмерными рентгеновскими изображениями позволит более точно определить объем и расположение пустот в паяных соединениях, а также может дать информацию о других возможных дефектах пайки.

Основными сложностями при использовании данного метода являются обработка данных и восприятие трехмерных растровых изображений оператором.

Поскольку существующие системы распознавания образов реализованы только для двухмерных изображений, необходимо разработать алгоритм, который позволит производить распознавание паяных соединений и пустот в трехмерном пространстве. При этом возникает проблема недостаточной разрешающей способности рентгеновских изображений, из-за чего распознавание пустот в паяных соединениях размерами, сопоставимыми с размером вокселя, может быть затруднено. В качестве решения планируется разработать алгоритм, использующий нейросеть, который позволит увеличить разрешение трехмерного рентгеновского изображения, повышающий качество распознавания.

Для улучшения восприятия трехмерных изображений оператором предполагается использовать подсвечивание областей, определенных нейросетью как дефектные, что позволит видеть их без необходимости перехода к слою изображения, на котором они находятся.

Список использованных источников:

1. Минасян В.Б. «РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ» // Авиация и космонавтика - 2018. Тезисы 17-ой Международной конференции. 2018. С. 185-186.

2. Минасян В.Б. «ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ТОПОЛОГИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ» // Гагаринские чтения - 2019. Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 285-286.

3. Минасян В.Б. «Методы автоматизации рентгеновской инспекции печатных плат» // Гагаринские чтения - 2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 361.

4. Минасян В.Б., Баранов В.Ю. «Проблемы использования компьютерной томографии и способы их решения для задачи контроля печатных узлов» // Авиация и космонавтика - 2020. Тезисы 19-ой Международной конференции. 2020. С. 290-291.

Измерительно-вычислительный канал приборной скорости системы воздушных сигналов самолета с неподвижным невыступающим приемником воздушного потока

Мифтахов Б.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Солдаткин В.М.

КНИТУ–КАИ, Казань

Бурное развитие гражданской авиации, возрастающая плотность полетов летательных аппаратов в воздушном пространстве, эти факторы приводят к ужесточению норм эшелонирования. При повышении норм эшелонирования, для обеспечения безопасности возникает потребность в значительном повышении точности измерения всех воздушных сигналов описывающих движение летательного аппарата относительно окружающей среды. Наряду с разработкой новых воздушных приемников информации, в последние десятилетия шло усовершенствование известных конструкций приемников воздушных давлений.

Традиционные системы воздушных сигналов летательных аппаратов построены на аэрометрическом и аэродинамическом методе, и включают в себя множество датчиков. Для измерения воздушных сигналов самолета используется выносные в набегающий воздушный поток и распределенные по фюзеляжу датчики и приемники. Такте как: приемники воздушных давлений и температуры воздушного потока, флюгерные датчики аэродинамических углов атаки и скольжения. Данные выносные датчики нарушают аэродинамику самолета, это значительно заметно при маневрировании летательного аппарат, все это является причиной возникновения методических и инструментальных погрешностей измерений, которые в свою очередь зависят от параметров полета и окружающей среды. Так

же многообразие этих приемников и датчиков усложняет конструкцию системы, приводит к увеличению массовых характеристик и удорожает систему.

Данные факторы затрудняют и делают невозможным установку традиционных систем воздушных сигналов на современные малогабаритные летательные аппараты. Поэтому с целью повышения точности измерения воздушных сигналов, упрощения конструкции системы, ее удешевлению и уменьшению ее массы необходимо построить систему с использованием одного неподвижного невыступающего многофункционального приемника набегающего воздушного потока на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости.

Раскрывается функциональная схема и алгоритм работы канала измерения приборной скорости, системы воздушных сигналов, построенной на основе ионно-меточного датчика аэродинамического угла и истинной воздушной скорости, которые обеспечивают высокую точность измерения в широком диапазоне измерения приборной скорости. С целью измерения измерения всех воздушных сигналов самолета на внешней поверхности ионно-меточного датчика предлагается установить отверстие для приема статического давления, которое пневмоканалом связывается со входом датчика абсолютного давления,выход подключается в вычислительное устройство (ВУ).

ВУ выполнено в виде вычислителя, реализующего алгоритмы вычисления приборной скорости без использования информации о полном давлении и температуре торможения.

Таким образом, по сравнению с традиционными системами предлагаемая система имеет ряд существенных преимуществ: обеспечивает измерение всех воздушных сигналов, в том числе и приборной скорости, в одной точке поверхности самолета с помощью одного многофункционального неподвижного невыступающего приемника потока. Использование данного датчика не изменяет аэродинамику самолета и не влияющет на его аэродинамические характеристики; получение всех выходных сигналов обеспечивается в цифровой форме, что упрощает их использование в современных системах обработки и отображения информации, других технических системах. Всё это определяет перспективы применения вариантов системы на самолетах различного класса и назначения.

Исследование характеристик терморегулирующих покрытий, получаемых методом микродугового оксидирования на алюминиевых сплавах

Наумова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Эпельфельд А.В.
МАИ, Москва

Новые материалы на основе алюминия и его сплавов широко используются в областях авиационного, космического, автомобильного и корабельного приборостроения. Это связано с удачным сочетанием таких характеристик, как сравнительно малая плотность и большая удельная прочность, хорошая обрабатываемость резанием и свариваемость [1]. Однако данные материалы имеют также некоторые недостатки, среди которых – низкая износостойкость и недостаточно высокая коррозионная стойкость, особенно в агрессивных средах. В связи с этим для повышения эксплуатационных характеристик алюминиевых материалов применяются различные виды их поверхностной обработки. Среди прогнозов научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу выделяются методы модифицирования поверхности конструкционных материалов с применением плазменных технологий [2, 3].

В авиационном и космическом приборостроении алюминий и его сплавы применяются для изготовления корпусов и элементов приборов с учетом обеспечения стабильного теплового режима их работы. В связи с этим, весьма актуальным является получение на алюминиевых сплавах термооптических регулирующих поверхностных слоев. Одним из наиболее перспективных методов формирования многофункциональных терморегулирующих покрытий на изделиях из алюминия и его сплавов является микродуговое оксидирование (МДО) [4].

Микродуговое оксидирование – один из видов электролитно-плазменной обработки, получающий в последнее время все более широкое распространение для формирования многофункциональных керамикоподобных покрытий. МДО относится к электролитно-плазменным процессам, его отличительной особенностью является использование энергии электрических микроразрядов, хаотично мигрирующих по поверхности обрабатываемых в электролите изделий. Это, в свою очередь, позволяет получать поверхностные слои с регулируемыми в широком диапазоне составом, структурой, морфологией и свойствами и использовать их в качестве износостойких, коррозионно-защитных, диэлектрических, термостойких, а также декоративных покрытий. Подробное описание теории, технологии и оборудования для микродугового оксидирования приведено в монографиях [5−7].

МДО-покрытия формировали на образцах из алюминиевого сплава Амг6 в анодно-катодном режиме с частотой 50 ГЦ при суммарной плотности токов 10 А/дм2 и равенстве анодного и катодного токов. Покрытия оптически белого цвета получали в силикатно-щелочном электролите. Для получения покрытий оптически черного цвета в силикатно-щелочной электролит добавляли ванадат аммония.

В результате исследования термооптических характеристик МДО-покрытий было установлено, что они в значительной степени зависят от структуры и морфологии поверхности покрытия. На поглощающую и излучателю способность МДО-покрытий наибольшее влияние оказывают их толщина и шероховатость. При небольших толщинах покрытие может быть частично прозрачным в оптическом и инфракрасном диапазонах, поэтому для них значение коэффициентов отражения и поглощения будет определяться в том числе и материалом металлической основы. При толщине МДО-покрытия более 50 мкм влияние материала подложки становится незначительным.

Список использованных источников:

1. Advanced Materials in Automotive Engineering / Ed. by Jason Rowe // Woodhead Publishing, 2012. – 352 p.

2. Соколов, А.В., Чулок, А.А. Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты//Форсайт. 2012. № 1(6). С. 2–25.

3. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу. Режим доступа: http://www.pushkin.institute/innovations/npa/Prognoz_dolgosrok.pdf.

4. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

5. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов. В 2-х томах. Том II. – М.: Техносфера, 2011. – 512 с.

6. Эпельфельд А.В., Белкин П.Н., Борисов А.М., Васин В.А., Крит Б.Л., Людин В.Б., Сомов О.В., Сорокин, В.А. Суминов И.В., Францкевич В.П. Современные технологии модификации поверхности материалов и нанесения защитных покрытий: в 3 т. Т. I: Микродуговое оксидирование. – М.; СПб.: Реноме, 2017. – 648 с.

Исследование способов контроля параметров электрооборудования ЛА на примере блока контроля однофазного инвертора

Нерущенко Е.Е.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Данилина А.Н.

МАИ, Москва

Инвертор — электротехническое устройство, предназначенное для преобразования энергии постоянного напряжения в энергию переменного напряжения.

Для мониторинга работы, защиты однофазного инвертора (ОИ), а также индикации необходимо отдельное устройство, а именно блок контроля однофазного инвертора (БКОИ).

БКОИ состоит из микроконтроллера (МК), измерителей различных параметров (датчиков) ОИ и индикации.

Микроконтроллер (МК) – устройство, осуществляющее приём, обработку и выдачу информации по программе, записанной в его памяти, является главной частью БКОИ. Используется 8-битный МК фирмы MicroChip PIC16F84A с тактовой частотой 20 МГц.

Виды датчиков:

1) Датчики входного и выходного тока.

Входной ток измеряет обыкновенный измерительный шунт, откалиброванный на напряжение 75 мВ, что очень мало для дальнейшей обработки в микроконтроллере, поэтому дополнительно усиливаем его с помощью операционного усилителя (ОУ) до ≈ 5В, то есть до напряжения питания микроконтроллера.

Выходной ток измеряет цифровой датчик Холла TLE4997E2XALA1 фирмы Infineon Technologies. Он имеет выходной ток 1 мА, работает при напряжении 4,5 – 5,5 В, которое соизмеримо с напряжением питания микроконтроллера.

2) Датчики входного и выходного напряжения.

Входное напряжение измеряется простым резистивным делителем напряжения, который для данного напряжения на входе создает на выходе напряжение, которое является некоторой частью входного. Использование такого простого датчика целесообразно, так как мы используем его для пороговой цепи защиты. На выходе делителя имеем напряжение ≈ 4В.

Выходное напряжение инвертора сперва понижается с помощью трансформатора до величины, допустимой для работы микросхем, а далее измеряется пиковым детектором, состоящим из операционных усилителей, блокирующих диодов, конденсатора обратной связи, транзисторного ключа, необходимого для разряда конденсатора.

3) Датчик частоты выходного напряжения.

Для того, чтобы иметь информацию о частоте выходного напряжения мы используем нуль-детектор. Он состоит из ОУ и резисторов. ОУ используется в качестве компаратора для сравнения опорного сигнала нулевого напряжения с сигналом выходного переменного напряжения инвертора. При пересечении двух сигналов имеем на выходе датчика короткие импульсы, по фронтам которых МК может вычислить частоту напряжения.

4) Датчик температуры.

Используется 9-битный цифровой датчик температуры DS1620S+ фирмы Dallas Semiconductor с диапазоном измерения от -55 °C до +125 °C, точностью +/- 0,5 °C и рабочим напряжением ≈ 5В.

Для того, чтобы микроконтроллер «понимал» информацию с аналоговых датчиков, в нём есть преобразователи аналогового сигнала в цифровой. Этими преобразователями являются АЦП (аналого-цифровые преобразователи). На вход АЦП поступает аналоговый сигнал и после времени преобразования на его выходе появляется цифровой код.

Виды индикации:

• О наличии напряжения на входе;
• О включенном состоянии;
• Об аварийном режиме.

Виды защит:

• От сверхтоков;
• От перенапряжений;
• От исчезновения или недопустимого снижения напряжения на входе;
• От токов внутреннего и внешнего короткого замыкания.

Также обеспечивается селективность данных видов защит.

Применение именно цифровой системы регулирования имеет большие плюсы:

1) она имеет память в отличие от аналоговой;

2) позволяет управлять источником напряжения в реальном времени за счет встроенного ПО;

3) Можно изменять законы управления путем переписывания, перепрошивки программы, не заменяя при этом никаких компонентов на плате.

В результате получилось устройство, способное контролировать работу однофазного инвертора, а именно измерять значения его основных параметров, защищать от различных сбоев, показывать индикаторами состояние работы.

Список использованных источников:

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – Изд. 2-е. – М.; Издательство БИНОМ. – 2014.

2. ГОСТ 24376-9. Инверторы полупроводниковые. Общие технические условия. Введ. 01.01.1992. М.: Издательство стандартов, 1991.

3. ГОСТ Р 54073-2017. Системы электроснабжения самолётов и вертолётов. Общие требования и нормы качества электроэнергии. Введ. 01.06.2018. М.: Стандартинформ, 2018.

Разработка концепции отечественного гольфкара с электрическим приводом

Оганян Э.А., Антоненков М.А.

ТулГУ, Тула

В настоящее время перспективным направлением является разработка автотранспортных средств с электрическим приводом, которые можно рассматривать как альтернативу существующим транспортным средствам. Отечественные разработки электромобилей носят единичный характер и представлены: ZETTA CITY MODUL (ООО «ЗЕТТА») [1], КАМА-1 (СПбПУ) [2], ЭЛЕКАР 5E-TIGARBO (ЗАО «КОМЗ-Экспорт») [3], КАМАЗ-ЧИСТОГОР (ПАО «КАМАЗ») [4], МУРАВЕЙ ВТС 01 (ООО «Туламаш-Тарпан») [5]

Из перечисленных транспортных средств достаточно перспективными является гольфкары с электрическим приводом. Это объясняется тем, что гольфкары с электрической тягой будут востребованы в рекреационных районах (парки, заповедники, музейные комплексы, санатории и дома отдыха) из-за их бесшумности и экологичности. Данный вид техники принесёт не только экономическую выгоду, но и гармонично впишется в экологическую обстановку территории.

Проанализировав рынок гольфкаров [6], мы выяснили, что их пассажировместимость варьируется от 2 до 8 человек. Этих мест не всегда бывает достаточно, что ограничивает их использование. Так, например, исходя из опыта музея-заповедника «Ясная поляна» экскурсионная группа обычно составляет до 10 человек. Отечественные аналоги подобных транспортных средств в настоящее время отсутствуют.

Таким образом, актуальным является разработка концепции отечественного гольфкара с электрическим приводом и пассажировместимостью до 10 человек. В данной работе предложена рациональная концепция базы (ходовой части) электромобиля с 10 посадочными местами, базирующаяся на разработке и экспериментальных исследованиях электромобилей.

Рассмотрев аналоги [1-5], мы пришли к выводу, что наиболее рационально выбрать заднеприводную компоновку. Такой тип привода позволяет обеспечить меньший радиус разворота, обладает лучшими динамическими показателям, меньшие усилия на рулевом колесе за счет меньшей нагрузки на переднюю ось.

Другой важной характеристикой автомобиля является тягово-динамические показатели. В основном эти показатели обеспечиваются двигателем и редуктором. Подбор электродвигателя был произведён исходя из полной массы автомобиля и требуемой скорости (20-30 км/ч). Для данного образца рекомендуется двигатель мощностью 5-7 кВт с напряжением 48 В.

В качестве рамы предлагается использовать стальную сварную рамную конструкцию, состоящую из двух продольных лонжеронов, соединённых между собой поперечинами.

Для данной компоновки рекомендуется пружинная или рессорная подвеска с обязательной установкой амортизаторов.

Для соблюдения правильного расположения центра тяжести целесообразно разместить блок аккумуляторов за задней осью автомобиля. Таким образом, 57 % от общей массы автомобиля приходится на заднюю ось, остальные 43 % – на переднюю.

Чтобы обеспечить требуемый запас хода (70 км) и экологичность целесообразно использовать необслуживаемые гелиевые или AGM аккумуляторы емкостью не менее 170 Ач. Их преимуществами гелиевых АКБ являются:

• Более долгий срок службы (При правильной эксплуатации составляет не менее 10 лет. На уменьшение срока службы влияют низкие температуры (от -30°С) и слишком высокие (от +50°С));

• Не требуют обслуживания;

• Большое количество циклов заряда-разряда (от 350 до 1200);

• Не требуют срочной зарядки;

• Более безопасны (гелиевая текстура предотвращает возможность выливания и исключает выделение газа в процессе эксплуатации);

• Высокая эффективность;

Для увеличения запаса хода возможна установка дополнительного блока аккумуляторов, для достижения суммарной ёмкости в 340 Ач.

Благодаря правильному распределению нагрузки на оси обеспечивается безупречное сцепление задних покрышек с дорогой, что позволяет двигаться по плохому покрытию.

Ездовые испытания показали перспективность предложенной концепции гольфкара с электрическим приводом.

Список использованных источников:

1. Zetta - электрические машины. URL: http://e-zetta.ru/
2. КАМА-1 – первый российский электромобиль, разработанный на основе технологии цифровых двойников. URL: https://nticenter.spbstu.ru/article/kama-1
3. Гольфкары Tigarbo URL: http://tigarbo.eco/
4. КАМАЗ-ЧИСТОГОР – первый грузовой электромобиль от «КАМАЗА». URL: https://kamaz.ru/press/releases/kamaz_chistogor_pervyy_gruzovoy_elektromobil_ot_kamaza_/
5. Внутризаводские транспортные средства - ПО Туламашзавод. URL: http://www.tulamash.ru/catalog/97
6. Интернет магазин ROMANOV-MOTORS URL: https://romanov-motors.ru/
7. Высокомобильное шасси электромобиля / Казаргельдинов Р. Р., Трапезников А.Н., Зюзин В.Н., Назаренко С.В. 2020. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43893250
8. Перспективы развития электромобилей в российской федерации. / Донцов С.А. 2020 URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44013139

Разработка оборудования и технологий для модификации перспективных материалов для изготовления элементов приборов

Петелин Н.А., Федотикова М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев А.М.
МАИ, Москва

Модификация свойств материалов, для изготовления элементов приборов, с целью их повышения, а также получения новых, является крайне перспективной и актуальной темой, открывающей новые горизонты приборостроения. Для приборостроения очень важным являются модификации рулонных пористых материалов, имеющих большие перспективы в будущем при построении приборов, бортовой электроники и электрики летательных аппаратов, а также фотоэлектрических преобразователей (ФЭП), представляющих большую важность для космического приборостроения.

При модификации очень важны свойства коллоидного раствора, необходимо сохранить наночастицы в коллоидной среде, не переходя в микрочастицы. В результате ряда экспериментов был определен диапазон режимов для производства оптимальных коллоидных растворов.

Для металлизации рулонных углеродных пористых тканевых материалов был разработан и улучшен комплекс оборудования, представленный в виде технологической линии состоящей из системы подготовки воды, установки для получения коллоидных растворов металлов, ресивера для накопления коллоидного раствора металлов, экспериментальной рулонной установки модульного типа для электрофореза, в которую заправлена лента углеродного пористого тканевого материала (бусофита).

Экспериментальная рулонная установка состоит из модуля подачи ленты, модулей с электрофореза, для проведения процесса электрофореза, модуля сушки ленты и приемного модуля, а также системы трубопроводов и насоса для подачи коллоидного раствора.

Преобразование энергии в фотоэлектрических преобразователях основано на фотовольтаическом эффекте, который возникает в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Они обладают высокой надежностью, однако величина фото-ЭДС при использовании фотоэлемента из кремния обычно не превышает 0,5 В. Для изготовления достаточно мощных ФЭП отдельные фотоэлементы соединяют друг с другом в солнечные батареи. КПД кремниевой солнечной батареи невелик – порядка 16 %, хотя теоретический предел для кремния составляет около 33 %. Основная причина такого низкого КПД состоит в том, что из всего спектра солнечного излучения в электричество преобразуется лишь небольшая его часть.

Одним из перспективных путей повышения КПД является осаждение на приёмную поверхность плазмонных наночастиц, покрытия из которых представляют собой плёнки металлов с неоднородностью поверхности на нанометровом размерном уровне. Такие материалы обладают уникальными оптическими свойствами, обусловленными эффектом поверхностного плазмонного резонанса (ППР).

В докладе рассматриваются достижения и результаты, полученные при выполнении работ по модификации свойств, как углеродных пористых материалов, так и фотоэлектрических преобразователей.

Разработка AR приложения для сопровождения сборочных операций

Пушкарева А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хомутская О.В.
МАИ, Москва

В сфере образования активно внедряются цифровые технологии: традиционные методы, используемые в образовательных учреждениях, закономерно устаревают. Любое обучение предполагает развитие получаемых знаний и практических навыков. Так, в контексте цифровых технологий, для этих целей используется метод интерактивного обучения, такой как использование приложений основанных на технологий дополненной реальности (AR, augmented reality).

В рамках развития существующей образовательной программы ведется разработка AR приложения для сопровождения сборки технических средств, необходимых для обучения. В качестве исследуемого объекта выбран турбонасосный агрегат РД-120. В памяти приложения загружены объемные модели деталей объекта и инструкции его последовательной сборки. Визуализация сборочного процесса происходит при захвате натурного объекта с помощью видеокамеры устройства на базе операционной системы Android.

Функционалом приложения является считывание данных выбранного объекта из реальной среды и наложение запрограммированной информации. Таким образом происходит отображение процесса сборки на экран устройства. Работа приложения включает в себя:

Считывание физического объекта через камеру устройства;

Обработку изображения;

Вывод на экран устройства анимированного изображения соединения деталей;

Минимальный интерфейс взаимодействия с пользователем.

Однако, в ходе разработки приложения обнаружены следующие проблемы используемой технологии:

Низкая скорость обработки и вывода анимации;

Низкое качество позиционирования выводимой информации;

Детали, имеющие блики или отражающие поверхности, обрабатываются хуже;

Главной задачей разработки стало улучшение обработки входного изображения вне зависимости от материала детали, а также повышение точности наложения анимированной модели на экране устройства при помощи технологии Model Target от Vuforia.

Разработанное AR приложение отличается интуитивным управлением, что дает возможность самостоятельно изучить процесс сборки агрегата и сократить нагрузку на преподавателя в ходе выполнения поставленной задачи. Индивидуальная практическая работа над сборкой способна значительно повысить качество освоения материала. В силу того, что разработка ведется в мультиплатформенной среде Unity, приложение можно портировать на различные системы, такие как Windows, OS X и другие.

Разработка универсального контроллера управления роботом

Сапронов Д.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

В настоящее время роботы нашли широкое применение практически во всех сферах жизни от применения в быту до открытого космоса. Основными достоинствами роботизированной системы являются: увеличение скорости работы и повышение качества продукции. Промышленные роботы могут применяться для сварки, покраски, сборки и прочих операций, которые требуют высокую скорость, точность и многократное выполнение одних и тех же операций с заданными параметрами. Согласно отчету Национальной Ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), в России, установлено около 900 промышленных роботов, от компаний: «FANUC Ltd», «ABB Robotics» и «KUKA Robotics Corporation», являющихся лидерами на мировом рынке по производству роботов. В связи с тем, что конкурентоспособные российские промышленные роботы практически отсутствуют, возникает проблема замены иностранных роботов отечественными аналогами. Для решения проблемы, на кафедре 307 Московского авиационного института разрабатывается универсальный контроллера управления промышленными роботами.

При разработке российского универсального контроллера используется порядка 90 процентов компонентов отечественной элементной базы, свое программное и аппаратное обеспечения. Программное обеспечение максимально гибкое и защищенное, что позволяет пользователю не беспокоиться о потере данных и настраивать робота под требуемы задачи. Аппаратная часть представляет собой следующие взаимосвязанные блоки:

- Центральный вычислительный блок
- Блок интерфейсов управления
- Блок интерфейсов периферии
- Блок управления драйверами

В качестве прототипа центрального вычислительного блока используется одноплатный компьютер Raspberry Pi, работающий на процессоре Broadcom BCM2835 SoC с архитектурой ARM. Преследуя идею импортозамещения, дальнейшее проектирование контроллера предполагает использование компьютера на базе процессора отечественной разработки Байкал BE-T1000 на архитектуре MIPS32. Для обнаружения, проверки и идентификации объектов используется система компьютерного зрения, которая входит в состав блока интерфейсов управления. Также, пользователь сможет подключать дополнительные датчики для расширения возможностей робота. Данная функция реализуется с помощью блока интерфейсов периферии. Особое внимание нужно уделить блоку управления драйверами, потому что именно благодаря этому блоку и достигается универсальность контроллера. Данная подсистема управления позволит подключать любые

органы управления и выполнять поставленные перед роботом задачи. Создание данного контроллера позволит не только управлять существующими моделями роботов, но и значительно упростит и удешевит разработку российских промышленных и учебных роботов.

Анализ работы и конструктивных особенностей дыхательного тренажера ТД-1

Толкачева И.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.
МАИ, Москва

Укрепление здоровья, продление и сохранение профессионального долголетия на высоком уровне физической и психоэмоциональной готовности лиц опасных профессий, является важнейшей задачей медицинского обеспечения в сферах деятельности такого рода.

В целях разрешения этой проблемы в ЗАО "СКБ ЭО при ИМПБ РАН" был разработан комплект аппаратных средств для адаптации к гипобарической гипоксии ТД-1, предназначенный для подготовки космонавтов и летчиков с целью повышения устойчивости организма к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, а также адаптации к гипобарической гипоксии, который представляет собой программно-аппаратный комплекс с биологической обратной связью, предназначенный для проведения интервального дыхания гипоксическими и гипероксическими кислородно-гелиевыми смесями.

Автор доклада наряду с обучением в МАИ является по совместительству сотрудником ЗАО "СКБ ЭО при ИМПБ РАН" и по роду своей профессиональной деятельности связан с подготовкой производства и обслуживанием данного комплекта аппаратных средств.

Целью настоящей работы является изучение принципа действия, состава и конструктивных особенностей тренажера дыхательного ТД-1.

В докладе приводятся обоснование практического использования подогретых кислородно-гелиевых смесей (КГС), способ ее нагрева и доставки в организм человека. Рассмотрены и проанализированы конструктивные особенности дыхательного тренажера ТД-1 производства ЗАО "СКБ ЭО при ИМБП РАН", принцип действия, режимы работы и технические требования, предъявляемые к данному аппарату. На основе анализа предложены возможные способы для улучшения выходных параметров и снижении трудоемкости при изготовлении дыхательного тренажера ТД-1.

Отработка технологии получения биметаллического переходника сталь 08Х18Н10Т- циркониевый сплав Э125

Федотов А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Никитина Е.В.
МАИ, Москва

Для оценки механических свойств оболочки отработавшего ТВЭЛа, а также для определения остаточной толщины стенки проводят высокотемпературные циклические испытания на временную ползучесть. В связи с этим возникает необходимость использовать изделие, представляющее собой переходник между оболочкой ТВЭЛа из циркониевого сплава Э110, и зажимом испытательной машины.

Взаимодействие циркония с железом, в том числе ограниченная взаимная растворимость в твердом состоянии, наличие легкоплавкой (934°С) эвтектики и нескольких интерметаллидов создают значительные технологические трудности при изготовлении биметаллических соединений традиционными способами — сваркой плавлением, наплавкой. Помимо всего прочего почти тройная разница в коэффициенте линейного расширения циркония и стали создает дополнительные трудности из-за высоких остаточных напряжений после сварки.

Целью данной работы является отработка новой технологии, а также подбор оптимальной геометрии резьбового контакта.

В работе исследуется резьба М12 с разной величиной шага:

Р1 = 1,75 мм, Р2 = 1,5 мм, Р3 = 1,25 мм, Р4 = 1 мм, Р5 = 0,75 мм, Р6 = 0,5 мм.

На основании расчетов установлено, что при переходе с шага резьбы Р = 1,75 на шаг Р = 0,5, площадь контакта увеличивается на 20%, в следствие чего прочность соединения также увеличивается на 20%.

Была проведена сварка шести переходников с различными шагами резьбы для определения характера диффузионной прослойки. После проведения металлографического контроля на каждом сваренном образце оказалось, что четыре из шести образцов с дефектами. Лучшие бездефектные соединения были получены при резьбе М12х1 и М12х1,25.

Вывод: в результате исследовательской работы выполнен переход от диффузионного соединения, к диффузионному винтовому с незначительными изменениями детали. Установлено, что оптимальный контакт и повышенная прочность соединения наблюдаются при резьбе М12х1.

АПК реабилитации мышц нижних конечностей при разрыве крестообразных связок

Федотов А.И.

Научный руководитель — к.т.н. Брико А.Н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

В России ежегодно около 18% населения получают случайные или операционные травмы и заболевания опорно-двигательного аппарата [1].

Разрыв крестообразных связок колена является наиболее часто встречающимся среди всех повреждений коленного сустава у лиц трудоспособного возраста. При данном повреждении возникает ослабление или полное выпадение функций мышц нижних конечностей, наступает атрофия.

Для восстановления функций мышечной ткани могут применять метод электромиостимуляции. Метод электромиостимуляции повышает возбудимость стимулируемой мышцы, увеличивает запас АТФ, ускоряет доставку питательных веществ, уменьшает накопление молочной кислоты, ускоряет метаболизм [2].

Применение прерывистой пневмокомпрессии и электромиостимуляции в комплексе с упражнениями позволяет повысить эффективность реабилитации больных и ускорить восстановление нарушенных функций верхней конечности после перелома [3].

Использование электромиостимуляции, высокобелковой диеты и упражнений сокращают срок реабилитации и увеличивают мышечную силу после разрыва крестообразной связки [4].

Для оценки параметров биопотенциала и объективного отображения мышечной силы можно воспользоваться методом электромиографии (ЭМГ). Электромиография – это метод регистрации электрической активности мышц.

Таким образом, актуальной проблемой на сегодняшний день является сокращение срока реабилитации пациентов после разрыва крестообразной связки и предотвращение нарушений нормального функционирования мышц.

Эффективным решением в данной ситуации может стать разработка АПК реабилитации мышц нижних конечностей при помощи терапевтического воздействия методом электромиостимуляции в процессе реабилитации после разрыва крестообразной связки. Данный прибор будет решать такие проблемы, как атрофия, нарушение сократимости, способствовать увеличению силы мышечного волокна, что повлияет на сокращение срока реабилитации.

Разрабатываемы прибор будет обладать следующими функциями:

1. Регистрация ЭМГ
2. Выведение показателя сигнала ЭМГ для определения мышечной силы
3. Электромиостимуляция при заданном режиме.

Структурная схема прибора состоит из следующих компонентов:

1. Электроды
2. Инструментальный усилитель
3. Фильтр частот
4. АЦП
5. Микроконтроллер
6. Генератор импульсов
7. ПК

Инструментальный усилитель для регистрации биопотенциалов должен обладать входным импедансом не менее 10 МОм, диапазоном входного сигнала до 500 мкВ, ослаблением синфазного сигнала 80 дБ, напряжению шумов не менее 8 мкВ, коэффициентом усиления с возможностью изменения от 635 до 50000 раз с полосой пропускания 20Гц – 500Гц и частотой дискретизации: 2000Гц – 10000Гц.

Фильтр верхних частот должен обладать частотой среза 20Гц. Также для качественного аналого-цифрового преобразования необходимо применить фильтр нижних частот на частотах от 400 Гц до 500 Гц. Значение затухания обоих фильтров должно быть 40 дБ/дек.

Для данного устройства необходимо использовать АЦП последовательного приближения с разрядностью до 16 бит.

Микроконтроллер будет отвечать за прием сигнала с АЦП при помощи интерфейса SPI, его обработку и передачу на компьютер полученных данных для анализа. Другим назначением микроконтроллера будет являть генерация сигналов для блока генератора импульсов, который отвечает за электромиостимуляцию.

В генераторе импульсов для стимуляции применяется переменный ток [2]. Форма стимулирующего импульса должна быть прямоугольная. Верхняя граница частоты не должна превышать 100 Гц – 120 Гц. Длительность импульса порядка 1мкс, но есть возможность варьировать от 20 мкс до 1000 мкс. Амплитуду стимуляции в пределах от 20 мА до 110 мА [5].

Реализовав данный прибор и правильно подобрав режим работы, можно будет устранить функциональные нарушения мышц, которые возникают после разрыва крестообразных связок и тем самым сократить срок реабилитации, что позволит вернуться к полноценной жизни.

Список использованных источников:

1. Тлевцежев З.Х. Травматология: Учебно-методическое пособие. Майкоп, МГТУ, 2015, 92 с.

2. Николаев А.А. Электростимуляция в спорте: Учебное пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений физической культуры. Смоленск, СГИФК, 1999, 74 с.

3. Щеткин В.А., Бялик Е.И., Воронцов Ю.А., Чукина Е.А. Электростимуляция и прерывистая пневмокомпрессия в реабилитации больных с переломами верхних конечностей при политравме на этапе стационарного лечения. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация, №3, 2012, с. 9 – 12.

4. Alicja Dziuba-Slonina, Aleksandra Rywacka, Malgorzata Kolodziej. Changes in quadriceps muscle girth after anterior cruciate ligament injury followed by electrostimulation combined with high protein diet and exercises (ARPwave method). Physiotherapy Quarterly (formerly Fizjoterapia), 26(1), 2018, p. 21 – 26.

5. Гусев В.Г. Концептуальные вопросы построения электростимуляторов биологических тканей. Вестник УГАТУ, т.2, № 2(4), 2001, с. 18 – 23.

Комплекс лазерных приборов для бесконтактного нагрева

Яценко Е.А.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Соловьев Н.Г.
МАИ, Москва

Лазерное излучение позволяет осуществить бесконтактный управляемый нагрев различных экспериментальных образцов для исследования их свойств. С помощью лазера можно изменять температуру, время, размер и форму области нагрева. Данная работа посвящена описанию двух лазерных приборов: первый был создан для локального нагрева тонких образцов в исследовании деформаций материалов аддитивного происхождения; второй – для калибровки новых датчиков теплового потока, применяемых в измерении тепловых параметров газодинамических течений в ударных трубах [1].

Перейдем к более подробному описанию первого прибора. Известно, что изготовление изделий с помощью аддитивных технологий приводит к тому, что они становятся самонапряженными из-за теплового расширения и усадочной деформации слоев [2]. Это обстоятельство может приводить к деформации изделий вплоть до их разрушения, поэтому оптимизация процесса их производства является актуальной проблемой. В рамках этого исследования моей задачей было создание лазерного прибора, с помощью которого можно будет осуществлять бесконтактный локальный нагрев тонких образцов. Прибор представляет собой законченное изделие, состоящее из лазерного модуля с коллимированным выходным излучением, управляющей электронной схемы, блока питания и корпуса. Работу по его созданию можно разбить на следующие этапы:

1. Подбор необходимых заводских компонентов: диодного лазерного модуля DLM-30 [3], теплообменника и блока питания HRPG-150-7,5 [4].
2. Разработка и сборка электронного управляющего модуля, с помощью которого можно регулировать мощность лазерного излучения, следить за температурой на корпусе лазера (в схеме также была предусмотрена защита от перегрева в случае чрезвычайных ситуаций), а также включать и выключать всю установку.
3. Разработка, производство и сборка корпуса, который обеспечивает удобство и безопасность эксплуатации прибора.
4. Тестирование законченного прибора и начало его непосредственного использования в экспериментах.

Второй прибор представляет собой экспериментальный стенд, предназначенный для калибровки различных типов датчиков теплового потока, в том числе быстродействующих датчиков на косонапыленных пленках [5], а также для отладки электронных схем. В качестве источника излучения был выбран лазерный диод PLD-10 [6] с максимальной выходной мощностью 10 Вт. На лазер с помощью цифрового генератора подаются электрические импульсы, частоту, амплитуду, скважность и форму которых можно менять, что позволяет имитировать тепловые процессы, происходящие в ударной трубе. Работу по созданию стенда можно разбить на следующие этапы:

1. Подбор необходимых заводских компонентов: лазерного диода PLD-10, теплообменника и блока питания.
2. Разработка, изготовление и сборка механических деталей стенда: подвижного рельса и стойки, позволяющей изменять направление лазерного луча.
3. Установка лазерного диода.
4. Проведение пробных испытаний.

На данный момент проведены предварительные эксперименты на различных типах датчиков, показавшие широкие возможности применения разработанного прибора.

Список использованных источников:

1. Kotov M.A., Ruleva L.B., Solodovnikov S.I., Surzhikov S.T. Gas dynamic process formation in reflected shock tunnels and its validation purposes by hypersonic aerodynamic shock tube example // Journal of Physics: Conference Series. 2019.

2. Бут Д.К., Бычков П.С., Лычев С.А. Теоретическое и экспериментальное исследование изгиба тонкой подложки при электролитическом осаждении // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. 2020.
3. https://www.ipgphotonics.com/ru/products, информация предоставляется по запросу.
4. http://www.mean-well.ru/store/HRP-150-7.5/
5. Глебов В.Н., Мананков В.М. Термоэлектрический приемник излучения. Патент на полезную модель RU246U1, заявка 5026684/25, опубликовано 16.01.1995 г..
6. https://www.ipgphotonics.com/ru/products/komponenty/pld-diody-nakachki/diody-nakachki-pld/pld-10

Секция №3.4 Системное моделирование, комплексы программ и Web-разработка

Таблицы решений как основа для разработки системы поддержки принятия решений при проектировании КТД

Абрамова М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва

Проектирование авиационной техники является комплексной задачей, которая требует совместной работы большого количества специалистов из разных областей, ответственных за множество процессов. Для автоматизации этих процессов используются информационные системы управления жизненным циклом изделия [1, 2]. Один из основных и крайне трудоемкий процесс – подготовка конструкторской и технологической документации (КТД).

Специалисты, задействованные в процессе проектирования и разработки КТД, должны иметь возможность эффективно обрабатывать огромные массивы данных [3] и принимать решения в отношении множества задач. Основная масса подобных задач представляет собой выбор оптимального решения из заранее заданного множества альтернатив [4].

Для эффективной поддержки процесса проектирования КТД возможно использование автоматизированных систем, относящихся к классу систем поддержки принятия решений (СППР). Данные системы предназначены для предоставления людям, принимающим решения, результатов сбора и анализа больших массивов информации с целью формирования оптимальных альтернатив решений задач и выбора из них наиболее приемлемого.

Методология организации данных в виде табличной модели для принятия решений (методология таблиц решений) выработана уже давно и получила широкое распространение в области экспертных систем. Таблицы решений часто применяются для доступного изложения, анализа и формализации сложных задач в области принятия решений в различных отраслях [5].

Таким образом, применение данной методологии в качестве основы для разработки СППР для моделирования возможных ситуаций и определение множества их оптимальных решений в процессе проектирования КТД позволит получить специалистам наглядное и компактное представление массивов обрабатываемых данных. Это, в свою очередь, позволит повысить надежность и эффективность поиска оптимального решения, а также полноту анализа различных параметров, значения которых влияют на процесс подготовки КТД.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

3. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

4. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

5. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

Математическая модель системы контроля инцидентов при осуществлении авиаперелетов в гражданской авиации

Аветов А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркарян А.О.
МАИ, Москва

Более века тому назад человек покорил воздушное пространство, и к настоящему времени авиаперелеты стали неотъемлемой частью нашей жизни. Многие продукты и материалы поступают из-за границы посредством авиаперевозок. Но наиболее широко распространены именно пассажирские авиаперевозки. Несмотря на согласованность расписания авиаперелетов и достаточно высокий уровень организации процедур контроля, зачастую пассажирам приходится сталкиваться с рядом инцидентов, приводящих в лучшем случае к задержкам рейсов, а в худшем – к гораздо более серьезным последствиям. Только за последние 30 дней в аэропортах мира имело место более 70 000 задержек и более 80 000 отмен авиарейсов. В дальнейшем рассматриваются инциденты именно такого характера.

Причины инцидентов могут быть абсолютно разнообразными, от технических неполадок до задержки на рейс отдельных пассажиров. Службы, обеспечивающие техническое обслуживание авиаперелетов, имеют четкие инструкции относительно объектов проверки перед полетом, выявляя технические неисправности, но в то же время значительное количество задержек рейсов происходит вследствие факторов, которые возможно выявить лишь при глубоком статистическом исследовании.

Анализ публикаций показал, что несмотря на очевидную актуальность, до настоящего времени такое исследование не проводилось.

Целью данной работы является разработка математической модели, описывающей статистическую зависимость количества инцидентов от различных факторов и позволяющей вырабатывать рекомендации при осуществлении авиаперелетов в гражданской авиации.

Для решения поставленной задачи проведен анализ статистики инцидентов за период с 2018 года по настоящее время, который позволил выделить две группы факторов: управляемые и неуправляемые. Под управляемыми понимаются такие факторы, на которые можно влиять для снижения количества инцидентов (технические неполадки, перегруженность аэропорта, организационные процедуры перед полетом), остальные классифицируются как неуправляемые.

Построена математическая модель, входными переменными которой являются управляемые факторы. Модель представлена в виде регрессионного полинома.

Коэффициенты уравнения регрессии найдены методом наименьших квадратов. Проведена оценка статистической зависимости уравнения и коэффициентов. С помощью шагового регрессионного анализа отобраны коэффициенты, статистически значимые на уровне значимости $\alpha = 0{,}05$.

Использование математической модели позволяет выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на количество инцидентов. Результатом понимания причин и выработки целенаправленного управленческого воздействия для их устранения является снижение количества инцидентов при осуществлении авиаперелетов в гражданской авиации.

Предложенная модель легла в основу подсистемы контроля инцидентов, которая может быть интегрирована в систему управления полетами гражданской авиации.

В связи с тем, что задержки авиарейсов влекут за собой финансовые потери для авиакомпаний, ожидаемым эффектом функционирования подсистемы является экономия средств авиакомпаний.

Быстрое нахождение базы объединённых экстремальных графов

Адиянов Р.С., Берецкий И.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Егорова Е.К.
МАИ, Москва

Графы могут обладать следующими свойствами: совершенность (когда не существует изоморфного графа с тем же вектором степеней) и экстремальность (когда вектор степеней совершенного графа упорядочен по невозрастанию). В том случае, когда граф является экстремальным, для него можно построить не только матрицу смежности или вектор степеней вершин, которые являются основными составляющими для описания графа, но и его базу.

Для графов базой будет такое множество элементов, состоящих из двоек чисел, которое будет удовлетворять следующим четырем условиям:

1) Принадлежность элементов данного множества ко множеству элементов, состоящих из двух попарно различных индексов;

2) Неопределенность отношения частичного порядка для элементов данного множества;

3) Существование таких элементов данного множества, что для любых элементов множества, представляющего собой разность множества из элементов, состоящих из двух попарно различных индексов, и данного множества, первый описанный элемент будет больше второго;

4) Принадлежность двойки чисел множеству элементов, состоящему из двух попарно различных индексов, в случае, если она меньше какого-либо элемента данного множества.

Таким образом, любой экстремальный граф может быть задан с помощью его базы.

К графам, как и к другим множествам, может быть применена операция объединения [2]. Доказано, что при объединении экстремальных графов получается экстремальный граф [3]. Интерес состоит в получении базы результирующего графа. Обычно базу получают путем построения матриц смежности каждого из графов, после чего выполняется операция объединения над данными матрицами, а затем обратно строится база по полученной матрице. Этот алгоритм по квадратичен по сложности [3].

Для получения базы результирующего графа после применения операции объединения к двум экстремальным графам, заданным с помощью баз, может быть применён следующий линейный по скорости алгоритм:

1) Строится решетка, длина и ширина которой равна количеству вершин исходных графов;

2) Строки и столбцы данной решетки нумеруются от 1 до количества вершин исходных графов соответственно;

3) Отмечаются узлы решетки, которые соответствуют элементам множеств баз графов;

4) Для каждого графа соответственно из правого верхнего отмеченного узла и до диагонали решетки соединяются отмеченные вершины, причем движение осуществляется строго по линиям решетки и строго вниз и влево. Поворот вниз или влево осуществляется в тот момент, когда в соответствующем столбце или строке решетки находится следующий отмеченный узел, построенный для данного графа. В результате получаются две ломаные линии, узлы которых принадлежат узлам решетки;

5) Строится результирующая ломаная, узлы которой выбираются по принципу наибольших координат точек, принадлежащих одной и второй ломаной;

6) Узлы результирующей ломаной будут являться элементами базы результирующего графа.

Список использованных источников:

1. Миронов А. А., Мокряков А. В. // Двумерные комплексы полностью описываемые степенями вершин // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2006. № 10. С. 178-187.

2. Егорова Е. К., Есенков А. С., Мокряков А. В. Операции над k-однородными гиперграфами и их векторы степеней вершин // Известия РАН. Теория и системы управления. 2020. № 3. С. 75-80.

3. Мокряков А.В. // Представление гиперграфов в виде алгебраической структуры // Известия РАН. Теория и системы управления. 2011. № 5. С. 53-59.

4. Берецкий И.С., Ирбитский И.С., Егорова Е.К., Мокряков А.В. Операции над k-однородными экстремальными гиперграфами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 9. С. 49-54.

Система классификации летательных аппаратов по визуальным и летным характеристикам на основе машинного обучения

Акимов В.Н., Усенко Д.Е., Рысистов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.
МАИ, Москва

Контроль за воздушным пространством всегда являлся одной из важнейших задач в сфере деятельности Органов противовоздушной обороны Российской Федерации и гражданской авиации. С развитием авиации возникло множество новых видов и моделей воздушных летательных аппаратов, вместе с чем и усилилась потребность в их автоматической классификации. Необходимость быстрого решения данной задачи в боевых условиях связана со спецификой ведения противовоздушной обороны в зависимости от типа самолетов противника, а также с контролем воздушного пространства в мирное время.

Одним из вариантов решения поставленной задачи может быть использование алгоритмов компьютерного зрения, лидером по популярности среди которых являются нейронные сети. Однако, данные алгоритмы не являются высоконадежными в условиях низкой видимости.

Альтернативным способом классификации летательных аппаратов является использование данных о летных характеристиках летательного аппарата, полученных с помощью радиолокационного оборудования, таких как скорость по прямой и скорость смены курса, высота полета и эффективная область рассеивания. Автоматизация данного процесса является классическим решением задачи классификации машинного обучения, которая может быть решена с помощью обучения ансамблевых моделей (Random Forest, Gradient Boosting).

В данной работе представлено описание процесса разработки автоматической системы определения типа летательного аппарата, совмещающей в себе оба данных подхода.

Процесс построения такой системы разбивается на последовательное решение нескольких подзадач: сбор и разметка изображений летательных аппаратов, сбор и разметка радиолокационных данных, разработка архитектуры нейронной сети, построение моделей, подбор параметров моделей, синтез полученных моделей, оценка качества.

Проектируемая в работе система представляет собой программное обеспечение, реализованное на языке программирования высокого уровня Python, инструментарий которого включает в себя библиотеки для работы с компьютерным зрением (Keras, PyTorch) и машинным обучением (Sklearn).

На вход системы попадают цифровые радиолокационные данные о летательном аппарате, а также снимки с камеры видеонаблюдения, предположительно находящейся на подвижной платформе. Снимки должны обладать высоким разрешением и должны быть сфокусированы на цель.

В работе приводится описание полученной архитектуры нейронной сети и системы распознавания летательных аппаратов в целом. Рассматривается популярный подход к обучению глубоких нейронных сетей при небольшом количестве данных и недостатке вычислительных ресурсов – перенос обучения – использование первых сверточных слоев базовой нейронной сети, обученной на похожей задаче.

За обучающую выборку для классификации по визуальным характеристикам был взят набор данных о гражданских судах США «FGVC-Aircraft» [1] (детальная визуальная классификация самолетов), находящийся в открытом доступе. Этот набор содержит десять тысяч фотографий 120 типов самолетов. А также «Military Aircraft Detection Dataset» [2] – набор данных о военных моделях самолетов США. Данный набор содержит более четырех тысяч изображений 34 типов самолетов.

Наконец, для определения класса летательного аппарата по летным характеристикам необходимо также собрать обучающую выборку. Данная задача является более сложной, так как в открытом доступе нет структурированной информации по данной тематике, поэтому необходимо проводить сбор данных по частям из различных открытых источников.

Спроектированная система автоматической классификации летательных аппаратов может быть интегрирована как в наземный, так и в воздушный наблюдательный пункт. Ключевыми свойствами полученных моделей является их возможность подкреплять свое обучение в процессе эксплуатации с поступлением новых данных, а также масштабируемость – возможность добавление более глубоких слоев для выделения более сложных признаков на изображениях и улучшения качества распознавания. В дальнейшем система может быть расширена до системы автоматического детектирования летательных аппаратов.

Список использованных источников:

1. FGVC-Aircraft Benchmark [Электронный ресурс] // Fine-Grained Visual Classification of Aircraft, S. Maji, J. Kannala, E. Rahtu, M. Blaschko, A. Vedaldi, arXiv.org, 2013. URL: https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/fgvc-aircraft/ (дата обращения: 25.02.2021).

2. Military Aircraft Detection Dataset [Электронный ресурс] // Military aircraft images with aircraft type and bounding box annotations, T Nakamura. URL: https://www.kaggle.com/a2015003713/militaryaircraftdetectiondataset (дата обращения: 25.02.2021).

Разработка и реализация элементов обучающей системы, направленной на методы принятия решений

Акчумичина А.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бродский А.В.

МАИ, Москва

Регулярно сознательно или подсознательно каждый из нас стоит перед необходимостью оценки конкретной сложившейся ситуации и принятием решения.

Проблема выбора оптимального решения актуальна во многих сферах человеческой деятельности. Существуют различные подходы и методы для поддержки принятия решений. Процесс принятия решений заключается в оценке возможных альтернатив и выборе наилучшей по заданным критериям [1].

Методы принятия решений изучают в высших учебных заведениях. Для повышения эффективности освоения студентами методов принятия решений разработан инструмент для поддержки обучения студентов задачам принятия решений. Данный инструмент относится к новому поколению учебных систем [2], которые можно использовать как в стенах учебного заведения, так и дистанционно [3].

Целью работы является обучение студентов: основам процесса принятия решений; теории и практике применения методов принятия решений; анализу и сравнению результатов, полученных различными методами; способности формулировать и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы, средства их эффективного решения.

Разработанный инструмент является реализацией элементов обучающей системы, с помощью которой студент сможет наглядно ознакомиться с задачами принятия решений, осознать принципиальную разницу между методами принятия решений и понять, что в задаче является важным и что может существенно влиять на результат. Для обеспечения

кроссплатформенного доступа система может иметь веб-интерфейс [4], а для обеспечения доступа учащихся по сети Интернет предлагаемое решение может быть установлено на выделенном сервере или в облаке [5].

Система ориентирована на задачи в матричной форме, где строки – это альтернативы, которые сравниваются, колонки – это показатели, по которым происходит оценивание, сравнение данных альтернатив.

Задачи предопределены, хранятся в базе системы и будут использоваться для демонстрации студентам вариантов. Матрицы формируются в режиме диалога самим студентом.

В ходе работы были исследованы различные методы принятия решений и подходы оценки моделей лиц, принимающих решение для выявления возможных ошибок и проведения анализа на совершение типовых ошибок. Разработаны элементы системы для поддержки обучения, направленного на изучение методов принятия решения.

Данная система позволит повысить эффективность изучения методов принятия решений и ускорить процесс обучения.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

2. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Статистическая обработка данных отказов системы управления ракеты космического назначения

Алтаев А.Ш.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуматаева Ж.Е.

МАИ, Москва

На предприятии ракетно-космической отрасли достаточно важным при подготовке ракеты космического назначения (РКН) к пуску является своевременное устранение отказов. Для обработки таких ситуаций в зависимости от вида поломки требуется значительное количество времени. При этом, если поломка не была полностью ликвидирована, пуск РКН может быть перенесен.

Для того чтобы избегать подобных случаев, желательно выполнять прогнозирование, т.е. предварительно делать анализ статистики отказов работы. Для записи информации об отказах работы системы используется формуляр, в котором отмечается время обнаружения отказа и его причина. При этом определяется, какая часть системы отказала, какой элемент был установлен в последний раз, срок хранения, продолжительность ремонта, не всегда представляется возможным.

Статистическая информация наглядно демонстрирует работу системы и показывает, какие факторы влияют на появление отказов работы системы.

Для решения данной проблемы можно предложить подход, который построен так, что поток отказов является примитивным. В этом случае величина отказов рассчитывается постоянной, и распределение является показательным с интенсивностью сбоев, вычисляемой

на основании статистической информации. В основе такого подхода лежит однородный поток отказов.

Таким образом, внедрение такой методики прогнозирования может улучшить оперативность работы сотрудников при устранении отказов системы. Обработка и анализ собранного статистического материала даст возможность рассчитать и оценить показатели надежности системы.

Исследование и разработка средств для создания веб-лаборатории для изучения программирования

Ананьев Р.В.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва

При обучении в технических вузах студенты проходят курсы по программированию и разработке программного обеспечения с использованием различных языков программирования. Часто из-за отсутствия студенческих лицензий или специфики программного обеспечения (компиляторы, среды разработки и т.д.) данное программное обеспечение может быть недоступно для студентов вне компьютерных классов или лабораторий учебного заведения. Для удовлетворения потребности в системах для обеспечения дистанционного обучения [1, 2] необходимо выработать подходящее для всех решение данной проблемы.

Таким решением может стать создание облачной информационной системы по аналогии с системами поддержки жизненного цикла изделий [3], позволяющей обеспечить удаленный доступ к проприетарным программам или программам со специфическими системными требованиями, а также создание современных интерактивных инструментов разработки с отказоустойчивым веб-интерфейсом или автономным клиентским веб-приложением [4, 5].

В качестве основы такой системы предлагается использовать Jupyter Notebook, который является бесплатным приложением с открытым исходным кодом, позволяющим создавать документы, включающие в себя код программ на различных языках программирования, результат работы этих программ, текстовое описание и медиа-содержимое. Данная система является интерактивной средой разработки, где программный код можно отредактировать, выполнить и сразу увидеть результат внутри документа.

Система является крайне гибкой, поскольку позволяет использовать множество различных интерпретаторов и компиляторов языков программирования за счет использования системы Jupyter Kernel. Jupyter Kernel представляет из себя программную оболочку для транслятора языка программирования, реализующую взаимодействие и обмен сообщениями с запущенным пользователем приложением. Благодаря такой организации системы существует возможность создания собственных компонентов для подключения в систему различных языков программирования.

Среди доступных в настоящее время в Jupyter Notebook более 40 языков программирования, в числе которых представлены: Python, C/C++, Fortran, Java, Scala, Go, Erlang, Haskell, JavaScript (Node.js), Ruby и др.

Возможность подключения своих инструментов разработки к Jupyter Notebook открывает возможность создания собственных компиляторов/интерпретаторов, нацеленных на интерактивность и удобство использования с веб-интерфейсом Jupyter Notebook. Такой подход позволяет использовать стационарные и мобильные клиентские устройства, что упрощает изучение и использование языка программирования. Благодаря этому возможно эффективно обеспечить студентов на дистанционном обучении лабораторными работами по программированию в рамках учебного курса. Также становится возможным отказ от проприетарного или устаревшего и менее удобного программного обеспечения для обучения.

Список использованных источников:
1. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.
2. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.
3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.
4. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.
5. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – №4. – С. 72–75.

Асинхронность в python

Ананьевский А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Асинхронное программирование — это подход, при котором программным сущностям разрешается запускаться отдельно от основного потока. Когда сущность завершает свое выполнение, она уведомляет основной поток о завершении или ошибке при исполнении. Несмотря на то, что использование асинхронного подхода может быть сложнее, чем традиционный линейный стиль программирования, асинхронное программирование становится популярным в последнее время поскольку оно намного эффективнее. К преимуществам асинхронного программирования можно отнести улучшенную производительность приложений и повышенную скорость отклика.

Асинхронность - одна из главных причина того, почему Node.js стал так популярен, поскольку большая часть кода, который мы пишем, особенно в тяжелых приложениях ввода-вывода, таких как веб-сайты, зависят от внешних ресурсов. Например, вместо того, чтобы ждать завершения HTTP-запроса перед продолжением выполнения, с помощью асинхронных корутин в Python можно отправить запрос и выполнить другую работу, которая ожидает в очереди, ожидая завершения HTTP-запроса.

asyncio — это новый модуль для организации конкурентного программирования, появившийся в Python версии 3.4. Он предназначен для использования сопрограмм (coroutine) и футур (future), чтобы упростить асинхронный код и сделать его почти таким же читаемым, как и синхронный код, поскольку нет обратных вызовов(коллбеков). asyncio оперирует несколькими понятиями: цикл событий, сопрограмма и футура. Цикл событий берет на себя функции управления и распределения выполнения задач. Он регистрирует их и обрабатывает распределение потока управления между ними. Сопрограммы - это специальные функции, которые работают аналогично генераторам Python. При ожидании они возвращают поток управления обратно в цикл событий. Future представляют собой результат задачи, которая могла или не могла быть выполнена. Этот результат может быть исключением.С помощью asyncio, можно структурировать код таким образом, чтобы подзадачи определялись как сопрограммы, и можно было планировать в цикле событий их по своему усмотрению, в том числе одновременно.

Переключение контекста в asyncio представляет собой цикл обработки событий, передающий поток управления от одной сопрограммы к другой.

Расширение возможностей информационной системы для анализа и генерации текстовой документации

Андрюкеева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва

Наиболее распространенными проблемами подготовки документации являются контроль над соответствием структуры документации принятым стандартам и требованиям, использование большого количества сокращений. составление многочисленных однотипных документов, выявление сути документа.

Информационная система TechDoc позволяет решать многие из этих проблем. Она дает возможность анализировать документ на наличие типичных ошибок и осуществлять валидацию по заданным шаблонам. Так же TechDoc может применяться для создания шаблонов документов, анализа содержания документа, проверки структуры документа и проверки документа на соответствие шаблону.

При расширении возможностей системы была реализована дополнительная функциональность:

1. Валидация стилей и шрифтов на соответствие заданным в шаблоне.
2. Детализация ошибок в отчете.
3. Генерация документов.

Для решения задачи валидации параметров шрифтов заданным в шаблоне был применен инструмент Spire.Doc для Java от компании E-ICEBLUE [1]. С использованием этого инструмента в системе TechDoc реализован класс FontValidator, который предназначен для проверки шрифтов. Его методы делятся на две группы: проверяющие параметры абзаца и параметры шрифта.

В системе TechDoc из входящего документа формируется шаблон в формате XSD [2], который сопоставляется с имеющимся в базе. В шаблонах системы описываются правила проверки и структура документа. Так как невозможно описать заранее все типы документов, которые пригодились бы пользователям для проверки, предлагается реализовать редактор шаблонов, где можно было бы задавать пользовательские параметры документа.

Так как единообразие текста документа должно распространяться и на его содержимое, необходимо проверять последовательность изложения.

Для решения задачи валидации терминологии предлагается следующий алгоритм:

1. Поиск ключевых слов.

2. Выделение окрестностей ключевых слов.

3. Поиск схожей окрестности.

3. Проверка того, что в центре исходной и найденной окрестностей находятся одинаковые слова, являющиеся ключевыми.

В результате были реализованы методы проверки стилей абзацев и шрифтов текста, разработан проект редактора шаблонов и генератора документов, разработан алгоритм валидации, который решает задачу устранения противоречия, применяемых в тексте документа, терминов.

Применение расширенной функциональности системы TechDoc позволит сократить время на подготовку документации и оформление ее в соответствии с заданным шаблоном документа, что является крайне актуальным, как при подготовке технической документации, так и при подготовке любых текстовых документов с определенными требованиями к структуре и оформлению документа.

Список использованных источников:

1. Spire.Doc [Электронный ресурс]: API. – Дата обращения: 09.10.2020 –Режим доступа: https://www.e-iceblue.com/Introduce/doc-for-java.html#.X9dYJ9gzbIU

2. XML schema [Электронный ресурс]: учебник. – Дата обращения: 15.10.2020 – Режим доступа: https://www.w3.org/TR/xmlschema-0

Цифровой двойник аэрокосмических предприятий на основе имитационного моделирования

Андрюхин Н.Д., Тутукин Д.Г.
Научный руководитель — Ягопольский А.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Реализация концепций, привнесенных «Индустрией 4.0» изменило или, правильнее сказать, скорректировало подходы к развитию аэрокосмического производственного сектора. Выход на рынок частных компаний, внешнеэкономические ограничения и изменения, начало, так называемой, персонализации выпускаемой продукции привели к тому, что любые формы планирования и управления производствами, как оперативное, так и долгосрочное, стали неэффективны при применении обобщенных или косвенных показателей и методов расчета.

Одним из ключевых решений, которые применяются передовыми аэрокосмическими производствами, стала многоуровневая цифровизация и в том числе, создание цифрового двойника предприятия на основе многокритериальной имитационной модели, отражающей все аспекты и показатели функционирования реального производства. Грамотная реализация концепции цифрового двойника производства позволяет поддерживать уровень планирования и управления производством на высоком уровне, обеспечивая точность проводимых расчетов с отклонением менее 1% от результатов функционирования «физического» производства.

Цифровой двойник производства в частном случае – имитационная модель системы, в которой все протекающие процессы рассматриваются как взаимосвязь всех элементов системы на каждом структурном уровне, вне зависимости от их сложности и оказываемой степени влияния на исследуемую систему. Отличительной особенностью метода имитационного моделирования является так называемая декомпозиция исследуемой системы. Существующая система представляется в виде взаимосвязи структурных элементов, которые в свою очередь так же рассматриваются как отдельные подсистемы, вне зависимости от их сложности и первично предполагаемого влияния на всю систему в целом. Подробно описывается взаимосвязь всех элементов. Подобный подход позволяет избежать упрощений на первый взгляд неважных или случайных факторов, которые при определенных сценариях могут оказать значительное влияние на показатели всей системы.

Важно так же отметить, что цифровой двойник производства на основе имитационной модели применяют не только для планирования или управления производством. Одним из направлений применения цифрового двойника является анализ существующих показателей производственной и логистической системы предприятия для поиска и предотвращения возникновения узких мест, принятия решений о необходимости модернизации, оптимизации существующих производственных мощностей или для проектирования новых. Применение имитационного моделирования позволяет на высоком уровне и минимальных затратах выполнять подобных, а так же множество других задач, обеспечивая конкурентное преимущество предприятий.

Сервис для упрощения ведения ведомостей студентов, расписания и местоположения занятий в условиях удалённого обучения

Аникеев Г.Л., Игуменцев И.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Применение технологий дистанционного обучения уже достаточно давно обсуждалось в сфере просвещения, но в связи с современной ситуацией в мире стало необходимостью и неотъемлемой частью образовательного процесса.

В различных учебных заведениях система учёта посещаемости студентов работает по-разному. Где-то ведутся бумажные журналы, где-то перешли на электронные ведомости. Однако, в условиях дистанционного обучения фактическое наличие обучающегося на

занятии трудно отследить. К тому же, появляются проблемы сбора учеников в одном месте: будь то платформы Zoom, Skype, Discord или личные системы ведения обучения у каждого учебного заведения. Беря в расчёт вышеприведённые проблемы, возникает идея создания сервиса, который позволил бы упростить повседневные рабочие задачи обучающимся, их преподавателям и руководству учебных заведений. Основными задачами сервиса в таком случае будут являться: получение данных о занятиях из общего расписания, сбор данных о присутствии учеников на занятиях, возможность централизованно или распределённо указать информацию о месте проведения занятий преподавателем или системой обучения, а также рассылка уведомлений о предстоящих мероприятиях и изменениях в расписании. Уведомления должны включать индивидуальные ссылки на подключение с целью ведения ведомости посещаемости. Для всеобъемлющей реализации приведённого функционала, система должна иметь возможность выполнять следующее: считывание расписания из базы данных учебного заведения, ведение базы данных посещаемости обучающихся, генерация индивидуальных ссылок на подключение обучающихся к системе удалённого обучения, а также рассылка уведомлений преподавателям и студентам при помощи мессенджеров, специально созданного мобильного приложения, электронной почты, СМС сообщений или иным способом.

Разработка и внедрение автоматизированной информационной системы управления обслуживанием инфраструктуры, зданий и сооружений предприятия

Астадурьян А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

Современным предприятиям необходимо выделять большое количество ресурсов на содержание и внутренние работы в зданиях и сооружениях. Необходимо содержать штат персонала для выполнения регламентных работ и контроля за ходом этих работ. Современная система безопасности на предприятиях немыслима без контрольно-пропускных пунктов, на которых производится идентификация посетителей, сотрудников и транспортных средств. На таких пунктах находятся сотрудники службы охраны.

Часто учет при осуществлении обслуживания зданий ведется на бумаге или в электронных таблицах Excel. Эти подходы требуют значительных трудозатрат. Бумажный вариант не позволяет производить быстрого копирования и передачи данных, что требуется при работе на одном и том же объекте нескольких человек. Из-за этого увеличивается время обработки всей необходимой документации и отчетов в сравнении с автоматизированным учетом. Электронные таблицы Excel имеют более широкие возможности по сравнению с бумажным учетом, но и их функциональные возможности ограничены. В таблицах сложно настроить автоматизацию, а при некорректных настройках возможен многократный учет одних и тех же данных.

Решением является усовершенствование процессов, направленное на увеличение эффективности и устранение существующих потерь за счет внедрения эффективных бизнес-процессов эксплуатации объекта, оптимизации потребления ресурсов и затрат на эксплуатацию, снижения рисков со стороны разрешительных инстанций, обеспечения сохранности объекта.

Для автоматизации с помощью информационной системы подходят следующие процессы:

- Взаимодействие с подразделениями и компаниями эксплуатации, клининга, связи, охраны и безопасности, прочими контрагентами;
- Документооборот при распределении помещений;
- Связи между сотрудниками предприятия и сервисных компаний, обслуживающих данное предприятие;
- Формирование финансовых отчетов;

• Обеспечение пропускного режима – организация контроля и обеспечения доступа на территорию сотрудников и посетителей;

• Управление доступом и маршрутизацией транспортных средств на территории.

Разработана автоматизированная информационная система (АИС), состоящая из двух элементов – базы данных и веб-приложения для различных терминальных устройств [1, 2].

Система обеспечивает набор функций для автоматизации выполнения вышеперечисленных процессов эксплуатации объекта. Данные для системы могут быть собраны из различных источников [3, 4] при помощи технологических интерфейсов или ручного ввода данных человеком.

Предлагаемая АИС основана на следующем стеке технологий:

• Функции бизнес-логики на сервере – Python, Golang;

• Базы данных – Postgresql, Redis;

• Веб-интерфейс приложения – HTML, CSS, JavaScript.

Для работы АИС необходимы технологические интерфейсы: компьютер, телефон, планшет – для пользователей; считыватель пропусков – для обеспечения пропускного режима; для развертывания сервера АИС понадобится выделенный компьютер или облачный сервер [5].

Такая организация АИС позволит использовать ее на любом объекте и при необходимости объединить ее с существующими средствами управления эксплуатацией, мониторинга, контроля доступа и учета, если такие уже используются на объекте.

Список использованных источников:

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. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

4. 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.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Сравнение архитектурных решений управления состояниями библиотек NgRx и NGXS в JavaScript фреймворке Angular

Афанасенков А.В.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

По мере роста кодовой базы Веб–приложения становится все сложнее его поддерживать. Когда количество компонентов вырастет до больших объемов, организация взаимодействия и передачи информации между ними становится очень затруднительной. Использование менеджера состояний является одним из решений в этой проблеме. Менеджер состояний – это библиотека для управления состоянием приложения, основными идеями которой являются однонаправленность потока, чистые функции и неизменность данных.

Целью данной работы является изучение и сравнение библиотек управления состояниями NgRx и NGXS в фреймворке Angular.

NgRx разработан на основе Redux и RxJs. За основу взята одна из концепций React – функции поверх классов. Библиотека полностью использует функциональную парадигму программирования. Основным плюсом данной библиотеки является большое комьюнити на GitHub, что позволяет намного быстрей находить ответы на любые вопросы. Это, в свою очередь, делает разработку проще. К особенностям библиотеки можно отнести наличие вспомогательных пакетов. Одним из таких является @ngrx/effects. Эффекты представляет собой концепцию, позволяющую изолировать асинхронную логику компонента, внутри которого происходит вызов. Минусом этого пакета является то, что он работает только в зоне Angular, что вызывает большие проблемы при попытке вызвать несколько запросов к API до самого dispatch вызова. Еще к одним из недостатков NgRx можно отнести обширную структуру файлов, что значительно может усложнить процесс разработки с ростом приложения.

Библиотека NGXS является альтернативой NgRx, и также схожа с концепцией Redux, но уже вместо принципов RxJS используются множество классов и декораторов, что позволяет значительно уменьшить количество кода и файлов. Благодаря этому, NGXS имеет меньше модулей и естественным образом вес приложения тоже меньше. Минусом данной библиотеки является более сложная концепция, которая потребует много времени у разработчика привыкшего работать с Redux.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что библиотека NgRx подойдет тем разработчикам, которые только переходят или привыкли работать с фреймворком React и хотят продолжить использовать Redux в Angular. NGXS это уже более высокоуровневый интерфейс для работы с состоянием приложения, больше подходящий для больших и средних энтерпрайз проектов.

Разработка модели прогнозирования авиаперелетов в условиях неблагоприятной эпидемиологической ситуации

Балаенков В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркарян А.О.
МАИ, Москва

В настоящее время авиационная отрасль оказалась в затруднительном положении, вызванном неблагоприятной эпидемиологической обстановкой в мире. Из-за пандемии коронавируса страны вынуждены закрывать границы, вследствие чего авиакомпании терпят значительные убытки. В связи с этим обрела актуальность задача прогнозирования распространения болезни по временному и территориальному признаку, решение которой позволило бы осуществлять планирование авиаперелётов для обеспечения устойчивости авиакомпаний.

Целью настоящего исследования является разработка математической модели прогнозирования распространения болезни для анализа возможности авиаперелётов в заданном направлении в определенный промежуток времени.

Для решения задачи выдвинута гипотеза, что динамика распространения любого инфекционного заболевания подчиняется определенным законам. Для проверки гипотезы проведено статистическое исследование наиболее опасных заболеваний, зафиксированных в мире на протяжении тысячи лет: чума, испанский грипп, холера, грипп [1].

Кроме того, проведен сравнительный анализ тенденций развития заболевания Covid-19 в России и Италии [2, 3].

Сопоставив результаты исследования и визуализировав их в виде графиков, выяснилось, что тенденции развития всех изученных болезней похожи: каждая болезнь прогрессирует до определенного момента, далее равномерно идет на спад, затем наблюдается вторая волна роста заболеваемости, после чего, достигнув пиковой точки, болезнь отступает. Выявленная

тенденция может объясняться выработкой иммунитета у людей, изобретением лекарств, массовой вакцинацией и другими факторами.

Таким образом, анализ статистических данных подтвердил справедливость выдвинутой гипотезы и показал, что динамика развития любой инфекционной болезни циклична, но с разными характеристиками. И задача моделирования сводится к определению этих характеристик, в первую очередь, времени, при котором достигается минимальное значение кривой заболеваемости.

Решением поставленной задачи является прогнозная оценка срока снижения заболеваемости на определенной территории, позволяющая планировать авиаперелёты с целью обеспечения безубыточности авиакомпании.

Использование цифровых технологий для совершенствования управления цепями поставок в морских портах России для аэрокосмической отрасли

Баранков А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

Внедрение цифровых технологий, функционирование которых направлено на увеличение прозрачности операций, упрощения обмена данными и сокращения времени на единицу операции, является на сегодня одной из самых востребованных задач в логистической отрасли. Использование цифровых технологий не только имеет высокую степень открытости внешнему миру, но и позволяет снизить издержки времени при организации процессов обслуживания грузов, в том числе и для аэрокосмических предприятий. Внедрение и наращивание цифровых технологий способствует общему подъему экономики на микро- и макроуровнях. Кроме улучшений, непосредственно связанных со снижением времени, частные компании, заинтересованные в минимизации расходов, будут осуществлять инвестиции в транспортно-логистическую инфраструктуру и сами внедрять информационные технологии в операционную деятельность своих организаций [1].

Объектом работы являются морские торговые порты. Как известно, в крупных российских портах решаются задачи по перевалке грузов для аэрокосмических предприятий. Использование цифровых технологий способно существенно снизить нагрузку на отдел взаиморасчётов. Уже сейчас существует программное обеспечение, способное производить автоматический расчет портовых сборов с минимальной административной нагрузкой и простой интеграцией в существующие биллинговые системы. С помощью Больших Данных терминал сможет прогнозировать время захода судов в порт, что снизит нагрузку на операционную работу. Ещё одной инновационной разработкой являются датчики на контейнерах, связанные с операционной системой порта, для контроля состояния груза в режиме реального времени. Пользователи получают прямой доступ к необходимой им информации.

Программа устраняет необходимость ручного поиска и повторного ввода данных о контейнере. Это также существенно повышает безопасность груза и снижает время разбирательства из-за порчи груза при доставке. Помогут в этом технология Internet of Things (IoT), которая уже внедрена в порту Роттердам. Пользователи могут отслеживать события и при необходимости вносить изменения. При желании пользователи могут получать оповещения об изменениях статуса, задержках или конфликтах планирования.

Внедряя технологии в крупные российские порты, аэрокосмическая отрасль получит конкурентное преимущество на международном рынке и увеличит скорость конструирования ракетоносителей, что окажет положительное влияние на экономику всей страны, так как порт является крупнейшей транспортной развязкой, что способствует увеличению экспорта и импорта продукции.

На основе вышесказанного, можно сделать вывод, что внедрение информационных технологий в крупные порты России является, на наш взгляд, выгодным и перспективным

проектом, который также станет мощным толчком для развития российской экономики в целом.

Список использованных источников:

1. Степаненко А.Ю. Логистика снабжения: методы расчета потребностей в материалах // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №11. – С. 255-257.

Компьютерное моделирование технологических процессов при производстве пресс-изделий

Басова А.Н.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

Компьютерное моделирование в целом и в технологических процессах в металлургии в частности в настоящее время широко и успешно применяется в промышленности. Его использование позволяет существенно сократить материальные издержки при переходе к реальному производственному процессу. Кроме того, значительно уменьшается время на внедрение новых процессов и технологической оснастки и на их реализацию. Отсутствуют затраты по эксплуатации оборудования при внедрении новой технологии, нет необходимости изготавливать комплект технологической оснастки в металле, производить реальную корректировку этой оснастки и т.д.

Как правило, разработка компьютерной программы по моделированию технологических процессов производится для идеальных условий видения процессов.

Например, при проектировании технологической оснастки для производства пресс-изделий из алюминиевых сплавов, учитываются идеальные условия ее эксплуатации: ось матрицы совпадает с осью контейнера, температура нагрева инструмента постоянна и не меняется в процессе ее работы, температура нагрева заготовки также постоянна, задана определенная скорость истечения пресс-изделия из матрицы, степень деформации меняется в незначительных пределах и т.д.

На практике в реальных производственных условиях все технологические параметры изменяются и зачастую тесно взаимосвязаны. В частности, в зависимости от состояния оборудования и его профилактического обслуживания, соосность матричного комплекта и контейнера не является идеальной, не всегда учитывается и наличие или отсутствие системы охлаждения матрицы жидким азотом для поддержания уровня температуры в процессе прессования, согласование компьютерной программы управления температурным режимом инструмента с программой управления работы пресса, например, для обеспечения изотермического прессования.

В связи с этим создание универсальной компьютерной программы для управления технологическим процессом является весьма сложной задачей. В качестве достойного выхода для решения этой проблемы, по мнению авторов, являются следующее.

Используя созданную или вновь разрабатываемую программу для моделирования технологических процессов, следует учитывать реальные условия эксплуатации технической оснастки и оборудования для каждого конкретного предприятия и каждого конкретного вида оборудования. Для этого разработчик программы должен находиться в постоянном контакте и иметь обратную связь с технологами и другими заинтересованными службами предприятия, по заказу которого создается та или иная компьютерная программа моделирования технологического процесса.

По результатам обратной связи вносятся необходимые изменения в первоначально разработанную программу моделирования технологического процесса, уточняются его параметры, корректируются чертежи и программа изготовления оснастки, т.е. в полном объеме реализуется системы -CAD и -CAE.

В качестве примера можно привести программу QFormExtrusion, разработанную компанией QForm. В данной программе, предназначенной для моделирования и оптимизации технологии прессования профилей, под единым интерфейсом реализованы все

инструменты компьютерного моделирования, анализа и оптимизации процесса прессования самых сложных профилей.

Геометрические модели штампов, спроектированные в любой CAD системе, импортируются в программу посредством использования стандарта STEP или IGES.

Прежде чем построить конечно-элементарную сетку, программа автоматически переводит зону поясков матриц в параметрическое представление. Развертка длины поясков вдоль периметра профиля извлекается из трехмерной кривой, имеющейся в CAD модели, и переносится в так называемый «Редактор поясков». При помощи этого редактора легко интерактивно менять длину поясков и тормозящий угол на разных участках. Это позволяет оперативно вносить необходимую коррекцию в зависимости от результатов моделирования для достижения равномерного истечения металла по всему сечению профиля.

Программа автоматически строит конечно-элементную сетку в области стечения с учетом самых тонких особенностей геометрии профиля.

Все остальные параметры процесса задаются при помощи очень простого Мастера Подготовки Данных.

Математическая модель процесса, созданная на основе Лагранжево-Эйлерова подхода, отличается высокой эффективностью. Текущее состояние профиля отображается на экране одновременно с моделированием, что позволяет визуально контролировать процесс. Очень хорошее соответствие с практикой наблюдается и по другим параметрам: усилию прессования, температуре, напряжению в штампах и т.д.

Таким образом, по результатам работы можно сделать выводы:

1. Компьютерное моделирование технологического процесса является важным высокоэффективным элементом современного производства различных изделий.

2. Эффективность компьютерного моделирования возрастает при условии тесного взаимодействия разработчика программы компьютерного моделирования и пользователя данной программы на конкретном производстве.

Исследование современных средств дистанционного обучения

Бахаева Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва

Дистанционное обучение является одним из наиболее востребованных направлений разработки программного обеспечения. Средства дистанционного обучения прошли большой путь [1] от простейших текстовых [2] до сложных интерактивных. Самыми популярными на сегодняшний день являются: Microsoft Teams, Zoom и LMS Moodle.

Microsoft Teams позволяет создавать группы студентов, проводить видеоконференции по расписанию и общаться индивидуально с возможностью записи занятия. Встроенная среда Office 365 позволяет осуществлять групповую работу с файлами Word, PowerPoint, Excel. В системе можно рассылать задания с возможностью их оценки, а также конструировать тесты с помощью Microsoft Forms. Данная платформа является платной и из нее невозможно выгрузить некоторые виды введенной информации.

Zoom позволяет проводить видеоконференции без необходимости обязательной регистрации слушателей в системе для участия в занятиях. Программа позволяет проводить запись занятий, а обратная связь с аудиторией может быть реализована с помощью чата или опроса. При бесплатном использовании существуют ограничения по времени и количеству участников для групповых видеоконференций.

LMS Moodle предназначена для управления дистанционными учебными курсами, учебными группами, отслеживания выполнения заданий, публикации учебного контента разного формата, тестов и многого другого. Позволяет отказаться от различных неспециализированных веб-приложений [3]. Имеет возможность взаимопроверки заданий. Можно организовать зависимости перехода к новому учебному материалу от прохождения тестирования по предыдущей теме. Является системой с открытым исходным кодом, что

позволяет разработчикам создавать дополнительные расширения и развивать существующие, например, модули видеоконференций, аудио- видео- чаты, массовую рассылку сообщений, средства проектной работы, электронное портфолио, автономные веб-клиенты [4] и др. Обладая самым большим набором функционала, имеет самую высокую сложность освоения.

Рассмотренные системы можно использовать совместно: Microsoft Teams – для видеолекций, звонков, чатов, группового общения и совместной работы с документами, Zoom – для онлайн-занятий со слушателями без регистрации, LMS Moodle – для хранения и управления учебным текстовым и медиа контентом, а также для проверки различных заданий, тестирования и ведения учебной документации.

Все рассмотренные системы поддерживают возможность работы с мобильных устройств. На такие онлайн-занятия невозможно опоздать, студент может участвовать в занятии из любого места и с любого стационарного и мобильного устройства.

Главными направлениями развития дистанционного обучения являются виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) – полностью или частично созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его зрение и слух. Новинкой является технология моделирования осязания, использующая специальные нити, прикрепленные к руке и пальцам пользователя. Когда рука находится возле виртуального предмета натяжение нитей имитирует прикосновение к предмету, позволяет чувствовать контуры, ощущать сопротивление передвигаемого предмета [5]. Это позволяет более эффективно подготовить специалистов к реальным ситуациям.

Дистанционное обучение является удобным и гибким видом обучения. Многие учебные заведения в период пандемии перешли к данному виду подготовки студентов. Помимо обучения, компании все чаще стали прибегать и к дистанционным мероприятиям. С каждым обновлением системы для дистанционного обучения становятся лучше, поэтому, возможно, через некоторое время данный вид получения знаний вытеснит традиционный формат по части дисциплин.

Список использованных источников:

1. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №11. С. 24-26.

2. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №12. С. 29-31.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №12. С. 32-34.

4. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №84. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

5. VR-устройство позволяет чувствовать твёрдые предметы в виртуальной реальности [Электронный ресурс] // Телеканал «Наука» URL: https://naukatv.ru/news/26975.

Разработка транспортного протокола для приложений, чувствительных к сетевым задержкам: приоритизация трафика

Белов Е.А.

Научный руководитель — Пак В.В.

МАИ, Байконур, Казахстан

На заре компьютерных сетей были разработаны и утверждены два транспортных протокола: TCP (Transmission Control Protocol) и UDP (User Datagram Protocol). TCP является протоколом, гарантирующим доставку данных, в то время как UDP не гарантирует надёжность, но обеспечивает минимальные задержки при передаче. На момент своего утверждения (1980–1981 гг.) данные протоколы удовлетворяли все потребности в

коммуникации между вычислительными машинами. Однако с бурным развитием компьютерных сетей и появлением новых сетевых приложений и сервисов стала актуальной задача разработки нового транспортного протокола, который объединял бы достоинства TCP и UDP.

В данной работе рассматривается задача приоритизации трафика по гарантии доставки. Этот вопрос имеет важное значение при разработке нового транспортного протокола, поскольку в приложениях, чувствительных к сетевым задержкам, можно классифицировать передаваемые данные по нескольким категориям:

• «ненадёжные» – доставка и соблюдение очерёдности для данной категории не гарантируется, однако гарантируется исключение пакетов-дубликатов;

• «ненадёжные последовательные» – доставка для данной категории не гарантируется, однако дубликаты и пакеты вне очереди будут отброшены;

• «надёжные» – гарантируется доставка данной категории пакетов, однако соблюдение порядка отправки при получении не гарантируется;

• «надёжные упорядоченные» – гарантируется доставка и соблюдение очерёдности.

В общем случае, для реализации механизма гарантии доставки необходимо добавлять к заголовку передаваемого пакета дополнительную информацию, а также использовать служебные пакеты, сообщающие о успешной доставке данных. При этом важно учесть создаваемые накладные расходы и рационально осуществлять передачу служебного трафика, надёжность передачи которого также необходимо контролировать.

Управление точностью двухкоординатной контурной обработки на станках с ЧПУ

Белоусов Н.А., Дерюгин А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Современное наукоемкое производство изделий, относящихся к авиации и космонавтике, требует постоянной автоматизации производственных процессов и повышения качественных характеристик выпускаемой продукции. Однако технологическая среда, занимающая центральное место в процессе создания изделий, не позволяет обеспечить такую качественную характеристику как контурная точность. Выбор инструмента с современными материалами режущей кромки, оптимальный подбор режимов резания, использование термоконстантных помещений, не помогают решить главную проблему – при увеличении контурной скорости, возрастают динамические ошибки, а, следовательно, точность контурной обработки снижается.

Анализ процесса обработки и параметров получаемых изделий на фрезерном станке показал, что в значительной степени на точность контурной обработки оказывают влияние динамические ошибки, исследование которых показало, что они влияют на точность на различных участках по-разному. В основном это влияние проявляется в местах сопряжения геометрических примитивов и на участках, геометрическая форма которых описывается уравнения второго и более высокого порядка.

При изучении процесса контурной обработки авторами были выявлены закономерности возникновения погрешностей и проведен анализ полученного графического материала, что позволило сформировать подходы к снижению величин динамических ошибок, определить рациональные решения вопросов повышения точности. На основе полученных данных, был разработан метод, предполагающий осуществлять управление точностью контурной обработки путем формирования дополнительных сигналов в ходе движения вдоль обрабатываемого контура. Режущий инструмент при этом остается в поле его допустимых положений без каких-либо корректировок программы обработки.

Дополнительные сигналы формируются на основе математической модели, описывающей траекторию движения инструмента в процессе обработки контура изделия. Процесс работы системы управления описывается в машинном масштабе времени, что

позволяет заранее прогнозировать поведение системы и сформировать дополнительные сигналы. Таким образом разработанная математическая модель формирования траектории позволяет производить расчет дополнительных сигналов на основе динамических характеристик приводов, что в свою очередь применительно к двухкоординатной контурной обработке.

Разработанный подход позволяет обеспечить повышение производительности оборудования на 25% при обеспечении заданной точности, что подтверждает эксперимент, проведенный в лаборатории кафедры МТ1 «Металлорежущие станки» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Что такое многофакторная аутентификация (MFA)

Белявцев О.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Термин «многофакторная аутентификация» (MFA) стал достаточно известным в наше время и на слуху почти у каждого, но далеко не каждый знает, как работает многофакторная аутентификация и насколько важно ее наличие для безопасности персональных данных. Обычно при фразе “многофакторная аутентификация” люди в первую очередь вспоминают про смс-коды, которые приходят, когда оплачиваешь картой онлайн-покупки. Чуть реже на ум приходит флешка с цифрами, токен. На самом же деле, способов защитить информацию, а именно, заставить злоумышленника потратить значительно больше времени и ресурсов для получения доступа или же сделать этот процесс невозможным, значительно больше. В своем докладе я расскажу о преимуществах и особенностях многофакторной аутентификации, о том, где и как она применяется, насколько ее применение увеличит шансы на сохранение информации от злоумышленников.

Итак, что же такое многофакторная аутентификация? Многофакторная аутентификация – это метод аутентификации, который требует от пользователя предоставить два или более фактора верификации, чтобы получить доступ к таким ресурсам, как приложение, онлайн аккаунт или VPN. MFA является ключевым компонентом строгой политики управления идентификацией и доступом (IAM). Под Identity and Access Management (IAM) понимают набор технологий и программных продуктов, отвечающих задачам управления учетных записей и управления доступом к различным системам в компании. У IAM две задачи: аутентифицировать, что сущность - это то, кем она претендует быть. Когда вы вводите имя пользователя и пароль на веб-сайт, веб-сайт аутентифицирует вас, проверяя БД, чтобы увидеть, совпадают ли ваши имя пользователя и пароль с данными в БД; авторизовать, что сущность имеет достаточный уровень доступа к ресурсам. Авторизация – это процесс проверки того, какой доступ аутентифицированному пользователю разрешено иметь к техническим ресурсам, и обеспечение только этого доступа.

Почему же MFA так важна? Главное преимущество MFA заключается в повышении безопасности, требуя от пользователей идентифицировать себя не только по имени пользователя и паролю. Так как пароли и имена пользователей уязвимы для атак методом подбора или же могут быть украдены третьей стороной. Использование фактора MFA, такого как отпечаток пальца или физический аппаратный ключ, значительно повышает уверенность в сохранности ваших данных.

Как же работает MFA? MFA запрашивает дополнительную подтверждающую информацию (факторы). Один из самых простых факторов, с которыми сталкиваются пользователи – одноразовый пароль (OTP). Одноразовый пароль - это код, состоящий из 4-8 чисел, который вы обычно получаете по почте, смс или в специальном мобильном приложении. Одноразовый пароль генерируется периодично или каждый раз, когда подтверждается запрос на аутентификацию. Генерация кода основана на значении зерна (seed value), которое присваивается пользователю, когда тот впервые регистрируется.

Три главных типа факторов MFA:

• Что-то, что вы знаете (knowledge), например, пароль или PIN
• Что-то, чем вы владеете (possession), например, бейдж смартфон
• Что-то, что вам принадлежит (inherence), например, отпечаток пальца или сетчатка глаза
Примеры MFA:
Knowledge
• Ответ на секретный вопрос
• Пароль
• Одноразовый пароль
Possession
• Одноразовый пароль, полученный через приложение на телефоне
• Одноразовый пароль, полученный через смс или почту
• Карта доступа, USB устройство
Inherence
• Отпечатки пальцев, голос, сетчатка глаз
• Анализ поведения

Также существуют и другие методы аутентификации, основанные на вашем местоположении и основанные на риске (Учитывается, когда, вы пытаетесь получить доступ, с какого устройства, защищено ли соединение и т.д.).

В заключении я бы хотел настоятельно порекомендовать использование многофакторной аутентификации везде, где это возможно, чтобы обезопасить Ваши личные данные.

Список использованных источников:

1. Mark Stanislav. Two-Factor Authentication // IT Governance Publishing — 2015. — №ISBN: 9781849287333.

2. Многофакторная (двухфакторная) аутентификация Multi-factor authentication, MFA Two-factor authentication

Приложение для анализа типичных атак на DES

Березовский А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

Все личные данные должны быть защищены и доступ к ним должен быть надежно организован. Известный алгоритм DES, который являлся официальным стандартом шифрования, утверждённым в США (1977–2001 г.), на сегодняшний день является устаревшим стандартом [1]. Но интересным для исследования, так как атаки на DES могут быть эффективно применены на современных алгоритмах шифрования (Rijndail, Blowfish) [4].

Самые распространённые атаки - это метод полного перебора, дифференциальный криптоанализ, линейный криптоанализ, атака встречей по середине [2]. Самый эффективный из которых разработан японским криптологом Мицуру Мацуи – линейный криптоанализ [3].

В линейном криптоанализе ищется зависимость входных данных и зашифрованных. Из-за найденной слабости в пятом S-блоке, при которой коэффициент эффективности достигает максимального значения, Мацуи удалось уменьшить количество необходимых операций с 2^{55} до 2^{43}. Этот факт практически полностью уничтожил криптостойкость алгоритма. Основная идея дифференциального криптоанализа — это изучение и нахождение зависимости между дифференциалами шифруемых значений. Под дифференциалом подразумевается поразрядное сложение по модулю 2. Суть атаки встречей по середине идёт по принципу “разделяй и властвуй”. Шифр делится на две части, после чего подбираются ключи с главным условием, что в середине выполнится равенство интересующих битов. Самая известная атака – метод полного перебора. Включает в себя перебор всех возможных вариантов ключа, до появления осмысленного текста или другого сигнала успешного взлома. Данная атака универсальна и используется в подавляющем большинстве случаев.

Была разработана программа, которая наглядно показывает слабости всех S-блоков алгоритма DES. Линейная зависимость находилась путём подбора удобных входных битов на определённый S-блок и после анализа выходных битов с вероятностями их получения. Для анализа использовалось линейное приближение, которое отвечает за равенство входных и выходных параметров. Опираясь на это приближение можно посчитать вероятность по лемме Мацуи[3]. Была продемонстрирована LAT таблица, ячейки которой отвечают за эффективность атаки линейным криптоанализом. Ориентируясь на эти ячейки можно создать набор входных данных, которые значительно снизят количество необходимых операций для взлома алгоритма. На языке C# была разработана система, позволяющая вручную проверять вероятность эффективной атаки на каждый из S-блоков при переменных начальных условиях. Данная программа предоставляет необходимый функционал для визуализации пошагового взлома и нахождения итоговой вероятности угадывания интересующего бита.

Таким образом, несмотря на то, что DES является устаревшим алгоритмом шифрования, он всё ещё остается интересным объектом для исследования. Изучение алгоритма и проведённых атак на него в дальнейшем поможет избежать слабостей в новых системах шифрования.

Список использованных источников:

1. Rijndail // Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Advanced_ Encryption_Standard (дата обращения: 15.02.2021)

2. DES // Википедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/DES (дата обращения: 16.02.2021).

3. Matsui M. Linear cryptanalysis method for DES cipher // Computer & Information Systems Laboratory. 1998. Pp. 1-12.

4. Смарт Н. Криптография. М.: Техносфера, 2006. 528 с.

Алгоритм построения базы из пересечения баз

Берецкий И.С., Адиянов Р.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва

Теория графов применяется в различных областях человеческой деятельности: химии, логистике, маршрутизации данных в интернете, информатике, программировании. При этом гиперграфы используют в криптографии, анализе баз данных и социальных сетей.

В данной работе рассматривается алгоритм построения базы гиперграфа из пересечения баз других гиперграфов. Гиперграф – это обобщение графа, в котором каждым ребром могут соединяться не только две вершины, но и любые подмножества вершин. Совершенность проявляется тогда, когда не существует изоморфного гиперграфа с тем же вектором степеней, как у рассматриваемого графа. Экстремальность – когда выполняется совершенность и вектор степеней упорядочен по не возрастанию. У каждого экстремального k-комплекса существует база, которая его описывает [1].

Рассмотрим экстремальные 2-однородные гиперграфы (графы). После выполнения операции «пересечение» над базами экстремальных графов, также получается экстремальный граф с базой [2]. Возникает вопрос, как её получить быстрым способом. Под быстрым способом понимается алгоритм, который работает быстрее, чем естественный алгоритм.

Рассмотрим работу алгоритма на базах 2-однородных гиперграфов (1 7) (2 6) и (3 5) (2 6):

1) Отсортируем базы по возрастанию первого элемента. В нашем случае гиперграфы примут вид {(1 7), (2 6)} и {(2 6), (3 5)}.

2) Рассматриваем самый “минимальные” элементы в обоих гиперграфах. В каждом из них выбираем наименьшие числа на каждой из позиций. Т. е. для первых элементов (1 7) и (2 6) это (1 6).

3) Повторяем пункт 2 для остальных баз пока не случится так, что пары закончатся. В нашем случае будет только одна итерация результатом которой получим базу (2 5).

4) В конечном итоге пересечением гиперграфов с базами {(1 7), (2 6)} и {(3 5), (2 6)} будет гиперграф {(1 6), (2 5)}.

На данный момент главным альтернативным способом является вычисление “в лоб”. Т. е. берётся результирующий гиперграф, и у него строится база. Здесь предлагается более быстрый алгоритм.

Данный алгоритм реализован в виде программного комплекса, который демонстрирует его эффективность [3].

Список использованных источников:

1. Mironov A.A., Mokryakov A.V., Sokolov A.A. About realization of integer non-negative numbers tuple into 2-dimensional complexes // Applied and Computational Mathematics. 2007. Т. 6. № 1. С. 58 - 68.

2. Берецкий И.С., Ирбитский И.С., Егорова Е.К., Мокряков А.В. Операции над k-однородными экстремальными гиперграфами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 9. С. 49-54.

3. Берецкий И.С., Ирбитский И.С., Егорова Е.К., Мокряков А.В., Чернова Т.А. Программный комплекс нахождения результатов операций над экстремальными гиперграфами // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 8. С. 37-45.

Особенности разработки методических указаний и инструкций для студентов-разработчиков программного обеспечения

Богатырева Е.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.

МАИ, Москва

Каждая программа сопровождается документацией, чтобы упростить освоение разработанного продукта. Любой продукт подвергается улучшению, добавлению функционала. Широко распространенные программные продукты обновляются довольно часто. Когда обновлениями занимается один человек или команда, которым известны все структуры и принципы реализации программы, им легко ориентироваться в исходном коде, и это ускоряет процесс развития продукта.

Код, написанный другим человеком, сложно прочитать сразу, ведь у каждого имеется свой стиль написания кода, построения структуры. Комментарии не в полной мере решают проблему быстрого ориентирования в исходном коде. Это замедляет развитие продукта и является актуальной проблемой для разработчиков.

Такие проблемы часто присутствуют при реализации программ и систем, осуществляющейся внутри компании или учебной организации, то есть систем, которые используются только работниками и/или студентами. Примером такой системы является учебная САПР Ferma с открытым исходным кодом, разработанная сотрудниками, студентами и аспирантами кафедры 609. Помимо своего прикладного назначения [1] САПР Ferma является рабочим объектом приложения сил разработчиков-студентов [2], которые ежегодно создают новые модификации системы, отражающие современные тенденции и требования. Очевидно, что текущие разработчики не имеют связи с первыми разработчиками для уточнения каких-либо вопросов, касающихся исходного кода САПР. Это касается даже тех, кто реализовал тот или иной функционал год-два назад, так как они уже закончили обучение. Такая ситуация усложняет студентам задачу. Каждый год разработкой новых функций занимаются разные люди, поэтому каждому новому студенту требуется тщательный разбор элементов кода. Это требует временных затрат.

Решением данной проблемы являются тщательно составленные методические указания и инструкции, предназначенные для студентов-разработчиков. Потребность в этом особенно возросла в условиях развития учебного процесса с использованием технологий

дистанционного обучения [3]. При этом предлагаемое решение применимо совместно с любыми средствами дистанционного обучения от простейших текстовых форм [4] и неспециализированных приложений [5] до комплексных систем управления дистанционным обучением.

В рамках реализации предложенного решения скорректированы названия переменных, чтобы дать понять, какую информацию они хранят. Структурирован исходный код. Сформировано описание структуры проекта и всех его файлов. С помощью этого описания разработчики смогут найти всю интересующую информацию в коде, а также поймут принятый в проекте стиль форматирования исходного кода. Плюсом САПР Ferma является «единство» проекта, необходимого для запуска. Так как к данному проекту уже подключены все нужные файлы и модули, подключать файлы вручную нет необходимости. Непосредственно в комментариях к коду и в методических указаниях кратко описан принцип процедур, что позволит понять применяемые методы и формулы. Данной информации должно быть достаточно разработчику, чтобы ознакомиться с САПР Ferma.

Следуя правилам описания программного продукта, можно обеспечить не только понимание САПР, но и значительное улучшение качества работы, сокращение времени на разработку обновлений. Ознакомление со структурой разработанных ранее программных модулей позволяет приступить к работе быстрее и легко ориентироваться в проекте. Следует иметь в виду, что упомянутое методическое обеспечение и инструкции каждый год необходимо обновлять, чтобы они всегда были в актуальном состоянии, но подход к их актуализации остается неизменным.

Список использованных источников:

1. Столярчук В.А. Автоматизированное проектирование ферменных конструкций: Учеб.пособие к лаб.работам. – М.: МАИ, 2005 – 91 с.: ил.

2. Столярчук В.А. Программный комплекс как учебный объект разработки // Программные продукты и системы. – 2016. – №1. – С. 140-145. – DOI:10.15827/0236-235X.113.140-145

3. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

Описание технологий передачи данных между компонентами промышленных сетей металлообрабатывающего производства

Богданов А.Н., Бабанин А.В., Уткин В.А.
Научный руководитель — Белоусов Н.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Металлообрабатывающее производство (обработка металла резанием, обработка давлением, производство металлоконструкций, инструментальное производство) является одним из наиболее наукоемких видов производств, требующих развития и внедрения передовых концепций и технологий для улучшения качества готовых изделий и снижения их себестоимости. Одной из современных концепций является внедрение гибкого и безлюдного технологического процесса. Проектирование гибкого технологического процесса подразумевает возможность освоения выпуска новой продукции в короткие сроки. Внедрение этой концепции, а также усовершенствование контроллеров, сенсоров и систем управления привело к созданию автоматизированных производств.

Одним из вопросов управления компонентами автоматизированного производства является обмен информацией между компонентами промышленной сети. Более 40 лет назад,

когда управление оборудованием осуществлялось механическим или электромеханическим методом, отсутствовала необходимость в специальной системе для обмена информацией между электронными компонентами (моторы, приводы, датчики) и системой управления. Каждый компонент мог быть подключен проводом к системе управления напрямую. С ростом числа таких компонентов были созданы первые промышленный сети, основанные на собственных стандартах и протоколах:

1. Process Field Bus (Profibus) – промышленная сеть, прототип которой был разработан компанией Siemens AG (Германия) для своих промышленных контроллеров Simatic (1989 г.)

2. Interbus – система полевой шины, разработанная Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Германия) в 1987 г.

3. DeviceNet – протокол для промышленных сетей, который используется для связи датчиков, исполнительных устройств и контроллеров, разработанный в 1994 г. компанией Rockwell Automation (США).

4. Highway Addressable Remote Transducer (HART) – набор стандартов, предназначенный для подключения промышленных датчиков, разработанный компанией Rosemount (США) в 1986 г.

5. Modbus – коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый, представленный компанией Modicon (Schneider electric, Германия) в 1979 г.

Следующим этапом развития промышленных сетей стало появление стандартов, основанных на пакетной передаче данных (Ethernet):

1. Process Field Network (Profinet) - промышленный стандарт для автоматизации, созданный ассоциацией Profibus & Profinet International (международная).

2. Modbus TCP/IP – стандарт промышленный сети, основанный на протоколе Modbus.

3. EtherCAT – стандарт промышленный сети, используемый для управления оборудованием, которое требует частого обновления времени с целью синхронизации работы его компонентов. Представлен компанией Beckhoff Automation GmbH (Германия) в 2003 г.

Несмотря на то, что каждый из вышеперечисленных стандартов по мере своего постоянного дополнения и усовершенствования имеет широкую область применения, он также имеет набор специфически задач. Например, стандарт Profinet позволяет проектировать большие системы с разветвленной топологией и используется для управления производственными ячейками и автоматическими линиями. Стандарт EtherCAT позволяет управлять компонентами в режиме реального времени с временем рассогласования менее 1 мкс и используется для контроля приводов, которые приводятся в движение несколькими моторами.

В работе произведен подробный анализ области применения каждого из описанного выше стандартов, описаны системы, для которых чаще всего используется каждый из стандартов, дано краткое описание основных элементов концепции протоколов.

Совершенствование архитектуры Anchor Modeling хранилищ данных на основе применения микросервисов

Боль А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

Важной частью работы с большими данными является правильно построенное хранилище данных (ХД) [1]. Решение данной задачи является необходимым для обеспечения дальнейшей эффективной работы с ХД при его использовании, модификации и поддержке. Общепринятые подходы построения архитектуры ХД, такие как «звезда» и «снежинка» имеют ряд недостатков. Так как перед ХД в любой предметной области может встать задача быстрого расширения и изменения [2], то модель данных должна быть создана с учетом возможного увеличения данных как «вширь» – по количеству атрибутов, так и «вглубь» – по общему количеству данных. Из множества современных архитектур построения ХД,

которые бы справлялись с современными темпами роста объема данных и возможными изменениями структуры данных, остановимся на выборе архитектуры Anchor Modeling построения ХД. Данную архитектуру применяют для обеспечения высокого уровня нормализации, соответствующего 6 нормальной форме.

Преимуществом использования архитектуры Anchor Modeling является:

• Возможность версионирования модели данных;

• Отсутствие избыточности информации, которое не приводит к увеличению сложности доработки процессов извлечения, преобразования (ETL-процессы) и загрузки данных за счёт максимальной декомпозиции структуры;

• Изменения хранилища данных производится за счёт расширения, а не модификации;

• Быстродействие за счёт соединений слиянием (Merge-соединений).

Однако архитектура Anchor Modeling имеет некоторые недостатки:

• Нетривиальная структура, требует значительных трудозатрат и глубокого погружения в методологию Anchor Modeling;

• Количество объектов в ХД становится велико из-за чего возникает необходимость в поддержке на уровне метаданных и автоматическом развёртывании модификаций.

Для нивелирования указанных недостатков, предлагается использовать сервис, построенный на базе технологии REST. В настоящее время технология REST широко используется в системах поддержки жизненного цикла изделий [3, 4], в том числе, с использованием веб-приложений [5], что позволит интегрировать предлагаемое решение с различными существующими информационными системами. Разработанный сервис будет обладать API, который позволит:

• Поддерживать операции с метаданными Anchor-модели (anchor, attributes, tie, knot): добавление, удаление, изменение, отключение элементов (для поддержки версионности модели);

• Осуществлять автоматическую генерацию скриптов для первоначального развертывания и расширения Anchor-модели хранилища данных по метаданным на любом языке описания данных (SQL, JSON, XML и др.). Данные скрипты можно формировать: целиком для всей модели, по состоянию на определенную дату, как регулируемую выборку изменений в диапазоне указанных дат.

В результате проведенного исследования разработан инструмент, который позволяет упростить работу с нетривиальной структурой Anchor-модели до уровня не требующего глубокого погружения в методологию, что в итоге снизит трудозатраты и облегчит труд аналитика больших данных.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

2. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

3. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

Создание системы контроля качества выполнения физических упражнений

Большева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва

Поддержание физической формы является обязательным условием залога здоровья, эффективного функционирования внутренних систем организма и опорно-двигательного аппарата человека. Но далеко не всегда возможно контролировать правильность выполнения упражнений, избежать травм во время тренировки и получить желаемый результат.

Существует ряд способов, позволяющих автоматически оценить выполнение физических упражнений: во-первых, это камеры и компьютерное зрение [1, 2], во-вторых - специальные датчики, инерциальные измерительные модули (IMU) [3-5], а также их комбинация [6, 7]. В дополнение к этому, в основном используется одно устройство [3, 4], реже – несколько [5]. Датчики могут располагаться по-разному и применяться только для оценки какого-то класса упражнений. Поэтому существует проблема недостаточно точного измерения и контроля правильности выполнения физических упражнений, отсутствует универсальное устройство для использования применительно к различным упражнениям.

В связи с этим была реализована система контроля качества выполнения физических упражнений. Разработка аппаратной части системы вначале проводилась на платах Arduino Nano CH340/ATmega328P и GY-85 BMP085, впоследствии – на Arduino Nano 33 Sense BLE. Выбранная плата имеет встроенные датчики акселерометра и гироскопа, возможность соединения с сервером по энергосберегающему протоколу Bluetooth Low Energy (BLE). Серверная часть системы реализована на языке программирования Python с использованием библиотеки «Bleak».

На основе реализованной архитектуры «клиент-сервер» проводится передача данных. Данные, поступающие на сервер, представлены в виде координат X, Y, Z, считываемых с датчиков акселерометра и гироскопа. Фильтрация данных позволяет получать менее зашумленные показатели. Это позволяет достигать более точных результатов при использовании методов машинного обучения (Machine Learning, ML) для решения задачи определения правильности выполнения упражнений. В ML данные разделяются на тренировочный и тестовый наборы, проводится обучение с учителем. Алгоритм решения задачи с помощью ML включает в себя следующие этапы: во-первых, проводится запись эталонных данных упражнений, определение правильного и неправильного их выполнения, во-вторых, на базе считанных массивов данных проводится решение задачи бинарной классификации: определяется правильно или ошибочно выполнено упражнение.

Таким образом, разрабатываемая система контроля качества выполнения физических упражнений позволяет обеспечить обратную связь занимающемуся о качестве выполненного упражнения, повысить результативность тренировок без наблюдения со стороны тренера, уменьшить вероятность получения травм, предоставить тренеру данные для анализа и корректировки тренировочного процесса.

Список использованных источников:

1. Khurana R., Ahuja K., Yu Z., Mankoff J., Harrison C., Goel M. GymCam: Detecting, Recognizing and Tracking Simultaneous Exercises in Unconstrained Scenes. Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol., 2018. V. 2, No. 4, Article 185. - 17 p. URL: http://smashlab.io/pdfs/gymcam.pdf

2. Saponaro P., Wei H., Dominick G., Kambhamettu C. Estimating physical activity intensity and energy expenditure using computer vision in videos. University of Delaware, Newark, DE – 5 p. URL: http://vims.cis.udel.edu/energyexpenditure/Exercise_Intensity_from_Video.pdf

3. O'Reilly M., Whelan D., Chanialidis C., Friel N., Delahunt E., Ward T., Caulfield B. Evaluating squat performance with a single inertial measurement unit. IEEE 12th International Conference on Wearable and Implantable Body Sensor Networks (BSN), 2015. - 7 p. doi: 10.1109/BSN.2015.7299380 URL: https://www.researchgate.net/publication/308545760_ Evaluating_squat_performance_with_a_single_inertial_measurement_unit

4. O'Reilly M.A., Slevin M., Ward T., Caulfield B.A. Wearable Sensor-Based Exercise Biofeedback System: Mixed Methods Evaluation of Formulift. JMIR Mhealth Uhealth, 2018. V. 6. No. 1. - 23 p. doi: 10.2196/mhealth.8115 URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5812980/

5. Velloso E., Bulling A., Gellersen H. Towards qualitative assessment of weight lifting exercises using body-worn sensors. Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing. Beijing: UbiComp, 2011. – pp. 587-588. doi: 10.1145/2030112.2030226 URL: https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2030226

6. Marcard T., Pons-Moll G., Rosenhahn B. Human Pose Estimation from Video and IMUs. Germany, 2015. – 14 p. URL: https://ps.is.mpg.de/uploads_file/attachment/attachment/250/pami2015_finalVersion.pdf

7. Fang W., Zheng L., Deng H. A motion tracking method by combining the IMU and camera in mobile devices. Beihang University, Beijing, China. Tenth International Conference on Sensing Technology (ICST), 2016. – pp. 117-122. doi: 10.1109/ICSensT.2016.7796235 URL: https://www.researchgate.net/publication/311918357_A_motion_tracking_method_by_combining_the_IMU_and_camera_in_mobile_devices

Организация и оценки сложности методов обработки данных в больших компьютерных диапазонах

Борейко Е.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.

МАИ, Москва

Важные для теории и практики математические задачи, требующие многоразрядных вычислений и больших вычислительных ресурсов, лежат в областях прикладной и вычислительной теории чисел. При работе с большими числовыми диапазонами необходимо использовать особые форматы данных и многоразрядную компьютерную арифметику для того, чтобы избежать потерь части представления чисел. Именно распараллеливание вычислительных процессов обеспечит надежность результатов при вычислениях в больших компьютерных диапазонов.

Модулярная арифметика позволяет распараллелить процесс вычислений до уровня отдельных арифметических операций как на аппаратном, так и на программном уровне. Модулярная арифметика, или система остаточных классов, основывается на понятии сравнения целого числа по натуральному модулю и выполнении операции вычисления вычета. При этом возникает известное в теории чисел частное отношение эквивалентности. Иначе говоря, вместо того, чтобы целое число представлять в системе счисления с фиксированным основанием, его представляют вычетами по модулям из множества попарно взаимно простых чисел.

Особенности модулярной арифметики заключаются в следующем:

• Параллельное выполнение всех кольцевых операций, что эффективно для SIMD вычислительных архитектур (многопроцессорных);

• Возможность защиты и контроля вычислительного процесса арифметическим кодом, предотвращающим помехи;

• Операции вычисления вычета по модулю;

• Относительная простота варьирования вычислительным диапазоном, изменением количества компонент модулярного формата данных (проблема перекрытия всё больших вычислительных диапазонов является центральной в тематике прикладной теории чисел);

Для решения проблем, возникающих при работе с большими компьютерными диапазонами, разработаны методы распределенного хранения и обработки больших числовых величин. Данные методы помогают решить ряд задач и вычислительных проблем с высоким уровнем сложности. Чтобы провести оценку сложности алгоритмов, существует немало критериев, например, такие как порядок роста времени (время, затрачиваемое алгоритмом) или емкости памяти для решения задачи при увеличении входных данных.

Является целесообразным разработка и создание программного комплекса для автоматизации методов обработки данных в больших компьютерных диапазонах и их сравнения по оценкам сложности, предварительно выбрав наиболее быстрые из них. Это позволяет ускорить исследования в области модулярных операций над сверхдлинными числами для универсальных и специализированных вычислительных устройств и платформ.

Список использованных источников:

1. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. —М.: Мир, 2011. —536с.
2. Инютин С.А. Модулярные вычисления в сверхбольших компьютерных диапазонах // Известия вузов. Электроника. № 6, 2003. –С.65-73.
3. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Том 2. –М.: Мир, 2003. —723с.
4. Рибенбойм П. Рекорды простых чисел. // Успехи математических наук. Т. 42, вып. 5, 1987 —С.119-176.

Подсистема для работы с пользователями по принципу «Типовой клиент»

Бурченко К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

Для повышения эффективности работы предприятия с клиентами при большом количестве клиентов возможно разработать типовые модели существующих клиентов для последующего анализа новых клиентов или их групп, на основе разнообразных факторов как самих клиентов, так и критериев, интересующих исследователя [1]. Возникает вопрос: каким образом и по каким параметрам выбрать начальные данные пользователя для обучения модели типового клиента?

Решений этой задачи может быть несколько, так как начальных данных довольно много и все они обладают разными характеристиками одних и тех же параметров. К тому же мы, на данный момент, не обладаем необходимыми знаниями для оценки финального результата, в связи с чем, на данный момент невозможно найти единственное решение поставленной задачи [2].

Разрабатываемая подсистема работы с типовыми клиентами должна уметь создавать модели клиентов по различным имеющимся параметрам для дальнейшего анализа новых или уже существующих клиентов на основе полученных моделей.

При анализе начальных данных клиентов и методов их классификации, было выявлено, что от начальной выборки (набора начальных данных) могут сильно варьироваться результаты.

Так как в зависимости от исходных данных может сильно меняться результат обучения модели, необходимо определить и хранить методы выбора начальных данных. Пример возможных выборок:

- Пользователи определенного бизнеса,
- Пользователи определенного типа бизнесов,
- Пользователи определенной страны или города,
- Пользователи говорящие на определенном языке.

Для решения рассматриваемой задачи классификации предлагается использовать пакет PHP-ML [3] предоставляющий следующие методы:

- Классификация опорных векторов,
- Классификатор по методу k-ближайших соседей,
- Наивный классификатор Байеса,
- Классификатор многоуровневых перцептронов,
- Линейная регрессия наименьших квадратов,
- Регрессия опорных векторов (SVR).

Использование пакета PHP-ML означает, что предлагаемая система будет веб-приложением. Это, в свою очередь, позволит использовать данную разработку не только по

прямому назначению, но и в различных учебных системах [4, 5], в которых будут изучаться вопросы подготовки различных выборок данных в зависимости от заданных параметров, а также подходы к оценке и использованию полученных результатов. Оценку результата работы разрабатываемой подсистемы предлагается предоставить специалистам, которые будут использовать систему.

В настоящее время с помощью разработанного решения предлагается строить модели, на основе максимально широкого спектра начальных выборок, то есть, будут реализованы модели, базирующиеся на всевозможных комбинациях начальных параметров выборки пользователей и вариаций обучения моделей.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

2. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

3. PHP-ML – библиотека для машинного обучения [Электронный ресурс] // PHP-ML.ru - документация на Русском. URL: https://php-ml.ru (дата обращения 19.01.2021).

4. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

Проблемы перехода от монолитной к микросервисной архитектуре разработки программного обеспечения

Василенко Е.А.

Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

Монолитная архитектура является проверенным временем подходом к разработке приложений. «Монолитные» решения – это программный комплекс, компоненты которого поставляются сразу через единый пакет. Данный подход имеет весомые преимущества. Монолитная система быстрее в разработке – программист может сразу начать закладывать бизнес-логику, меньше задумываясь о протоколах механизмов межкомпонентного взаимодействия. Так же, данное программное обеспечение проще в поставке, обладает высокой самодостаточностью – большинство зависимостей упаковываются в том же архиве или исполняемом файле, что и само приложение – это позволяет быстрее и выполнять поставку готового продукта, и при необходимости легко развернуть готовую к работе копию.

Однако у монолитной архитектуры есть и свои недостатки. Один из основных - нелинейный рост сложности внедрения нового функционала. Чем дольше существует и разрастается монолит, тем сложнее внедрить логику так, чтобы старый код продолжил стабильно работать. В итоге, это приводит к тому, что стоимость внедрения нового кода значительно превышает потенциальную выгоду от него. Другой существенной проблемой является низкая, по сравнению с более современными подходами, отказоустойчивость – ошибка в одной из функций может «положить» всю программу, а её перезапуск порой требует много времени, и сопряжён с риском потери важных данных, которые находились во временной памяти и не были записаны в базу данных или файловую систему.

Поэтому на сегодняшний день многие монолиты на определённом этапе жизненного цикла стараются реструктурировать в микросервисную архитектуру – когда приложение представляет собой набор слабо связанных, автономно существующих сервисов, каждый из которых выполняет только небольшой набор функций. Такой подход хоть и дороже в разработке, но даёт свой ряд преимуществ. Микросервисные приложения проще

горизонтально масштабируются, ведь при резком повышении нагрузки на определённые части системы можно быстро поднять необходимое количество новых экземпляров требуемых сервисов, чтобы распределит нагрузку, тем самым поддерживая высокую отказоустойчивость. Слабая связность – а общаются микросервисы обычно при помощи API – позволяет не привязываться к конкретному стеку, и писать компоненты для разных целей при помощи тех инструментов, которые лучше удовлетворяют потребности разработки.

Зачастую при попытке перехода от монолитной архитектуры к микросервисной наблюдается ряд трудностей, связанных отчасти с особенностями каждого из подходов, а отчасти ошибками при проектировании архитектуры программного обеспечения. Зачастую при разбиении большого «монолита» на ряд отдельных, независимых сервисов вызывают проблемы сильная связность, к примеру явная инициализация классов-зависимостей, и запутанная система вызовов. Да, когда все классы и методы монолитного приложения создаются в одном месте при запуске, можно передавать зависимости внутрь классов через явный конструктор, но это ведёт к снижению гибкости. При переходе к микросервисной архитектуре мы не может быть абсолютно уверены, что другой сервис вернёт нам именно тот набор полей, который обрабатывается этим конкретным классом. Для предотвращения подобных проблем лучше всего сразу реализовывать внедрение зависимостей – объявлять переменные-классы через интерфейсы, а инициализацию имплементаций переносить в классы-фабрики, которые передадут через конструктор ту реализацию, которая написана для работы с пришедшим типом запроса. Это позволит избежать переписывания иерархий вызовов в будущем, и сэкономит много времени при переходе.

Другой проблемой является изначальное несоблюдение границ ответственности классов и методов. Если приложение содержит в себе классы с методами по нескольку тысяч строк и перекрёстными их вызовами, в которые передаётся по десять-пятнадцать зависимостей, просто разобраться в такой структуре крайне сложно, не говоря уже о разбиении таких гигантов на независимые сервисы. Соблюдение принципа разграничения обязанностей – каждый класс выполняет ограниченный, строго определённый набор функций – не только упростит распределение бизнес логики по отдельным компонентам, но и значительно повысит читаемость и контролируемость кода.

Не самым явным, но очень важным элементом является соблюдение соглашений о наименовании – называть классы в соответствии с интерфейсами, от которых они наследуются, давать понятные названия методам. Строгое следование соглашениям, установленным на начальном этапе разработки, позволит быстрее выделить группы классов со сходным функционалом, которые можно инкапсулировать сначала в отдельных сборках, а потом декомпозировать на небольшие сервисы.

Приведённые выше проблемы далеко не полный список трудностей, возникающих при переходе от монолитной к микросервисной архитектуре. Подробное перечисление всех возможных проблем и узких мест заняло бы не одну страницу, но те моменты, о которых было сказано, встречаются чаще других, и своевременное принятие мер сэкономит много времени команде разработки.

Интерактивная информационно-справочная система по индикационному оборудованию летательного аппарата

Верещака С.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ампилов В.И.
МАИ, Москва

В настоящее время многие авиационные компании разрабатывают автоматизированные системы обучения (АСО) для своих летательных аппаратов (ЛА). АСО – это комплекс технического, учебно-методического, лингвистического, программного и организационного обеспечений на базе электронно-вычислительной машины, предназначенный для индивидуализации обучения [1]. Начиная с определенного объема функционала [2] и степени интерактивности взаимодействия АСО с пользователем принято говорить об

интерактивной автоматизированной системе обучения (ИАСО). Данная система предназначена для получения лётным и инженерно-техническим персоналом необходимых теоретических знаний [3, 4] и приобретения первоначальных практических навыков по эксплуатации ЛА с одновременной оценкой уровня знаний, навыков и умений.

Несмотря на то, что авиационными предприятиями создаются собственные АСО, всегда существовала и будет существовать большая проблема качественного обучения лётного состава. И как показывает практика, качественное обучение в дальнейшем позволяет подготовить высококвалифицированных летчиков, которые умеют правильно пилотировать ЛА. В свою очередь правильное пилотирование – это очень важно, поскольку оно влияет на ресурс ЛА, безопасность полётов, выполнение поставленных задач и т.д.

Для того, чтобы решалась данная проблема, необходимо постоянно модернизировать АСО, и ИАСО не исключение. Модернизация заключается в том, что требуются новые вспомогательные программы (системы) для улучшения обучения, а также нужно постоянно дорабатывать уже существующие программы (системы).

Для решения данной проблемы была поставлена задача модернизации ИАСО, а в частности, разработка новой интерактивной информационно-справочной системы по индикационному оборудованию ЛА.

Разработанная система предоставляет возможность лётному составу изучить и понять расположение индикационных показаний и приборов в кабине ЛА. Также новая система позволяет лётному составу осознать логику работы индикаторов и приборов в кабине ЛА, а всплывающие подсказки дают дополнительную информацию об объектах, находящихся на индикационных кадрах оборудования.

Реализация новой системы была осуществлена с помощью следующих инструментов:

• Adobe Illustrator – с помощью данного инструмента прорисовывался каждый отдельный элемент индикации в векторной графике в формате SVG;

• Unity3D – на данной платформе собиралась все экспортированные элементы индикации формата SVG, прорисованные в Adobe Illustrator, в единые кадры, соответствующие индикационным приборам. Отметим, что расположение объектов (элементов) в кадрах выставляются в соответствии с документацией. После, с помощью встроенных функций Unity3D настраивается каждый кадр индивидуально;

• C# – с помощью данного языка программирования были написаны скрипты, необходимые для выделения каждого объекта в индикации, вывода вспомогательной справочной информации, переключения различных режимов в индикационном оборудовании и т.д.

В итоге разработанная система прошла тестовые испытания и показала хорошие результаты. В дальнейшем планируется внедрение разработанной системы в ИАСО, а также планируется модернизация системы с помощью введения новых индикационных приборов и улучшения пользовательского интерфейса.

Список использованных источников:

1. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.

2. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

Реализация атак на эллиптические алгоритмы в реальном времени

Водяков А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

Шаблонная онлайн-атака – мощная техника для организации атак на криптосистемы, использующие скалярное умножение на эллиптических кривых. Эту технику принято использовать для атак по энергопотреблению и электромагнитному излучению.

Суть проблемы в том, что данный вид атак редко рассматривается с точки зрения уровня микроархитектуры. Данная проблема актуальна, так как эллиптические криптосистемы используются крайне часто в современном мире. Это означает потребность в анализе уязвимостей, позволяющих осуществлять различные атаки на системы, использующие алгоритмы на эллиптических кривых.

В качестве решения данной проблемы предлагается реализация инструмента для анализа стойкости системы к шаблонной онлайн атаке по стороннему каналу любого типа. Задачей инструмента будет являться определение подходящих для шаблонных онлайн-атак утечек в криптографических алгоритмах, что позволит оценивать стойкость алгоритма к любому виду атак по сторонним каналам.

Для оценки приемлемости шаблонных онлайн-атак по отношению к сторонним каналам в микроархитектуре была написана программа на языке C. Была использована библиотека TracerGrind, позволяющая выполнять трассировку исполнения двоичного кода программ. Одна из её многих функций – возможность отслеживания определённого диапазона адресов (включающих данные и код), что позволяет, например, сосредоточить анализ на определённой библиотеке. Результат выполнения трассировки содержит последовательность обработанных адресов, поэтому может быть использован для эмуляции сигналов по стороннему каналу вплоть до определения инструкций.

Разработанный инструмент позволяет анализировать стойкость библиотек к шаблонным онлайн-атакам и демонстрировать их.

Список использованных источников:

1. Kocher Paul C. Timing Attacks on Implementations of Diffie-Hellman, RSA, DSS, and Other Systems. [Конференция] // Advances in Cryptology - CRYPTO '96, 16th Annual International Cryptology Conference. - California: Springer, 1996. - Т. 1109.
2. Oswald T. Popp, Mangard E. Power analysis attacks and countermeasures [Статья] // IEEE Design Test of Computers. - 2007 г.. - 6: Т. 24.
3. Papachristodoulou L. Masking Curves: Side-Channel Attacks on Elliptic Curve Cryptography and Countermeasures [Отчет]. - Nijmegen, 2019.

Разработка интерактивной справочной системы по информационно-управляющему полю кабины летательного аппарата

Волков И.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ампилов В.И.
МАИ, Москва

Актуальной задачей является создание программных и аппаратных средств с целью повышения и поддержания профессионального уровня летного и инженерно-технического составов. От этого напрямую зависит: уровень профессионализма пилотов, сохранение летательного аппарата (ЛА) в исправном состоянии, безопасность полетов и многое другое.

С каждым годом технологии становятся все сложнее, и конкуренция между авиационными компаниями растет, вследствие чего каждая компания стремится создать или модернизировать свои собственные автоматизированные системы обучения (АСО).

На современном этапе развития средств обучения [1] речь идет о разработке и внедрении в обучение интерактивных автоматизированных систем обучения (ИАСО), которые обеспечивают получение лётным и инженерно-техническим составом необходимых теоретических знаний [2, 3] и первоначальных практических навыков по эксплуатации ЛА,

одновременно оценивая полученные знания. Для того, чтобы быть на одном уровне и конкурировать с другими АСО, требуется постоянная модернизация системы.

Для этого была поставлена задача модернизировать интерактивную автоматизированную систему обучения, добавить новые или обновить уже существующие подсистемы. Было решено разработать интерактивную справочную систему по информационно-управляющему полю кабины ЛА.

Разрабатываемая система является частью ИАСО и представляет собой кабину ЛА, в которой летчик получает те или иные знания о внутренних составляющих. Так как кабина является интерактивной, можно изучить логику работы тумблеров, переключателей и кнопок, а именно: назначение в зависимости от положения, последовательность включения, необходимость активации в зависимости от ситуации.

В ходе обучения, любое переключение, нажатие или любая другая активация элементов информационно-управляющего поля кабины ЛА сопровождается справочной информацией, что позволяет проходить обучение на практике с моментальным полным доступом к теоретической информации.

Для решения поставленной задачи были использованы следующие инструменты:

• Adobe Photoshop – многофункциональный графический редактор – с его помощью были сделаны склейка, редактирование, улучшение фотографий кабины ЛА;

• C# – объектно-ориентированный язык программирования – на языке C# были написаны скрипты, которые реализуют переключение тумблеров в кабине, изменение состояния в кабине после переключения, а также доступ к справочной информации;

• Unity – кроссплатформенная среда разработки компьютерных игр [4], основная среда разработки системы – в Unity был создан эффект «объемной кабины» с помощью геометрических фигур (сферы), были соединены воедино скрипты, фотографии и справочная информация.

Разработанная система показала хорошие результаты. В дальнейшем планируется внедрение новых модулей в интерактивную справочную систему, а также её внедрение в виртуальную кабину ЛА.

Список использованных источников:

1. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

2. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

4. Unity User Manual (2019.4 LTS) [Электронный ресурс] // Unity Real-Time Development Platform. 3D, 2D VR & AR Engine. URL: https://docs.unity3d.com/Manual/index.html (дата обращения 12.02.2021).

Методы и средства автоматизированной генерации практических задач и их проверки для СУБД PostgreSQL

Воловичева Н.П.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

Генератор тестовых заданий представляет собой программу, результатом которой является сформулированный с использованием данных из базы знаний блок из одного или нескольких вопросов в определенном формате представления. Использование средств автоматизированной генерации практических задач способствует упрощению процесса проверки знаний путем составления тестов. При проектировании генераторов за основу берутся некоторые алгоритмы построения генерации: сочетания, деревья и другие.

В настоящее время существует большое количество программных средств, автоматизирующих составление тестовых заданий и осуществляющих оценку ответов. Однако не все они обладают достаточными возможностями для обеспечения вариативности используемых формулировок и заданных параметров. В данной работе рассмотрены некоторые методы создания генератора заданий и приведен пример собственного алгоритма работы генератора, используемого при проектировании автоматизированной системы генерации практических задач и их проверки для СУБД PostgreSQL.

Метод, основанный на применении семантических сетей. Семантической сетью называется сеть связанных между собой понятий, имеющая определенный смысл. Суть применения семантических сетей заключается в генерации тестовых вопросов на основе базы знаний. Структурной единицей базы является триада: «понятие» – «отношение» – «понятие». Эксперт по предметной области наполняет базу знаний, а сами тесты формируются автоматически путем опущения одного из звеньев триады. Достоинство модели в том, что ее можно применить в любой предметной области.

Метод, основанный на лингвистическом анализе, представляет собой процедуру генерации задания, включающую три этапа обработки текста: выделение предложений, фильтрацию предложений и генерацию вопросов. Метод позволяет генерировать тестовые задания по электронным учебным пособиям. Достоинства технологии – удобна и применима в любой предметной области и не требует специальной обработки информации, однако необходимо проверять текст на валидность.

Метод генерации задач на основе онтологий. Входом системы является онтология учебного курса в целом или отдельных его частей, хранимая в базе знаний в виде формализованных машинных представлений. Выходом системы является набор тестовых материалов в форме вопросов разных типов и разного уровня сложности. Система позволяет создавать тестовые задания любой предметной области, а также создавать разные типы тестовых заданий. Однако требует определенных навыков при формировании базы знаний.

При разработке автоматизированной системы генерации практических задач и их проверки для СУБД PostgreSQL частично использовался метод лингвистического анализа. Причиной выбора именно такой технологии послужило наличие большого количество литературы. Благодаря имеющимся текстам заданий в разы упрощается генерация текст задач на естественном языке и уменьшается вероятность допущения лексико-семантических ошибок. Однако для повышения уникальности задания был разработан алгоритм, основанный на получении идентификатора пользователя, проходящего в данный момент тестирование. Такой механизм берет за основу массив уникальных для каждого пользователя идентификаторов, а затем, проводя ряд математических операций, разделяет задачи в базе знаний в тематических блоках на подблоки и далее формирует задание в соответствии с темой теста. Таким образом, благодаря такому подходу в формировании задач, обеспечен минимальный шанс повторения текста на естественном языке и указанных в нем параметров для пользователей, использующих систему.

Результатом данной работы является обзор существующих методов генерации тестовых практических задач и описание разработанного алгоритма генератора практических задач и их проверки для СУБД PostgreSQL. Уникальность разработки данной системы выражена в привязки генерируемого текста задания и используемых в нем параметров к конкретному пользователю. Описанный алгоритм генерации задач позволяет добиться этого результата благодаря использованию при формировании задания идентификаторов пользователей.

Разработка приложения для геймификации профориентационного процесса

Вяткина А.Д.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва

Перед каждым человеком встаёт вопрос определения своей будущей сферой деятельности. Люди перед поступлением в ВУЗы вынуждены посещать профориентационные центры, консультироваться со студентами, чтобы понять, подходит ли ему то или иное направление.

В современном мире всё больше аспектов нашей жизни приобретают цифровой формат. В связи с эпидемиологической ситуацией в мире люди большую часть времени проводят за компьютером дома, что заставляет разнообразные сервисы и услуги приобретать дистанционный формат.

На основании вышеизложенных тезисов было принято решение создать приложение, базирующееся на опыте обучения студентов в различных ВУЗах.

На данный момент у молодежи пользуются популярностью игры в жанре визуальных новелл или интерактивного кино (“Клуб романтики”, “Detroit: become human”), в которых развитие сюжета зависит, непосредственно, от выборов игрока. Именно данную концепцию будем использовать в проекте.

Поскольку разработанное приложение основано на формате визуального романа, оно состоит из последовательных сцен, между которыми пользователю будет даваться выбор, на основе которого будет оцениваться его предрасположенность к выбору того или иного направления, способности обучаться в конкретном ВУЗе.

Сами сцены содержат описание не только процесса обучения (информация о предметах, форма предоставления знаний, сложность усвоения курса и т.д.), но и жизни на факультете (различные мероприятия), т.к. студенческая жизнь имеет сильное влияние на то, как человек будет ощущать себя в процессе учёбы.

Так же стоит отметить, что приложением можно пользоваться не только тем, кто проходит процесс профориентации, но и тем, кто уже определился с направлением и университетом, но хочет проверить, насколько его ожидания соответствуют действительности.

В последующих версиях приложения можно добавить более подробное описание учебного процесса: добавить информацию о кафедрах, научных руководителях, преподавателях по различным дисциплинам. Создать возможность редактирования данной информации студентом, которые смогут оставлять своё оценочное суждение к каждому из вышеперечисленных пунктов.

Таким образом, разработанное приложение позволяет абитуриентам проходить этап профориентации в игровой форме, что поможет относиться к данному вопросу проще, а также экономить время за счёт дистанционного формата. Людям же, которые уже определились, будет предоставлена возможность оценить свой выбор и проверить, не “выгорят” ли они в процессе обучения.

Разработка хранилища данных для анализа деятельности предприятия

Галкин П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

Хранилище данных является основной и наиболее сложной частью построения системы поддержки принятия решений. Сложность построения хранилища данных обусловлена требованиями к его дальнейшей модификации, поддержке и эффективности работы [1].

Определен ряд принципов и правил разработки хранилища данных, благодаря которым стандартизируется и облегчается дальнейшая разработка хранилища данных, а также поддержка его жизненного цикла. Создан механизм консолидации данных от источника до аналитического ПО.

В качестве источников данных для загрузки, предлагается использовать несколько видов файлов, генерируемых на стороне источника данных, OLTP-систему и интернет-портал управления мастер-данными. Для проверки полноты и качества исходных данных был разработан механизм автоматической проверки данных на основе метаданных таблиц-приемников в исторической области хранения [2]. Вместе с тем, был предложен подход к реализации для нескольких типовых подсистем хранилища данных. Подсистема включает в себя меру или группу мер, затрагивающих отдельные области деятельности предприятия, а также измерения, в разрезах которых проводится анализ данных. Для витрин данных,

используемых в качестве источников для BI-систем и дальнейшего анализа, данные преобразуются в схему «звезда», которая повышает эффективность обработки данных для анализа. Фактические таблицы оптимизированы под большие объемы данных для максимально быстрого доступа к разным историческим периодам. В данном случае используется механизм секционирования таблиц [3].

Вследствие того, что предприятия заключают контракты с юридическими лицами на поставку продукции, появляется потребность в отслеживании выполнения контрактных обязательств, а также расчета бонусной части выплат по контракту (при наличии). Для этих целей необходима контрактная подсистема в хранилище данных и на интернет-портале управления мастер-данными, где заполняются все условия контракта [4]. С помощью созданной подсистемы пользователь OLAP-куба получает удобный инструмент для контроля выполнения контрактных обязательств [5].

Таким образом, предприятию или компании предоставляется готовое решение на платформе Microsoft SQL Server, позволяющее сократить трудозатраты на внедрение хранилища данных и OLAP-кубов, а созданная структура и принципы разработки хранилища, позволяют осуществлять поддержку и дорабатывать хранилище данных под отдельные бизнес-процессы предприятия.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

2. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

3. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

Средства автоматизации моделирования процесса штамповки в САПР

Голубинский Н.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бутко А.О.

МАИ, Москва

В настоящее время к производству продуктов выставляются различные требования, одни контролируют качество конечного продукта другие призваны повысить производительность и тд.

Одним из вариантов достаточно быстрого производства продуктов из металла это штамповка. Штамповка существует в двух видах горячая и холодная. Для обоих вариантов требуются штампы, это формообразующие инструменты, внутри которых при прессовании и получается требуемая форма заготовки. Изготовление штампов для формообразования новых деталей достаточно трудоемкий процесс и зачастую их приходится заканчивать непосредственно на станке. Но сейчас с задачами проектирования форм прекрасно справляются САПР. Начиная от моделирования формы заканчивая анализом конечной продукции.

Программный комплекс DEFORM, разработанный компанией Scientific Forming Technologies Corporation позволяет моделировать сложные процессы обработки металлов давлением. Создав 3D-модель штампа в большинстве известных CAD и использовав программный комплекс DEFORM, который поддерживает импорт из CAD-систем, возможно

смоделировать процесс штамповки и отследить весь процесс формообразования заготовки, проанализировать заполнение форм, выбрать наиболее подходящий материал для проведения той или иной работы. Пошагово отслеживая весь процесс штамповки, можно определить проблемы текучести материала, и в дальнейшем подобрать наиболее подходящую температуру болванки для дальнейшей обработки или же изменить форму штампа, в случае если изменение температуры невозможно. Попробовать разнообразные виды смазки для предотвращения разрушения штампа. Так же наглядное представление процесса штамповки помогает точнее подобрать изначальный объем штамповки, чтобы не было большого количества излишков либо избежать не заполнения штампа.

В результате работы DEFORM получается полноценная модель всего процесса штамповки, со всеми нюансами, которые могут возникнуть в процессе формообразования и каким-либо образом повлиять на этот процесс. Все эти проблемы можно отследить и подавить еще на этапе моделирования, что позволяет не допускать ошибок непосредственно в работе оборудования.

Построение базы экстремального графа по двоичному числу

Гольцова Т.Ю.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва

Для каждого графа можно получить вектор своих вершин. Экстремальным назовём вектор, который упорядочен по невозрастанию и существует только один граф, соответствующий этому вектору. Такой граф также назовём экстремальным. Применение экстремальных графов возможно в области криптографии, что предполагает быстрое нахождение соответствующих объектов [1, 2].

Каждый экстремальный граф на n вершинах имеет базу, состоящую из элементов (пар чисел) со следующими свойствами:

1) Все элементы данного множества принадлежат множеству из двух попарно различных индексов от 1 до n;

2) Отношение частичного порядка между элементами базы не действует;

3) Существование таких элементов данного множества, что для любых элементов множества, представляющего собой разность множества из элементов, состоящих из двух попарно различных индексов, и данного множества, первый описанный элемент будет больше второго;

4) Принадлежность двойки чисел множеству элементов, состоящему из двух попарно различных индексов в случае, если она меньше какого-либо элемента данного множества.:

Известно, что количество n-вершинных экстремальных граф равно 2 в степени n. Также каждому экстремальному графу было установлено в соответствие n-битное целое число [3]. Предложим алгоритм установления базы экстремального графа по его номеру.

Предложим следующий быстрый алгоритм определения базы экстремального графа по произвольному числу.

1. Установим p = 0, q = n и t = n-1.

2. Возьмём t-ый бит числа.

3. Если бит равен нулю, то уменьшаем q на 1, иначе увеличиваем p на 1.

4. Если q уменьшилось, а на прошлом шаге p увеличивалось, то добавляем элемент (p, q - 1) в базу.

5. Если k > 0, то уменьшаем k на 1 и переходим к шагу 2.

6. Если k = 0 и последней операцией было увеличение p, то мы добавляем в базу последний элемент (p, q).

7. База экстремального графа получена.

Следует заметить, что база вполне несвязного графа является особым случаем, так как для пустого графа база останется пустой, что в целом не противоречит логике базы.

Данный алгоритм был реализован в программном комплексе.

Список использованных источников:
1. Егорова Е. К., Мокряков А. В., Суворова А. А., Цурков В. И. Алгоритм передачи многомерных данных с использованием экстремальных однородных гиперграфов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2021. № 1. с. 71–76.
2. Мокряков А.В., Егорова Е.К., Суворова А.А. Концепция шифрования данных с помощью экстремальных однородных гиперграфов / В книге: 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". Тезисы. М.: МАИ (НИУ). 2019. С. 98-99.
3. Егорова Е.К., Гольцова Т.Ю., Мокряков А.В. Метод нумерации экстремальных графов целыми числами. / В книге: 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». Тезисы. М.: МАИ (НИУ). 2020. С. 457-458.

Эффективность транспортных развязок и методы ее повышения при проектировании

Горшков Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва

Проектирование качественных транспортных сетей является на сегодняшний день одним из ключевых направлений в транспортной политике органов, отвечающих за проведение градостроительной политики и регулировку дорожного движения.

Одним из наиболее важных параметров является параметр эффективности транспортной развязки, являющийся наиболее ценной оценкой пригодности развязки к эксплуатации.

Однако, прежде чем начинать говорить о понятии эффективности развязок, необходимо для начала определить понятие транспортной развязки. Транспортная развязка — это комплекс-система различных дорожных сооружений, предназначенный для оптимизации пересечений транспортных потоков и увеличения пропускной способности дорог.

Эффективность развязки — это соотношение рассматриваемых параметров эффективности с достигнутым наблюдаемым результатом. Так, рассматриваемыми параметрами будут являться: пропускная способность потоков движения, экономические затраты, общее удобство эксплуатации для участника движения.

Каждый из данных параметров влияет на общую эффективность эксплуатации развязки в отдельности. Составные параметры можно рассматривать по рейтинговой системе, результаты которой в сумме дает показатель эффективности. Поэтому рассмотрим параметры и методы их оптимизации.

Пропускная способность - характеристика, указывающая отношение числа проходящих участников движения на единице длины потока за единицу времени. Соответственно, для оптимизации необходимо минимизировать потери пропускной способности. На данный параметр влияют: возможность вливания транспорта в основной поток при выходе со съезда и размеры геометрических элементов съезда. При проектировании развязки необходимо выбирать наиболее оптимальный по данным параметрам и для данных условий типовой проект для повышения интенсивности.

Параметр стоимости включает в себя затраты на возведение и обслуживание. Стоимость возведения формируется за счет оплаты строительных работ и стоимости материалов. Обслуживание включает в себя расходы на ремонтные работы и поддержание эксплуатации. Эффективность повышается за счет снижения параметра стоимости.

Общее удобство эксплуатации формируется за счет видимости на развязке, влияния на движение погодных условий и безопасность. Эффективная видимость обеспечивается за счет создания систем освещения и опознавательных знаков. Для снижения аварийности – принудительное снижение скорости движения на участке до разумного минимума.

Таким образом, в совокупности оценки, полученные в ходе расчета данных параметров, формируют расчетное значение оценки эффективности развязки. При этом рейтинговая система устанавливаются самостоятельно. Однако наименьшие заявленные и допустимые значения параметров в отдельности закреплены в технических документациях и стандартах

по каждому типовому проекту. Стоит отметить, что при проектировании развязок, параметр эффективности является наиважнейшим, ведь для его повышения необходимо оптимизировать развязки по всем подпараметрам.

Список использованных источников:

1. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов. [текст]. Москва «Транспорт», 1990.
2. Ковцов А. В. К вопросу разработки классификации транспортных пересечений в разных уровнях.[текст] // Транспортное планирование и моделирование. – 2017. – с. 163 – 168.
3. ГОСТ 33475-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Геометрические элементы. Технические требования. – Москва: Изд-во стандартов, 2015.
4. https://www.kgasu.ru/upload/iblock/87d/propusknaya-sposobnost-peresecheniy-i-primykaniy-v-raznykh-urovnyakh.pdf

Анализ проблем применения project-management систем на основе Jira и Confluence при разработке ПО

Грущенко П.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва

Частота применения информационных технологий растёт практически во всех коммерческих отраслях. С ней растёт и число компаний, задействованных в этой сфере, а также число и сложность реализуемых проектов. В конечном итоге возникает необходимость хранения и структурирования информации, связанных с жизненным циклом проекта. В качестве решения этой проблемы используется различное специализированное ПО, в совокупности формирующее систему управления проектом. Ключевую роль в этой системе, как правило, играют вики-системы, в качестве примера которых будет рассмотрена Confluence, а также системы управления задачами, такие как Jira. Выбор этих двух систем был продиктован популярностью их совместного использования.

Сначала будет рассмотрена Jira. Заранее отметим, что она имеет множество преимуществ для тех специалистов, которые занимаются непосредственным выполнением поставленных задач: существует возможность быстро и одновременно получить информацию о сути задачи, сроках выполнения, её роли в проекте. Основные же проблемы возникают в рамках деятельности, предполагающей создание и одновременное администрирование задач в рамках различных epic, особенно если workflow предполагает существования множества этапов между процессами создания задачи и её переходом к завершающей фазе. Первой из таких проблем можно назвать резкое падение быстродействия при получении пользователем расширенных прав доступа: жира постоянно обновляет информацию о существующих правах и в какой-то момент это начинает занимать больше времени, чем непосредственное отображение конкретной задачи. Второй проблемой является отсутствие встроенных возможностей для удобного графического отображения ряда задач в рамках одной страницы, вроде используемых в ClickUp или Asana. В итоге формируется любопытный парадокс: с одной стороны, Jira предоставляет возможность удобно классифицировать задачи по множеству разных параметров, а с другой при увеличении числа этих параметров администрирование задач становится крайне проблематичным.

Теперь о Confluence. Ключевая идея этой wiki-системы¬¬ – минимальный базовый функционал, который при необходимости расширяется скачиваемыми плагинами. В теории, это должно было позволить избежать проблемы избыточного функционала и дать возможность гибко настраивать систему под нужды команды, на практике создало ряд принципиальных проблем. Во-первых, в процессе развития продукта был урезан и без того небольшой базовый функционал, обеспечивающий форматирования текста, в частности markdown. Результатом этого стала невозможность создания даже достаточно простых страниц без скачивания дополнительных плагинов, что явно идёт в разрез с первоначальной идеей системы. Во-вторых, система, которая по своей сути предполагает создание

множества страниц и пространств, неожиданно плохо работает, когда это создание происходит, особенно если дело доходит до поиска. В этом смысле она похожа на Jira: функционал для работы с большими объёмами данных заложен, но на практике существуют неучтённые особенности, серьёзно снижающие итоговое впечатление.

В качестве итогов хотелось бы отметить тот факт, что, несмотря на ряд имеющиеся сейчас проблем, тенденция улучшения качества project-management очевидна. Важную роль здесь играют новые идеи и концепции, одна из которых – максимальное сокращение базового функционала – сейчас используется в Confluence.

Разработка клиент-серверной архитектуры по сокращению материальных затрат на обучение пользователя разговорному английскому при помощи мобильного приложения с искусственным интеллектом

Гурявичюс Й.А., Ниемисто В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

В настоящее время английский язык стал неотъемлемой частью жизни человека, поэтому важность знания этого языка некоторые люди ставят на первое место. В процессе изучения английского языка появляется проблема развития такого навыка как «speaking». Такое происходит из-за того, что люди не могут найти с кем можно тренировать этот навык в силу некоторых факторов: доступности, удобства времени и места, стоимости. Клиент-серверная архитектура с искусственным интеллектом, который реализует вопросно-ответную систему при обработке естественной речи, помогает нивелировать вышеуказанные факторы и помочь пользователю достичь желаемого результата.

В процессе изучения технических методов проектирования модели искусственного интеллекта был выделен Фреймворк TensorFlow 2.0 и модель нейронной сети BERT от Google. Для построения клиент-серверной архитектуры приложения был выделен микросервисный подход, который обеспечивает модульность, гетерогенность и удобство сопровождения. Также для выбранного микросервисного подхода выбран архитектурный шаблон «шины событий», из-за простоты механизма передачи данных внутри приложения. Так как разрабатывается клиент-серверная система, то на сервере будет располагаться сервисы с элементами искусственного интеллекта, отвечающие за формирование ответов пользователю, а клиентская часть будет являться мобильным приложением под операционную систему android, которая будет обрабатывать информацию от пользователя и отправлять ее на сервер.

В данной работе были рассмотрены особенности технических методов: BERT, TensorFlow, микросервисная архитектура, шаблон проектирования «Шина событий» - и их применение.

Список использованных источников:

1. Bert tutorial with TensorFlow 2.0 https://www.tensorflow.org/tutorials/text/classify_text_with_bert

2. «Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка», Мартин Клеппман

Исследование технологий электронейростимуляции с цифровым управлением

Давыдов Ю.П.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Павлов В.Ю
МАИ, Москва

На сегодняшний день актуальными проблемами здравоохранения остаётся реабилитация больных с заболеваниями, вызывающими массивное повреждение нервной ткани головного мозга, такими как инсульт, черепно-мозговая травма, рассеянный склероз, задержка

развития, болезнь Паркинсона, ДЦП и старческая деменция. В таких случаях в медицине применяются программы реабилитации с помощью упражнений в сочетании с лекарственной терапией, но данный процесс может затягиваться на долгие годы и результаты в большинстве случаев бывают весьма скромными. Есть, однако, методика транслингвальной электростимуляции активности рептильного мозга, существенно ускоряющая нейрореабилитацию и значительно улучшающая её результаты. Это не панацея, но методика с огромным потенциалом.

Пол Бах-у-Рита на протяжении всей жизни занимался исследованием феномена пластичности мозга. Он полагал, что возможно реализовать сенсорную замену для восстановления людям с ограниченными возможностями, имеющих неврологические проблемы. Главным опытом в 1969 году, завершившимся успехом, стало создание «Кресла» для людей с проблемами со зрением. Оно позволяло слепым распознавать предметы. Что в свою очередь экспериментальным путем подтвердило нейропластичность и возможность сенсорной замены.

В дальнейшем было создано приспособление BrainPort, для пациентов с нарушениями координации движения, чувства равновесия, которое помогло бы восстановить способность сохранять нормальное состояние, используя небольшой электрический стимулятор, который располагается на языке с помощью подложки. Что в купе с тренировками в дальнейшем позволило пациентам практически полностью излечиться.

Русский нейрофизиолог Данилов Ю. П. продолжил исследования Пола Бах-у-Ритаю. На данный момент, одними из главных задач перед ним остаются фундаментальные и клинические исследования, развитие технологий неинвазивной неромодуляции и технологии сенсорного замещения. Благодаря исследованиям, в нынешнее время серия приборов BrainPort используется не только для восстановления функций вестибулярного аппарата, но и для других различных случаев нейрореабилитации.

В настоящее время создан ряд приборов, аналогичных прибору BrainPort. В России тренажер-нейростимулятор «Нейропорт», в США The Portable Neuromodulation Device. Но все они не имеют функционала, дающего возможность настройки выбора скважности, частоты. К недостаткам существующих приборов можно отнести отсутствие возможности проведения тестирования результата стимуляции и большую цену.

В процессе моей разработки, удалось определиться с элементной базой. Весь программно-аппаратный комплекс базируется на одноплатном мини-компьютере Raspberry Pi, с применением двух микро плат, имеющих выходы jack 3.5, языковой подложки, ИК-датчиком для принятия сигналов с пульта, корзинкой для размещения двух аккумуляторов, комплексом светодиодов и кнопок. Также удалось разработать схему подключения элементов через выходы на плате Raspberry Pi, как на прямую к плате таки и с подключением дополнительных устройств тестирования.

Для расширения функциональных возможностей прибора было разработано программное обеспечение для гибкой настройки частоты, скважности, длинны выходящего импульса. Программное обеспечение включает тесты для проверки результатов стимуляции, сохранение результатов тестирования, вывод результатов тестирования, удаление результатов тестирования, сохранение настроек для использования их в следующем сеансе использования. Управление прибором осуществляется дистанционно с помощью ИК-пульта.

Программная реализация логарифмического приближения многоразрядных вычислений в модулярной арифметике

Денисов М.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

В современной математике и алгоритмической теории большие и сверхбольшие числа играют важную роль в криптографии для построения шифров различной сложности, а также для сравнительного тестирования производительности суперкомпьютеров. Сверхбольшие

величины – это числа, которых имеют очень большое количество разрядов векторного представления. Примерами таких чисел являются числа Мерсенна и числа Ферма при больших значениях параметров. Исследование больших чисел показало, что они имеют величины, которые сложно или почти невозможно поразрядно представить в обычных позиционных системах счисления. К примеру, на сегодняшний день известно, что число Мерсенна с показателем степени 82589933 является простым. Даже при грубой оценке числа разрядов получается, что такое число Мерсенна состоит более чем из 24,7 млн десятичных разрядов.

Модулярная арифметика базируется на арифметических операциях с остатками чисел по заданному набору взаимно простых модулей – оснований модулярной арифметики. Модулярный способ представления числовых величин основан на следующей теореме: для любой системы взаимно простых чисел любое натуральное число, меньшее чем произведение всех чисел этой системы, взаимно однозначно представимо в виде вектора, координаты которого определяются как остатки от целочисленного деления этого числа на каждое исходное взаимно простое число этой системы, называемых основаниями модулярной арифметики.

Модулярная форма записи чисел позволяет проводить с ними базовые арифметические операции, но все эти операции производятся поразрядно над каждой парой векторов (операндов) -представлений этих чисел. Как следствие, достоинствами модулярного представления чисел являются высокая скорость и надёжность результатов расчётов за счёт распараллеливания вычислений и гибкости в выборе множества оснований базиса.

В компьютерных вычислениях обычно большие числа задаются длинной мантиссой - последовательностью из машинных слов фиксированной длины, а также из дополнительной информации о каждом числе (порядок числа, знак и т..). Сложность в обработке такого представления больших чисел состоит в необходимости передачи разрядных переносов между частями числа, которые размещены в различных ячейках оперативной памяти компьютера, что сильно снижает скорость обработки подобных чисел. Теория модулярной арифметики с поразрядным дроблением и выполнением машинных операций над большими числами полностью решает эту проблему, позволяя существенно ускорить их обработку.

У модульной арифметики имеются применения в различных областях, таких как экономика, криптография, теории игр и групп, а так же другие науки, где важную роль играют распараллеливание/распределение ресурсов или требуется большая скорость вычислений.

Отметим отдельные примеры применения модулярной арифметики.

1) Информатика и программирование: Операции по модулю реализованы во многих языках программирования и в калькуляторах. Сравнение по модулю, деление с остатком и прочие приемы также применяются в программировании — от простейших логических операций (операция XOR – это сложение операндов по модулю 2) до обработки циклических структур данных.

2) Химия. Для классификации уникальных химических соединений в данной науке используется индекс под названием CAS. Это сложная величина, индивидуальная для каждого химического соединения, но его последняя цифра, называемая контрольной суммой, имеет интересную особенность: она вычисляется с применением теории модулей. Она вычисляется следующим образом: самое правое число умножается на 1, после этого число на позицию левее умножается на 2, число ещё левее на один шаг – на 3 и т.д. После этого все полученные произведения складываются и затем вычисляется остаток от деления данной суммы на 10. Это и есть контрольная сумма индекса.

Список использованных источников:

1. Амербаев В.М. Теоретические основы машинной арифметики. — Алма- Ата: Наука, 1976. — 320с..

2. Исупов К.С. Методы и алгоритмы организации высокоточных вычислений в арифметике остаточных классов для универсальных процессорных платформ. — Киров, 2014 — 42 с.

3. 50 лет модулярной арифметике. // Юбилейная международная научно-техническая конференция. Сборник трудов. —М.: НПО «Ангстрем», МИЭТ, 2006. — 775с.

4. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений. –М.: БИНОМ, 2017. — 263с.

Разработка frontend составляющей секции администрирования для лаборатории конференций с использованием react и server side rendering

Дмитраков С.А.
Научный руководитель — Квашнин В.М.
МАИ, Москва

Конференции используются для объединения людей с общими интересами и обсуждения вопросов и идей, относящихся к определенной теме.

Научные конференции – важная часть деятельности большинства исследователей. Это площадки для представления новых исследований, разработок, идей, и как в результате получения наград и отзывов за проделанную работу, что крайне важно, для установления контактов с другими исследователями.

Чтобы конференция была успешной, требуется планирование таких аспектов, как тематика конференции, место и время проведение, реклама, а также ранее организованный прием заявок и их рассмотрение.

С доступностью электронной связи, решения некоторых из этих проблем значительно упрощается, использованием web-сайтов в единой сети Интернет.

ConfLab – единая платформа для проведения конференций, предлагающая организаторам интуитивно понятный web-интерфейс для создания конференций на любую тематику и ее дальнейшее администрирование.

Для администраторов конференции предусмотрены функции по ведению ее описания, разделения ее на секции, мониторинга участников, поданных участниками заявок, принятию решений по заявкам (т.е. отклонение, одобрение или возврат на доработку). Также, возможность передавать другим пользователям своих обязанностей или назначить их на роль «Секретарь», обладающий только некоторыми возможностями администратора конференции.

Для каждого проекта ключевым аспектом становятся языки интерфейса. Конечным пользователям требуется, чтобы приложение было простым в использовании, современным, надежным, интуитивно понятным и удобным для пользователя.

Данный сервис разработан, как Single-Page Application с использованием библиотеки ReactJS и технологии Server Side Rendering, которые обладают следующими преимуществами:

- Повышение производительности для клиентов;
- Высокая скорость работы;
- Снижение нагрузки на серверы, за счет кэширования;
- SEO оптимизация для поисковых ботов.

Frontend разработка позволяет проектировать легкий и интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Но это только один из этапов создания web-приложений.

Анализ методов и оценка сложности алгоритмов генерации псевдослучайных чисел для статистических расчётов

Дюбочкин В.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

Необходимость использовать генераторы случайных чисел в разных сферах научной деятельность появилась достаточно давно. С ростом производительности компьютеров, вырос спрос на алгоритмические генераторы случайных чисел. Это связано с развитием и ростом востребованности таких областей как криптография, информационная безопасность, машинное обучение, компьютерное моделирование и прогнозирование, компьютерные игры и развлечения.

Джон фон Нейман ещё на заре компьютерной эры в 1946 году предложил простой и эффективный арифметический генератор случайных чисел. Чтобы получить следующее

число, похожее на случайное, данным методом, нужно возвести в квадрат предшествующее число и взять средние цифры результата.

Одна из проблем последовательности случайных чисел, полученных только арифметическими методами, вроде описанного выше, заключается в повторении последовательности с определенной периодичностью. Поэтому основная задача алгоритма генерации заключается в том, чтобы полученная последовательность разумной длинны не была периодической.

Алгоритмов генерации псевдослучайных чисел существует достаточно много, они отличаются алгоритмической сложностью, криптостойкостью, величиной периода, как следствие, точностью и скоростью.

Решить обозначенную проблему полностью – сложная задача даже сегодня, так как компьютер по своей сути может находится только в конечном количестве состояний. Но если хорошо разбираться в особенностях уже разработанных методов генерации псевдослучайных чисел и уметь проводить оценочные и графические тесты получаемых последовательностей, то можно грамотно подбирать метод под конкретную задачу, благодаря чему получать требуемый результат.

Список использованных источников:

1. Иванов, М.А. Теория, применение и оценка качества генераторов псевдослучайных последовательностей / М.А. Иванов, И.В. Чугунков. –М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2003. – 240 с.

2. Кнут, Д. Искусство программирования / Д. Кнут – Т. 2. – М., 2002. – 788 с.

3. Харин, Ю.С. Основы криптологии / Ю.С. Харин, В.И. Берник, Г.В. Матвеев, С.В. Агиевич. – Минск: НОВОЕ ЗНАНИЕ, 2003. – 382 с.

Автоматизация обновления кастомизированной информационной системы

Еремеев Г.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.

МАИ, Москва

Обновление нестандартной конфигурации информационной системы – актуальная тема для любого разработчика. С каждым днём существующие информационные платформы совершенствуются производителями. На предприятиях, где было выполнено внедрение какой-либо информационной платформы, обычно существует отдел или несколько отделов, где работают специалисты по данной системе, способные вносить различные модификации и кастомизации, изменять существующие конфигурации, или создать новую систему с «нуля» на имеющейся платформе [1, 2].

Обновления программной платформы информационной системы выпускаются производителем с определенной периодичностью, обычно раз в квартал. Чтобы пользователям было проще разобраться в новых функциях системы, а специалистам было проще обнаружить новые ошибки, вместе с обновлениями выпускается соответствующая документация. Так как производители иногда меняют в API своей платформы название тех или иных функций и переменных, к которым идут обращения из кода кастомизированных блоков или собственных решений, то в сильно модифицированных конфигурациях обновления применяются не автоматически, а после ручного тестирования на совместимость со всеми кастомизированными элементами.

Из-за этого основными проблемами модифицированных систем является то, что: при объединении двух систем разных версий, с приоритетом к более новой версии, может произойти потеря данных в базе либо модификаций кода внутри системы; значительно возрастает трудоёмкость перенесения кода кастомизаций на типовую систему новой версии, так как могут измениться наименования переменных, функций и объектов системы, структура полей данных или что-то из этого вообще может быть удалено. Отдельной проблемой может стать рассинхронизация экспорта данных во внешние приложения [3].

Для решения названных проблем разработан компонент, расширяющий функционал автоматизированной системы, для упрощения работы специалистов в сфере

программирования решений для платформы «1С: Предприятие». При проектировании процесса модификации через систему, упрощающую доработку конфигурации, использовалась идея программного создания объектов. Таким образом, оптимизировав процесс обновления и доработки систем, можно будет сократить время на перенос/создание кода кастомизированной конфигурации [4]. Заодно код будет переноситься без ошибок и по местоположению, что сильно облегчит работу в период подготовки к обновлению. Предложенный подход годится для индивидуальных и облачных [5] установок.

В качестве примера для работы системы были рассмотрены системы Swift и WIX.COM, в которых заключён такой же принцип, когда можно добавлять объекты в рабочее поле, а программа сама сгенерирует код.

В работе была рассмотрена только часть модификаций для системы автоматизации обновлений. Для дальнейшей разработки необходимо протестировать разработанное решение в реальном проекте по созданию, например, новых функций или других кастомизаций.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

2. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

3. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №82. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832.

4. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

5. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Прогнозирование динамики заболеваний с учетом сезонных колебаний

Ертаев Н.К.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.

МАИ, Москва

В настоящее время остро стоит вопрос прогнозирования заболеваний, которое позволит вовремя предпринять необходимые профилактические меры по недопущению распространения заболеваний.

Число работ посвященных прогнозированию заболеваний стремительно растет благодаря использованию современных средств ЭВМ [1, 2, 3].

К сожалению, данная проблема актуальна до сих пор, так как для каждого региона и для каждого вида заболеваний характерны свои особенности развития и распространения.

Для более точного прогнозирования данных необходимо построить математическую модель, которая наиболее полно описывала бы процесс распространения заболеваний с учетом особенностей.

В работе для получения прогнозных данных распространения заболеваний предлагается использовать линейную регрессию. В качестве экспериментальных данных использованы данные по зарегистрированным случаям заболеваний гриппом и ОРВИ в г. Байконур за 2019 год. Так как данный вид заболеваний в основном имеет сезонный характер, то исходя из этого линейная регрессионная модель разработана с учетом сезонности.

В результате проведенной работы получено уравнение регрессии с учетом сезонности колебаний заболеваний, на основе которой получены прогнозные данные гриппа и ОРВИ. В

целом, полученное уравнение повторяет тенденцию развития и распространения заболеваний. Полученная модель является адекватной.

Список использованных источников:

1. Кондратьев М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний // Компьютерные исследования и моделирование, 2013, т. 5, № 5, С. 863-882
2. Тарасова С.А. Математические методы прогнозирования в медицине / С.А. Тарасова // Актуальные проблемы и перспективы преподавания по математике: сб. ст. / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2013. — С. 162—165.
3. Бородулин А.И., Десятков Б.М., Шабанов А.Н., Ярыгин А.А. Статистическая модель эпидемического процесса // Сибирский журнал индустриальной математики. — 2007. — Т. X, № 2 (30). — С. 23-30.

Проектирование портала мониторинга и управления стажерскими программами для подготовки высококвалифицированных кадров в сфере IT с целью дальнейшего трудоустройства

Жеребцов Р.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.

МАИ, Москва

Каждая IT-компания желает иметь в своем составе квалифицированных сотрудников, которые в полной мере могут соответствовать требованиям компании, решать любые задачи, осваивать новые технологии, знания, умения. Качественные кадры – один из самых главных ресурсов. Большую часть требуемых навыков можно выявить у потенциального кандидата при прохождении стажерской программы.

Стажировка помогает кандидату в сжатые сроки получить представление о дальнейшей деятельности в компании, знакомит с технологическим процессом и используемыми инструментами, позволяет оценить стажёра по определенным критериям. Для объективной оценки стажеров испытания должны быть одинаковыми для всех, а стажировка должна содержать в себе как теоретический курс, в случае необходимости, так и практический курс, состоящий из задач, аналогичных реальным проектным задачам.

Для обслуживания стажерской программы необходима система управления и мониторинга, за которую мог бы отвечать компетентный сотрудник в роли куратора и координатора. По ходу прохождения стажером программы куратору требуется работать с его данными, отслеживать успехи и динамику прогресса, координировать связь между стажерами и наставниками, принимать участие в итоговой оценке [1].

Существует потребность в автоматизированном портале [2], который открывал бы доступ к большей части необходимых операций из одного места и мог бы интегрироваться с внешними службами и сервисами [3]. Использование такого портала должно быть универсально применимо для различных компаний с разными направлениями деятельности и поможет заметно повысить качество отбора кандидатов.

Процесс стажерской программы является бизнес-процессом, поэтому для разработки описанного портала подходит класс BPM (Business Process Management) систем, которые помогают управлять бизнес-процессами организации и обеспечивают интеграцию и взаимодействие различных систем.

Для исполнения своих обязанностей куратору стажерской программы понадобится набор сервисов. Данные стажера требуется содержать в некотором хранилище, для отслеживания успехов и динамики прогресса требуется менеджер задач, для налаживания коммуникаций – мессенджер или почтовый клиент, для организации аудио- и видеоконференций – соответствующая платформа. Таким образом, интеграция с другими системами становится основным принципом при создании портала. Взаимодействие с внешними сервисами осуществляется через REST-API интеграцию [4, 5], в портале будут задействованы системы:

• Attlassian Confluence – вики-система для создания единой базы знаний. Может использоваться как хранилище данных;

• Attlassian Jira – система управления проектами. На стажерской программе Jira может использоваться как менеджер задач и как инструмент для сбора статистики и анализа показателей стажера, содержит тайм-трекер;

• Rocket.Chat – мессенджер, который поддерживает групповые чаты, обмен файлами, видеоконференции. Используется для быстрой коммуникации;

• Outlook – персональный информационный менеджер с функциями почтового клиента;

• Zoom – платформа для организации аудио- и видеоконференций.

Непосредственно портал мониторинга и управления является автоматизированной системой, созданной на платформе «Pega», которая содержит инструменты для создания бизнес-процессов, обеспечения интеграции с внешними сервисами, создания пользовательского интерфейса, хранения и отображения данных. Портал представляет собой меню с кнопками вызова определенного функционала, соответствующего потребностям управления стажерской программой. Нажатие любой из кнопок открывает оболочку бизнес-процесса в Pega. Этот бизнес-процесс можно пройти полностью по шагам либо завершить в любой момент и вернуться на главный экран.

В результате обеспечивается автоматизация процесса проведения стажерских программ и наглядное отображение текущего состояния дел.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

2. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

3. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

4. Richardson L., Ruby S. RESTful Web Services / Leonard Richardson, Sam Ruby. – O'Reilly Media, 2007. – 446 p.

5. Гинзбург И. Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

Системы подготовки программной среды выполнения лабораторных работ с применением LXD

Жига Н.В.

Научный руководитель — Новиков А.Ю.

МАИ, Москва

На кафедрах существует большое количество рутинной работы, поддающейся автоматизации. Примером может служить инициализация программной среды для программирования веб-сервера для учебного проекта. Такая работа может занять длительное время, особенно если количество групп, проходящих обучение, более семи. Может оказаться проблемой для изолирования аппаратных ресурсов для стабильной работы отдельных проектов отдельной группы. Появляется, так называемая, проблема «шумных соседей».

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 является агрегация списков групп кафедры,

студентов, обучающихся в этих группах и ведение перечня программных сред и их ограничений. При появлений новой группы будет автоматически создана среда, в которой студенты смогут выполнять лабораторные работы по техническим дисциплинам. Сотрудники кафедры смогут управлять количеством и ограничением таких сред через панель администратора.

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.

В качестве программных сред предлагается использование контейнеров на базе Linux Containers (LXC) под управлением гипервизора LXD. Такие технологии позволят воспользоваться существующими в ядре Linux модулем cgroups и переиспользовать ядро сервера, что позволит сэкономить ресурсы системы, но не потерять изоляцию подсистем и ограничение ресурсов, если сравнивать с похожей системой виртуализации.

Для реализации веб-приложения используется веб-фреймворк Django, хранящий данные о программных средах, для хранения данных используется СУБД PostgreSQL. Для реализации программного интерфейса применяется REST API. Для создания новых и удаление старых контейнеров используется Ansible.

Использование программных имитаторов контрольно-проверочной аппаратуры оборудования космического аппарата

Жигарев С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва

Для того, чтобы выпускаемая продукция соответствовала национальным стандартам качества и была работоспособна в эксплуатационных условиях, она должна проходить различные виды испытаний. Для этого необходимо специализированное оборудование. Это могут быть различные технические устройства и программные комплексы, которые имитируют работу проверяемых устройств [1]. Имитаторы могут формировать полный набор функционала системы, моделирующий весь реальный объект, или только те элементы, которые нужны для отработки отдельных модулей, проверки функциональных возможностей отдельной подсистемы или прибора [2].

Для наземной проверки программного обеспечения космического аппарата используют контрольно-проверочную аппаратуру (КПА). Эта аппаратура используется как для создания тестов, с целью проверки работы программного обеспечения, так и для отработки этих тестов. При создании тестов не исключен ряд ошибок, которые могут привести к порче, как самих устройств космического аппарата, так и к порче самой контрольно-проверочной аппаратуры. С другой стороны, для того чтобы собрать и настроить КПА, необходимо потратить много сил и времени. Часто возникают ситуации, когда необходимо провести несколько различных испытаний, для которых требуется одно и то же оборудование, но проверяемые процессы не взаимосвязаны, поэтому приходится использовать дополнительные комплекты оборудования, что в значительной степени увеличивает стоимость испытаний, поскольку необходимо изготовить дополнительные комплекты оборудования. С целью снижения стоимости испытаний и вероятности выхода из строя контрольно-проверочной аппаратуры, разрабатываются программные имитаторы контрольно-проверочной аппаратуры. Это позволяет ускорить процесс разработки тестов для поверки работы узлов космического аппарата, при этом мы не рискуем испортить само оборудование, так как на нем запускаются уже отработанные тесты. Использование программных имитаторов контрольно-проверочной аппаратуры позволяет параллельно проводить различные испытания устройств космического аппарата. Эта параллельность возможна благодаря тому, что разрабатываемые программные имитаторы достаточно

установить на компьютеры, которые поддерживают устанавливаемое ПО [3, 4, 5]. Такое использование программных имитаторов увеличивает скорость проведения наземных испытаний, за счет того, что за одно и то же время возможно провести больше испытаний, а также снижает стоимость, поскольку значительно дешевле установить программные имитаторы на оборудованное рабочее место, чем закупать саму контрольно-проверочную аппаратуру, стоимость которой высока.

В результате использования разработанных программных имитаторов контрольно-проверочной аппаратуры, предполагается снизить стоимость затрат на проведения наземных испытаний в 9–10 раз, а также увеличить скорость проведения наземных испытаний в 2–3 раза.

Список использованных источников:

1. Оборудование для испытаний [Электронный ресурс] // ООО «Инженерные Решения» - проектирование, производство и поставка оборудования. URL: https://ir1.su/oborudovanie-dlea-ispitaniy/ (дата обращения 15.09.2020)

2. Имитаторы тестовых сигналов и испытательные комплексы [Электронный ресурс] // Компания Димрус. Диагностические решения в энергетике. URL: https://dimrus.ru/itt.html (дата обращения 14.09.2020)

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №82. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 15.09.2020)

4. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №84. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149 (дата обращения 15.09.2020)

5. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. №4. С. 72–75.

Принципы метамоделирования веб-приложений в облачных средах

Жирнов И.Е.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

В настоящее время существует множество веб-приложений. Их число постоянно растет, кроме того, уже существующие приложения зачастую постоянно дорабатываются и улучшаются. По мере роста приложения сложность той или иной доработки может увеличиваться, особенно если изменения касаются данных и их структур. Для упрощения разработки и модификации таких веб-приложений предлагается использовать систему метамоделирования.

Метамоделированием называется процедура разработки метамоделей.

Метамодели – средства построения моделей, примерами могут послужить формальные языки или графические нотации для описания структуры классов.

Модели – описание структуры данных.

Основной целью метамоделирования является настолько глубокое описание данных, чтобы они были самостоятельными и допускали возможность дополнения и изменения их состава и связей. То есть веб-приложение, разработанное на основе метамоделирования, будет работать универсально, а не только с определенным случаем данных с заданной структурой и статичными зависимостями.

Метамоделирование обладает двумя важными принципами:

1) Замкнутость. Это означает, что при выполнении действий нельзя выходить за рамки выбранной модели, а также должны отсутствовать неформализованные (неописанные) объекты.

2) Полнота. Под полнотой подразумевается то, что можно смоделировать любой объект из рассматриваемого множества в рамках системы.

Использование метамодельно-ориентированного подхода для создания веб-приложений, а также использование средств декларативного языка разработки пользовательского интерфейса и автоматической генерации приведет к уменьшениию стоимости и трудозатрат разработки.

Тренажер произносительных навыков детей с нарушением слуха

Зайцев М.Д., Рачков И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Охотников Д.А.
МАИ, Москва

По данным ВОГ ощутимые проблемы со слухом наблюдаются у 13 миллионов россиян, 1 миллион из которых являются детьми. Потеря слуха разной степени в раннем возрасте ведет к нарушениям произношения. Отсюда возникает потребность в коррекции речевых дефектов у детей с нарушениями слуха, у которых нарушения речи являются вторичными. Эффективность этого процесса может быть улучшена за счет применения профессионального технического инструментария.

Такими инструментами выступают различные радиоэлектронные устройства, программно-аппаратные комплексы или специализированное ПО, направленные на преодоление дефицита представлений о звучащей речи. С 1940-х годов и до середины 1990-х годов в России и за рубежом было разработано три поколения подобных вспомогательных средств в обучении произношению.

Несмотря на высокую эффективность, функциональные возможности трех поколений не удовлетворяют новым потребностям специалистов. Ключевыми из них являются:

1. отказ от программно-аппаратных комплексов в пользу самодостаточного ПО;
2. адаптированное под современные графические системы выходное изображение;
3. возможность выбрать любой микрофон в качестве основного при работе с программой;
4. возможность выбрать и адаптировать индивидуальные параметры записи звука микрофоном;
5. сбор и анализ статистических данных по результатам выполнения упражнений учеником для наблюдения динамики прогресса в обучении произношению;
6. возможность создания собственных индивидуальных сценариев работы с конкретными упражнениями.

Исследователем с помощью языка программирования Python 3 разработан прототип программы, являющейся ассистивной технологией нового поколения для работы по развитию произношения у детей с нарушением слуха. Отличительной чертой настоящей разработки является автономность и независимость от вспомогательной вычислительной аппаратуры. Это обеспечивается за счет кроссплатформенности выбранного языка программирования.

Очевидно, что в реалиях нашего времени нельзя единожды и на продолжительное время создать не нуждающийся в доработках вспомогательный инструмент. Поэтому в качестве основы архитектуры данного программного продукта выбран контейнер мини-приложений, реализующий единый интерфейс доступа к системным ресурсам компьютера (устройства ввода-вывода, вычислительное время, файловая система и т.д). Подобная организация программной системы позволяет добавлять новое мини-приложение путем простого подключения новых исполняемых файлов.

Каждое мини-приложение реализует в игровой форме один из аспектов работы по обучению произношению лиц с нарушением слуха (Ф.А.Рау, Ф.Ф.Рау, Н.Ф.Слезина, Е.П.Кузьмичева, Е.З.Яхнина).

В данный момент реализовано одно мини-приложение, направленное на тренировку силы голоса. Ребенок управляет игровым объектом, произнося заданный текст с нужной

силой голоса и высотой. В ответ на это игровой объект поднимается или опускается в нужную зону на игровом поле. В противном случае, если ребенок произносит задание некорректно, управляемый объект не доходит или оказывается выше нужной зоны. Таким образом ребенок получает интерактивную обратную связь.

Специалист имеет возможность настройки параметров анализа аудиосигнала с микрофона не только под индивидуальные особенности ученика, но и вычислительные ресурсы компьютера специалиста. Подобные опции не предусмотрены в разработках трех предыдущих поколений. Также имеется инструмент, позволяющий создавать индивидуальные задания, определяя, что и в какой момент должен произносить ребенок. Результат игровой сессии сохраняется в базу данных для наблюдения динамики процесса развития произношения каждого ученика.

Планируется проектирование новых мини-приложений, нацеленных на работу над аспектами произношения, которые требуют анализа структуры отдельных речевых компонент с помощью технологий глубокого обучения. К таким аспектам относятся: воспроизведение упрощенной системы фонем русского языка и их сочетаний; слитное произнесение слов с соблюдением ударения и орфоэпических норм русского языка; умение воспроизводить фразу в нормальном темпе и с правильным логическим ударением.

Список использованных источников:

1. Зеленская Ю.Б. Эволюция технических средств формирования и коррекции произносительной стороны речи у детей // Дефектология. — 2003. — №3.

2. Ton G. Wempe and Marlien van Lunen.The IBM Speechviewer // Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam Proceedings. — 1991. — № 15. — p. 121-129.

3. Методика обучения произношению в школе глухих: Пособие для учителей / Ф. Ф. Рау, Н. Ф. Слезина. – М.: Просвещение, 1981. – 190 с.

4. Обучение глухих детей восприятию и воспроизведению устной речи: Уч. пособие для вузов по направлению "Специальное (деф.) обр-ние" (профиль "Сурдопедагогика") / Е. П. Кузьмичева, Е. З. Яхнина; Под ред. Н. М. Назаровой. – 2. изд. стер. – М.: Academia, 2014. – 331 с.

Особенности использования цифровых двойников в производстве

Зайцева Е.К.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

Вряд ли многие слышали о цифровых двойниках. Цифровые двойники представляют собой виртуальные модели, которые позволяют проводить цифровое моделирование, проверку и оптимизацию деталей, продуктов и процессов предприятия. Как и в случае с любыми новыми и развивающимися технологиям необходимо знать о потенциальных преимуществах и проблемах, с которыми можно столкнуться, внедрив технологию цифровых двойников, чтобы получить из этого максимум пользы, не подвергая опасности другие системы.

Спектр применения цифровых двойников на предприятии крайне обширен. Так с их помощью можно проводить тестирование новых систем и различных моделей перед внедрением в производство. Компании могут использовать цифровых двойников для создания и тестирования систем, прежде чем вкладывать средства в создание или внедрение чего-либо. Если система или модель успешно пройдет все тесты и окажется эффективной, то ее цифровой двойник в дальнейшем уже сможет быть связан с созданной физической моделью для ее мониторинга в реальном времени.

Также широкая доступность и разнообразие вариантов использования цифровых двойников дает предприятиям лучшее понимание того, где можно оптимизировать и улучшить процессы, что поможет минимизировать время простоев за счет своевременного обслуживания в целях профилактики.

Стоит отметить, что использование цифровых двойников для мониторинга повседневных операций и оптимизации производства снижает износ оборудования и предупреждает о потенциальных неисправностях, позволяющих в перспективе сэкономить деньги. Более быстрое обслуживание и ремонт позволяют компаниям сохранять конкурентное преимущество за счет повышения эффективности и общей производительности предприятия.

Также с помощью цифровых двойников возможно производить удаленное устранение неполадок. Используя виртуальные модели, технические специалисты могут проводить диагностическое тестирование из любого места и дистанционно объяснять необходимые этапы ремонта вместо того, чтобы слепо полагаться на стандартные протоколы.

Не смотря на все перечисленные варианты использования цифровых двойников, стоит помнить - чем быстрее распространяется новый тип технологии, тем меньше внимания, чаще всего, уделяется безопасности. Да, можно сказать, что цифровые двойники базируются в облачных хранилищах и связанные с ними риски безопасности несколько ниже, чем с другими типами систем. Однако огромные объемы собираемых и используемых данных поступают из множества конечных точек. Каждая из этих конечных точек представляет собой потенциальную слабую сторону системы.

По некоторым данным в ближайшие несколько лет, для визуализации сложных систем может потребоваться соединение нескольких цифровых двойников. Так возрастет потенциальный риск взлома. Поэтому предприятиям, рассматривающим возможность использования технологии цифровых двойников, следует проявлять осторожность, чтобы не спешить с их внедрением без оценки и обновления текущих протоколов безопасности.

Сравнительный анализ алгоритмов классификации в библиотеках Python

Зарочинцев Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

В своем самом простом виде машинное обучение использует запрограммированные алгоритмы, которые получают и анализируют входные данные и прогнозируют выходные значения. По мере поступления данных, алгоритмы обучаются и оптимизируют свою деятельность, повышая производительность и со временем развивая свой «интеллект». Машинное обучение – это метод анализа данных, который автоматизирует построение аналитической модели.

Алгоритмы машинного обучения можно описать как обучение целевой функции f, которая наилучшим образом соотносит входные переменные X и выходную переменную Y.

Существуют 4 типа алгоритмов машинного обучения: обучение с учителем, обучение с частичным привлечением учителя, обучение без учителя и обучение с подкреплением. При обучении с учителем машина обучается на примерах. К категории обучения с учителем относятся классификация, регрессия и прогнозирование. Обучение с частичным привлечением учителя похоже на обучение с учителем, однако использует как размеченные, так и неразмеченные данные [1]. Размеченные данные – это, по сути, наборы единиц информации с приписанными им метками (тегами). В неразмеченных данных таких меток нет. При обучении без учителя, алгоритм машинного обучения изучает данные с целью выявления закономерностей (паттернов). К этой категории относятся задачи кластеризации и понижения размерности [2]. Основной упор в обучении с подкреплением делается на регламентированные процессы обучения, при которых алгоритм машинного обучения снабжен набором действий, параметров и конечных значений. Определив правила, алгоритм машинного обучения пытается изучить различные варианты и возможности, отслеживая и оценивая каждый раз результат, чтобы определить, какой из вариантов является оптимальным. Подкрепляемое обучение – это метод проб и ошибок для машины.

Чтобы запустить процесс машинного обучения, необходимо загрузить набор данных. Затем идет выбор метода, по которому будет происходить процесс обучения, оценка

адекватности модели и выходных значений. Чем больше данных проанализировала программа, тем точнее будет результат.

Программное обучение широко используется в банковской сфере для выявления мошеннических операций, например, подозрительных транзакций, в результате которых программа блокирует счет пользователя. С распространением использования BigData актуальность машинного обучения увеличивается и в системах управления жизненным циклом изделий [3, 4, 5]. В качестве набора данных для реализованной программы, взяты данные по анонимным транзакциям по кредитным картам, помеченные как мошеннические или подлинные. Программа написана на языке программирования Python с использованием библиотек языка. Обучающая часть составляет 90% набора данных и служит для обучения программы. Тестовая часть составляет 10% и нужна для контрольного тестирования модели. Были протестированы 5 алгоритмов, наиболее подходящих к данной модели: логистическая регрессия или логит-модель, метод k-ближайших соседей, классификация и регрессия с помощью деревьев, наивный байесовский классификатор и метод опорных векторов. Наиболее точным оказалась логистическая регрессия, чей расчет точности составил 96,7%. Также хороший результат показал метод k-ближайших соседей, чей расчет точности составил 95,8%. Для финального расчёта была взята логистическая регрессия. Итоговая точность прогноза составила 94,5% на контрольной выборке, что является хорошим показателем.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

2. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

3. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

Особенности методов выполнения операций в системе остаточных классов

Золотарева Н.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.

БУ ВО Сургутский государственный университет, Сургут

Цель работы — обобщение и структурирование методов выполнения операций в СОК, с последующим анализом и оценкой их сложности.

Разрешение трудных вопросов науки повлекло за собой потребность в работе с большими объемами данных, повышение производительности вычислений, а также быстроты передачи информации. Перспективным направлением считается создание, а так же введение машинной арифметики на базе системы остаточных классов (СОК).

Процедуры, производимые над данными, представленными в СОК, полагается разбивать на 2 класса: модульные, а так же немодульные. Модульные характеризуются тем, что при их реализации отсутствуют межразрядные связи между двоичными разрядами операционного устройства. Данная особенность дает возможность реализовывать процедуры одновременно, то есть параллельно, относительно каждого разряда, отчего повышается быстродействие всего алгоритма в целом. К немодульным операциям относят операции, носящие

позиционный характер, т.е. оперирующие с величиной всего числа в целом, а не с его представлениями, взятыми по отдельным основаниям изолированно [1].

Модульные операции сложения, а также умножения распараллеливаются по каждому модулю. Один из плюсов СОК – это независимость создания разрядов числа и каждый разряд обладает сведениями обо всем числе, появляется вероятность самостоятельной синхронной обработки разрядов. При реализации сложения, вычитания, перемножения каждая цифра находится в зависимости только от определенных цифр операндов [2].

В СОК имеется 4 принципа осуществления модульных операций: сумматорный принцип (СП) (на базе малоразрядных бинарных сумматоров); табличный принцип (ТП); прямой логический принцип осуществления арифметических действий; принцип кольцевого сдвига (ПКС), базирующийся на применении кольцевых регистров сдвига (КРС) [3]. Разработан способ увеличения быстродействия операции сложения на базе кольцевого сдвига (ПКС). В [3] описан способ табличного осуществления арифметической операции перемножения 2-ух чисел в СОК, записанных в целочисленном варианте, как для положительного, так и для отрицательного числовых диапазонов обработки данных. Плюсами табличного способа осуществления считаются.

1. Использование табличного метода обеспечивает быстродействие выполнения арифметических модульных операций сложения, вычитания и умножения.

2. Табличное операционное устройство обеспечивает высокую надежность функционирования компьютерных систем обработки данных.

3. Простота структуры компьютерных СОД, функционирующей в СОК.

Процедура деления считается одной из основных процедур в модулярной компьютерной математике. Выделяют её варианты.

1. Формальное деление, если делимое абсолютно делится на делитель.

2. Деление числа на одно или несколько оснований СОК.

3. Общий вариант деления - деление числа А на произвольный делитель В.

Одной из важных и сложно реализуемых операций является операция расширения базиса СОК, которая необходима для выполнения операций расширения диапазона представления чисел, например, при реализации операций деления, масштабирования, контроля ошибок вычислений.

Процедура масштабирования подразумевает процедуру деления, по этой причине находится делитель один из модулей системы, либо произведение нескольких модулей [2].

Переполнение диапазона представления чисел может появиться на каждой стадии вычислений. В СОК изобретен метод выявления переполнения на базе способа перехода в ОПСС для избыточного набора оснований, при этом избыточные цифры ОПСС считаются нулевыми. Расчет избыточных цифр ОПСС производится в синхронном порядке и никак не потребует существенных временных затрат [1].

Значимой считается процедура сравнения величины модулярных чисел. Процедуру сравнения чисел в СОК возможно осуществить на базе способа быстрого перевода чисел из СОК в ОПСС. Существует метод на базе расчетов, а также анализа интервально-позиционных характеристик (ИПХ), никак не требующий сохранения таблиц крупных объемов.

Главной задачей результативного применения СОК считается трудность выполнения немодульных операций, так как для расчета ПХ, перехода из СОК в ОПСС, расчета номера интервала, и др. потребуется осуществление таких операций, как определение знака числа, выполнения арифметического сравнения чисел, масштабирование, деление, округление, и др.

Список использованных источников:

1. А.А. Лавриенко, Н.И. Червяков. Исследование немодульных операций в системе остаточных классов // Научные ведомости. Компьютерное моделирование 2012. №1 (120). Выпуск 21/1. С.110-122

2. Модели и методы обработки данных в системе остаточных классов: монография / Краснобаев В.А., Кошман С.А., Мороз С.А., Курчанов В.Н., Янко А.С. – Харьков: ООО «В деле», 2017. – 197 с.

3. В.А. Краснобаев, И.А. Чернецкая, С.А. Кошман. Метод обработки данных в классе вычетов // Кибернетика и системный анализ. – 2014, выпуск 2(39). – С.121-126

Создание веб-приложения для поиска электронных архивов на GitHub

Зулпукааров Д.Ж.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва

Сегодня существует множество сервисов для размещения Git-репозиториев (электронных архивов материалов). На сегодняшний день, GitHub - мощная, безопасная и наиболее популярная онлайн платформа для размещения проектов. Github - крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки. Тем не менее, разнообразие сервисов для размещения Git-репозиториев затрудняет поиск подходящего электронного архива для конкретных пользовательских потребностей.

Настоящая работа посвящена созданию удобного веб-приложения, которое позволяет быстро найти нужный репозиторий, посмотреть его популярность, дату последнего обновления и перейти на сайт Github (на нужный репозиторий). При этом предусмотрена возможность получить более детальную информацию (фотографию автора, используемые языки и т.д.).

В качество технологии для создания приложения было выбрано Singe Page Application. SPA – это одностраничное приложение, сайт, который загружается только один раз при первом открытии. А весь контент, который вы открываете (разделы, статьи и т.д.), просто подгружается при нажатии. Преимущества SPA:

• Работа на большом количестве устройств (приложение адаптировано под мультиплатформенность), то есть, создав одно приложение, вы получаете значительно большую аудиторию пользователей, нежели при использовании стандартного подхода.

• Поскольку web-страница одна, проще построить богатый насыщенный пользовательский интерфейс. Проще хранить информацию о сеансе, управлять состояниями представлений, анимацией.

• SPA существенно (в разы) сокращает так называемые “хождения по кругу”, то есть загрузку одного и того же контента снова и снова. Одностраничные приложения работают значительно быстрее обычных сайтов, скорость загрузки у них выше.

Реализация приложения. Архитектура организована так, что пользователю предоставляется выбор, через навигационную панель. Все найденные проекты перечислены по убывающей популярности. Приложение использует хранилище браузера для фиксирования введенного поиска и текущей страницы, на случай перезагрузки страницы. В качестве языка выступал JavaScript. Для выполнения http -запросов и расширения функциональности использовалась дополнительная библиотека – Axios. Поиск осуществляется путем динамического изменения http -запроса.

Список использованных источников:

1. Майкл С. Миковски, Джош К. Пауэлл, Разработка одностраничных веб-приложений, Изд.: ДМК Пресс, 2014, С. – 512.

Вопросы автоматизации предприятия на базе платформы 1С

Зяблицева Д.К., Лежинский М.В., Кленин А.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва

Большинство коммерческих предприятий направлено на получение прибыли. И первому чему стоит уделить внимание — это бизнес-процессы. Существует 3 категории бизнес-процессов: основные, поддерживающие и процессы управления.

Работа с процессами начинается всегда с основных, так как это фундамент, на котором строится предприятие. Основные процессы — это такие процессы, которые составляют основу бизнеса. С помощью этих процессов компания получает прибыль. Также основные процессы формируют ценность для клиентов компании. Далее идут поддерживающие процессы, которые еще называют вспомогательными процессами. Они также есть в любой компании и направлены на поддержание работы основных процессов. Поддерживающие

процессы не входят с список источников доходов, так как напрямую не приносят прибыль, но без них компания не сможет существовать. Примерами таких процессов могут являться бухгалтерия, процессы по управлению персоналом, задачи по поддержке Информационной инфраструктуры и так далее. Управленческие процессы отвечают за распределение и наиболее разумное использование имеющихся у компании ресурсов. К процессам управления относятся планирование бюджета, согласование планов продаж, планирование объемов производства, распределение средств и т.д. Все бизнес-процессы очень важны, потому что нельзя упускать из виду потерю важных бумаг либо пропуск важного мероприятия. Для решения этой проблемы можно прибегнуть к использованию компьютеров и современного программного обеспечения, которое предназначено именно под бухгалтерские операции с денежными средствами и документооборотом.

В создании автоматизации бизнес-процессов предприятия может помочь комплекс «1С». Конечно есть и другие варианты, такие как Парус или БухСофт, которые тоже предназначены для комплексной автоматизации бухгалтерского, налогового, складского учета на предприятии. Однако они немного уступают 1С так как не являются более гибким программным обеспечением, что является очень важно для некоторых предприятий. 1С:Предприятие — программный продукт компании «1С»», предназначенный для автоматизации деятельности на предприятии.

Большое значение было уделено автоматизации процессов управления и поддерживающим процессам. Построение системы в работе реализовано так чтобы бухгалтерия была максимально автоматизирована, то есть осуществлён автоматический документооборот, учет товарных и материальных средств по любым разделам. Любые изменения цены на товар или услугу будут актуализированы. Также создан программный модуль под прием и увольнение сотрудников на работу, упрощен расчет денежных выплат.

Аналогично и с автоматизацией управленческих процессов, которые отвечают за планирование, в котором можно создавать задачи и мероприятия под каждого сотрудника, и все пользователи системы будут осведомлены о планах предприятия. Программный модуль под бизнес-процессы позволит уменьшить количество затрачиваемого времени на расчеты получаемых сумм предприятием, оптимизирует хранение справочной информации и также более быстрый ее поиск. Внедрение готовой конфигурации позволит предприятиям оперативно развернуть документооборот, что поможет значительно увеличить эффективность.

Разработка имитационной модели беспилотного летательного аппарата с пилотажным навигационным комплексом и оценкой состояния системы на основе измерения датчиков

Иванов Б.А., Лямкин Ф.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва

Данный доклад посвящён задаче реализации физической и математической модели полета автономного беспилотного летательного аппарата (БПЛА). С математической точки зрения, такая модель представляет собой многомерную нелинейную систему дифференциальных уравнений, требующих программного решения, а как физическая система, летательный аппарат должен функционировать в турбулентной воздушной среде и включать себя органы управления приводами рулей высоты, крена и направления, а также силовую установку. В составе БПЛА должны находится системы глобального спутникового навигационного позиционирования и алгоритмы автоматического управления. Разработанная программа, успешно решает данные задачи. Предполагается, что программа стоит из взаимосвязанных блоков.

В первом блоке инициализируются системы координат, которые используются для описания положения в пространстве БПЛА и производятся преобразования из одной системы координат в другую с использованием матриц поворота. Для описания поворота

БПЛА могут быть использованы углы Эйлера или кватернионы. Также необходимо реализовать связь между воздушной скоростью, скоростью относительно земной поверхности и скоростью ветра.

Следующим шагом является разработка динамической модели на основе нелинейных уравнений движения БПЛА, как твердого тела с шестью степенями свободы, линеаризация уравнений движения для вывода либо передаточных функций, либо моделей в пространстве состояний, которые в дальнейшем используется для разработки алгоритмов управления.

Дальнейшее проектирование связано с программной реализацией физических сил и вращающих моментов сил, вызванных земным притяжением, аэродинамикой и двигательной установкой. Особое внимание отдается программной реализации эффекта срыва потока, возникающего при превышении критического угла атаки. Чтобы учесть срыв потока, используется нелинейная зависимость подъемной силы от угла атаки. В модели любого сопротивления использовалась нелинейная зависимость от угла атаки с учетом коэффициентов индуктивного сопротивления. Использовалась модель тяги винтового двигателя основанная на законе Бернулли и разницы давлений перед пропеллером и позади него, отнесённой к площади пропеллера. Модель возмущений и турбулентной атмосферы получена с помощью пропускания через линейный фильтр белого шума.

Пилотажно-навигационный комплекс используется для автоматического управления самолетом и представляет собой многомерную систему регулирования положения самолета. Очень важно при проектировании придерживаться того, что для БПЛА такая система должна решать не только задачу ориентации, но и управление на различных фазах полета, например, при взлете, посадки или наборе высоты. В плане алгоритмов автоматического управления, главной их задачей является возможность управление высотой, курсом и скоростью БПЛА. Это может быть реализовано тремя основными методами:

- Методом последовательного замыкания обратных связей для продольного и бокового движения [2];
- Методом, основанном на регулировании энергетического состояния системы [3];
- Методом построения линейно – квадратичного регулятора;

Остается рассмотреть проблему внедрения моделей микроэлектромеханических систем, которые используются на современных летательных аппаратах. Особое внимание необходимо уделять внедрение в программу следующих моделей:

- Акселерометра;
- Магнитометра;
- Датчика угловой скорости;
- Датчика давления;
- Систему глобального спутникового позиционирования;

При этом, пилотажно-навигационный комплекс предполагает использование сигналов только с имеющихся датчиков, но для отработки алгоритмов автоматического управления необходимо иметь сигналы в канале углов тангажа, рыскания и крена. Для этого необходимо внедрение полного динамического наблюдателя Калмана, редуцированного наблюдателя Люенбергера или фильтров верхних и нижних частот.

На основании вышеизложенных последовательностей действий, удалось получить программную реализацию модели динамики полета автономного беспилотного летательного аппарата высокого порядка, которую можно использовать для внедрения в учебно – тренировочные пилотажные стенды или экспериментальном исследовании проектируемых БПЛА.

Особенности модулярного помехозащитного кодирования

Иванов В.О.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

Основным средством обеспечения высокой помехоустойчивости является введение избыточности в передаваемые кодовые слова. Избыточность в кодовых словах необходима для обнаружения и исправления в них ошибок, возникающих при сбоях в работе информационной системы и ее элементов. Теоретической базой эффективного использования вводимой избыточности является теория помехоустойчивого кодирования.

На текущем этапе развития данной теории особый интерес стали представлять коды, представленные в непозиционных системах счисления с параллельной структурой, которые позволяют сводить вычисления лишь к нескольким параллельным элементарным операциям. В частности, такой системой счисления является модулярная система счисления (система остаточных классов), основанная на китайской теореме об остатках. Кодирование в модулярной системе счисления способствует эффективному обнаружению и исправлению ошибок, т.к. разряды при вычислениях в этой системе являются независимыми друг от друга, из-за чего отсутствует эффект размножения ошибок вычисления; этому же способствует то, что такой код является полностью арифметическим. Оставаясь в рамках позиционной системы счисления, значительного ускорения выполнения операций добиться практически невозможно.

Переход к непозиционной арифметике является очень перспективным в повышении отказоустойчивости, без снижения производительности вычислительных систем. Более того, анализ нетрадиционных арифметик показал, что в настоящее время наибольшее практическое применение нашли вычислительные устройства, использующие именно непозиционные модулярные коды в системе остаточных классов. При этом, помимо системы остаточных классов, применение нашли также такие нетрадиционные системы счисления, как: коды Фибоначчи, модулярная комплексная арифметика Гаусса, арифметика в кольце полиномов, позиционно-остаточная система счисления и знакологарифмическая система счисления.

Целью данной работы является разработка способов декодирования модулярных помехозащитных кодов синдромными методами, а также создание моделирующего комплекса, реализующий этот процесс. При этом, особый интерес представляет вычисление синдромов в кодах с большой разрядностью. Для их вычисления необходимо задействовать специальный инструментарий, который позволяет ускорить этот процесс. Таким инструментарием является фреймворк Apache Spark, благодаря которому данные можно обрабатывать в оперативной памяти, из-за чего был получен значительный выигрыш в скорости работы.

Информатизация процессов учета товарно-материальных ценностей в условиях применения разнородных систем автоматизации учета и электронного документооборота

Иванов В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

Актуальной задачей является создание программных средств для автоматизации процессов учета товарно-материальных ценностей (ТМЦ) в условиях применения разнородных систем автоматизации учета, электронного документооборота, в том числе различных облачных систем [1, 2].

Важной подзадачей является создание автоматизированного процесса и сопровождающих его средств для списания ТМЦ с целью минимизации денежных и временных расходов на данную операцию, а также исключения возможных ошибок оформления документации. От качества автоматизации этого процесса напрямую зависит:

• Количество времени, необходимое на данный процесс;
• Денежные расходы на логистику, склады, канцелярию, работников и т.д.;
• Количество ошибок, происходящих из-за человеческого фактора.

С каждым годом технологии становятся всё сложнее, и конкуренция между различными компаниями растёт, вследствие чего каждая компания стремится автоматизировать как можно больше процессов в своей деятельности и минимизировать расходы.

Автоматизация документооборота при учёте товара, ведении бухгалтерии, управлении кадрами очень важна для работы предприятия. Для этого есть несколько систем, работающих по разным алгоритмам. В основе предлагаемого решения используется система SAP ERP [3], с помощью которой можно выполнить немедленную проводку и актуализацию данных. При этом изменённую информацию смогут получить все заинтересованные отделы.

При подробном рассмотрении предлагаемого решения для достижения поставленной задачи можно выделить следующие компоненты:

• SAP ERP – система управления ресурсами предприятия. Данный программный продукт охватывает все участки финансового и управленческого учета, управления персоналом, оперативной деятельности и сервисных служб компании. Обеспечивает полную функциональность, необходимую для реализации информационных сервисов самообслуживания, аналитики; – КриптоПро – набор криптографических программных компонентов, так называемых криптопровайдеров, используемых во многих программах российских разработчиков для генерации электронной подписи, работы с сертификатами, организации инфраструктуры открытых ключей т.д.;

• GK Retail [4] – программное обеспечение, предназначенное для автоматизации работы филиалов крупных розничных компаний.

Автоматизация процесса списания ТМЦ на основе разработанной интеграции вышеперечисленных компонентов показала хорошие результаты. В дальнейшем планируется продолжение доработки данной автоматизации путем создания микросервиса для будущей интеграции с другими используемыми на предприятии системами.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

3. Розничная торговля. Отрасли. SAP [Электронный ресурс] // SAP Software Solutions. Business Applications and Technology. URL: https://www.sap.com/cis/industries/retail.html (дата обращения 12.02.2021).

4. SAP Store Solutions by GK. GK Software Retail Solutions. [Электронный ресурс] // GK Software SE URL: https://www.gk-software.com/en/products/sap-store-solutions-by-gk (дата обращения 12.02.2021).

Исследование методов построения нейронных сетей для формирования выводов о возможности создания объективного критерия оценки качества прогнозирования интегрального показателя риска в системах топливного энергетического комплекса

Игнатов С.В., Редько М.Ю., Лоскутов Д.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Одинцово

Цель работы.

Целью данной исследования являлось получение представления о возможности создания критерия оценки качества прогнозирования, формализующего субъективизм представителей

конкретного предприятия, на основе нейронной сети, и формирование выводов о возможности его применения в системах топливного энергетического комплекса.

Актуальность работы.

Топливный энергетический комплекс является опасным производственным объектом, как правило, – это сложная система, которая состоит из отдельных структурных элементов, деталей, агрегатов и т. д. Риски отказа устройств технологического комплекса, а также риски нарушения всего технологического процесса создают возможность нарушения производственной безопасности данного предприятия. Реализация такой возможности чревата возникновением аварий, опасных инцидентов и происшествий на предприятиях нефтегазового комплекса, приводящих к денежным потерям, локальным экологическим бедствиям, подвергающих опасности жизни людей. Поэтому оценка качества прогнозирования интегрального показателя риска актуальна и имеет практическую значимость.

Задачи:

1. Исследование методов разработки нейронной сети.
2. Формирование выводов о возможности создания объективного критерия оценки прогнозирования рисков конкретного предприятия.
3. Выбор алгоритмов реализации программной системы предназначенной для оценивания прогноза.

Гипотеза: возможно разработать объективный критерий оценки прогнозирования рисков конкретного предприятия.

Практическая значимость: Практическая значимость работы состоит в получении сведений о существующих методах построения нейронных сетей и их применимости относительно задачи создания рекомендательной системы, используемой в качестве критерия оценки прогноза интегрального риска на предприятии топливного энергетического комплекса.

Основная часть

На разных предприятиях и в различных сферах деятельности подход к оценке прогноза отличается. В качестве примера таких различий можно привести характеристики следующих двух профессиональных сфер:

1. Трейдер на бирже.
2. Работник металлургического комбината.

Для первого важна точность прогноза, и малейшие отклонения от действительных значений будут подразумевать большие материальные убытки. В то время, как для второго важным критерием является точность в прогнозировании критических ситуаций, то есть превышение определенных значений, и не так важна точность прогноза на коротких дистанциях.

Задача нейронной сети, которая будет представлять собой «объективный» критерий оценки прогноза, заключается в выявлении закономерностей и особенностей мышления работников предприятия при выставлении оценок схожести прогноза и реальных данных. Данные будут подаваться на в ход в виде множества наборов, представляющих собой тройки вида: (прогноз, действительные данные, оценка).

Целесообразность использования полученного критерия может быть проверена при помощи работников топливного энергетического комплекса, в частности, за счет сравнения оценок качества прогнозирования интегрального показателя риска, полученных математическими критериями, и методами нейронной сети, обученной на оценках.

Для выбора алгоритма программной системы необходимо изучить этапы разработки нейронной сети. В исследовании рассматриваются следующие этапы разработки нейронной сети:

1. Сбор данных;
2. Препроцессинг;
3. Построение модели;
4. Обучение модели;

5. Анализ качества.
6. Интерпретация модели;
7. Постпроцессинг.

После изучения этапов делается выбор основных возможных алгоритмов реализации программной системы, ими стали: опорные векторные машины, сверточные нейронные сети, многослойный персептрон и рекуррентные сети

Вывод:

Были проведены исследования, которые показали возможность создания объективного критерия оценки прогнозирования рисков конкретного предприятия.

Были рассмотрены основные этапы проектирования нейронной сети.

На основе полученных данных для поставленной задачи классификации были выбраны следующие алгоритмы: опорные векторные машины, сверточные нейронные сети, многослойный персептрон и рекуррентные сети. Дальнейший анализ покажет сравнительную скорость отработки каждого из алгоритмов, а также минимум достигаемой ошибки, что послужит ключевыми факторами для выбора конкретной архитектуры нейронной сети и конкретной ее реализации.

Редукционный алгоритм восстановления экстремальных 4-однородных гиперграфов

Ирбитский И.С., Каменев А.Р., Кирсанов Г.Р.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, Москва

Одна из нерешённых задач в теории гиперграфов – это задача восстановления однородных гиперграфов из вектора степеней его вершин. Существуют несколько алгоритмов восстановления гиперграфов общего вида [1, 2]. Однако у них есть общий недостаток – они не могут выступать критериями реализуемости. При этом данная проблема является насущной, так как восстановление гиперграфов из вектора является основным элементом алгоритма шифрования на экстремальных гиперграфах [3, 4]. При этом в данном алгоритме используются только экстремальные гиперграфы, что позволяет разработать частный случай алгоритма восстановления, который будет действовать только на экстремальных гиперграфах. Кроме того, было решено, что лучше иметь решение для частного случая, чем не иметь никакого.

В связи с этим нами был разработан алгоритм для восстановления экстремальных 4-однородных гиперграфов. Данный алгоритм опирается на понятие базы. База является уникальной характеристикой экстремального однородного гиперграфа. База 4-однородного гиперграфа состоит из элементов в виде четвёрок индексов, упорядоченных по возрастанию. Между элементами базы отсутствует отношение частичного порядка. Сами элементы являются максимальными среди всех четвёрок, которые обозначают присутствующие в гиперграфе гиперрёбра.

Рассмотрим предлагаемый алгоритм. Пусть дан вектор A с координатами упорядоченными по невозрастанию:

1. Выделим первую вершину.

2. Необходимо сформировать базу подграфа, которая полностью содержит все гиперрёбра, инцидентные первой вершине.

2.1. Выберем элемент базы согласно следующим условиям:

a. базовый вектор для элемента базы не должен при вычитании из вектора A образовывать другие "ступеньки", отличные от тех, что содержатся в векторе A;

b. последний индекс элемента должен быть максимальным из возможных.

2.2. Если первая координата не равна координате найденного базового вектора, то ищем следующий элемент, в котором первая координата также равна первой. Если такого элемента нет, переходим к шагу 3.

2.3. Объединяем элементы сконструированной базы и находим её базовый вектор. Далее переходим к шагу 2.1.

3. Вычтем из вектора A найденный базовый вектор. В результате этого мы получим вектор B, в котором первая координата равна нулю.

4. Обозначим редукционный вектор A’ как вектор с координатами из B без нулей.

5. Перейдём к шагу 1.

Польза данного алгоритма состоит в том, что в процессе прохождения алгоритма строятся гиперрёбра восстанавливаемого гиперграфа. Каждый раз, когда мы находим промежуточную базу, мы определяем все подчинённые ей гиперрёбра. Отдельно возникает вопрос по базам для редукционных векторов, так как нумерация координат у них сдвигается. Поэтому индексы вершин гиперрёбер, подчинённых найденной промежуточной базе, нужно увеличивать на количество убранных нулевых координат относительно начального вектора.

Данный алгоритм был реализован в виде программного комплекса, что позволит проводить дальнейшее исследование в области шифрования на основе экстремальных однородных гиперграфов.

Список использованных источников:

1. Гурченков А.А., Костяной Д.С., Мокряков А.В. Редукционные методы восстановления некоторого класса гиперграфов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 6 (30). С. 1.

2. Берецкий И.С., Ирбитский И.С., Егорова Е.К., Мокряков А.В. Алгоритмы восстановления k-однородных гиперграфов по вектору степеней своих вершин // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2020. № 8. С. 31-36.

3. Егорова Е. К., Мокряков А. В., Суворова А. А., Цурков В. И. Алгоритм передачи многомерных данных с использованием экстремальных однородных гиперграфов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2021. № 1. с. 71–76.

4. Мокряков А.В., Егорова Е.К., Суворова А.А. Концепция шифрования данных с помощью экстремальных однородных гиперграфов / В книге: 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". Тезисы. М.: МАИ (НИУ). 2019. С. 98-99.

Разработка интерактивного конструктора форм для взаимодействия с базами данных с применением микросервисной архитектуры

Калинкин П.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

Цель данной работы — разработка приложения, главной задачей которого является управление БД с помощью панели управления в виде форм и виджетов с возможностью их конструирования.

Программный комплекс состоит из нескольких микросервисов:

• GraphQL API gateway сервис

• Сервисы клиента базы данных для различных сущностей БД

• Сервисы базы данных

Для реализации данной системы был выбран стек технологий MERN + GraphQL + Typescript + Docker и библиотеки Apollo GraphQL, Mongoose, React Grid Layout, React JsonSchema Form.

*(MERN – MongoDB, Express, ReactJS, NodeJs)

При разработке системы была выполнена следующая работа: выбор стека технологий, конфигурирование Docker контейнеров (параметров запуска), настройка связей микросервисов, разработана архитектура взаимодействия GraphQL с ORM Mongoose, разработан генератор форм с возможностью копировния, наследования свойств, внедрения кастомных полей (виджетов) и произвольного расположения блоков форм на сетке.

Система работает по следующему принципу: Docker compose по заданному конфигурационному файлу разворачивает контейнеры микросервисов (БД, API Gateway,

React), задает hostname для каждого контейнера для более удобного обращения внутри сети. Каждый контейнер устанавливает необходимые зависимости и запускает процессы внутри себя. После завершения развертывания система готова к использованию.

Использование docker compose сильно облегчает развертывание системы за счет автоматизации выстроения логических связей между микросервисами в конфигурационном файле, а также обеспечивает гибкую настройку системы. Библиотека React JsonSchema Form позволяет интегрировать кастомные компоненты (поля и виджеты), что помогает добиться более гибкой настройки форм. Использование микросервисной архитектуры позволит изолировать хранение форм, полей и их шаблонов.

Задача передачи экстремальных графов в качестве шифровальных ключей

Каменев А.Р., Ирбитский И.С., Фукс Э.К.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва

Недавно появились работы по шифрованию, основанному на экстремальных k-однородных гиперграфах [1, 2]. Рассмотрим особенности, связанные с шифрованием на экстремальных графах – частном случае предлагаемого алгоритма.

При использовании этого алгоритма шифрования сложной задачей является создание одинаковых графов-основ шифра у всех пользователей за оптимальное время.

Существует несколько подходов к передаче графа-основы между пользователями:

1. Передача матрицы смежности;

2. Передача вектора степеней вершин;

3. Передача номера экстремального графа в множестве всех экстремальных графов на n – вершинах.

Последний вариант по занимаемой памяти является наилучшим. Однако следует учитывать, что нельзя передать от одного пользователя другому граф по соображениям сокрытия ключа от посторонних лиц. Поэтому был разработан алгоритм генерации графа, основанный на алгоритме Диффи-Хеллмана. Алгоритм Диффи-Хеллмана позволяет сгенерировать у пользователей число, сокрыв его от сторонних лиц. Была найдена формула, отвечающая, сколько экстремальных графов можно построить на n вершинах. В целях большей сокрытности, было решено использовать связные экстремальные графы, для которых также была найдена формула количества возможных графов на n вершинах.

Существует алгоритм позволяющий по номеру построить экстремальный граф [3]. Данный алгоритм иметь одну особенность – связность графа не обязательна. Поэтому бы проведён анализ множества экстремальных графов, и выяснена зависимость свойства связности экстремального графа от его номера. Таким образом был разработан алгоритм генерации связного экстремального графа на n вершинах на основе числа.

В результате алгоритм по построению экстремального графа работает след:

1. На основе алгоритма Диффи-Хеллмана сгенерировать у пользователей тайное число p.

2. Найти количество вершин n на основе числа p.

3. Сгенерировать граф g на n вершинах, основываясь на числе p.

4. Основываясь на графе g начать шифрование данных.

На данный момент описанные алгоритмы реализованы на языке программирования C++, также создан программный код позволяющий шифровать и дешифровать файлы при помощи связных экстремальных графов. В дальнейшем планируется усилить алгоритм используя связные экстремальные гиперграфы, ребра которых позволяют соединять 3 вершины, и использование написанных алгоритмов при создании мессенджера.

Список использованных источников:

1. Егорова Е. К., Мокряков А. В., Суворова А. А., Цурков В. И. Алгоритм передачи многомерных данных с использованием экстремальных однородных гиперграфов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2021. № 1. с. 71–76.

2. Мокряков А.В., Егорова Е.К., Суворова А.А. Концепция шифрования данных с помощью экстремальных однородных гиперграфов / В книге: 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". Тезисы. М.: МАИ (НИУ). 2019. С. 98-99.

3. Егорова Е.К., Гольцова Т.Ю., Мокряков А.В. Метод нумерации экстремальных графов целыми числами. / В книге: 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». Тезисы. М.: МАИ (НИУ). 2020. С. 457-458.

Особенности проектирование электронных 3D моделей в среде Siemens NX для автоматизированной системы управления нормативно-справочной информации авиационных предприятий

Карпова Е.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Морозова Н.Т.

ДФУ, Владивосток

Применение нормативно-справочной информации неотъемлемая часть производства. Ее использование помогает обеспечивать совместимость и взаимозаменяемость продукции, упростить стадии жизненного цикла продукта и облегчает автоматизацию процесса проектирования.

При создании аппаратной и программной частей автоматических и автоматизированных изделий используют программное обеспечение для конструирования и проектирования. Проектирование в среде SIEMENS NX позволяет моделирование, как деталей, так и сборок, произвести анализ пересечений, расчет массы, подготовить чертежи, указать технические требования. Также программа поддерживает различные виды обработки станков с ЧПУ и работу с электронными таблицами Excel в семействе деталей. Microsoft Excel позволяет работать с числовыми данными, текстом, создавать графики, диаграммы, рисунки, схемы, автоматизировать однотипные действия, оптимизировать списки и базы данных. С внедрением электронной таблицы в 3D-модель можно автоматизировать применение нормативно-справочной информации. Это дает возможность перестраивать модель по типоразмерам, указанным в нормативной документации, посмотреть материал, марку, техническую документацию, наименование, обозначение и увидеть другие данные о детали.

При создании таблицы Excel для 3D-модели необходимо учитывать данные, которые необходимо указать. В шапке таблицы указывают различные характеристики модели и отдельно каждое наименование ее размеров. Если деталь имеет различные типоразмеры, то для успешной перестройки модели по ним необходимо внести наименования размеров и их числовое значение в выражения в разделе «Инструменты» в NX. Числовые значения можно использовать из первого типоразмера нормативно-справочной информации. Также вносятся характеристики модели для него. При построении эскиза, фасок, скруглений, вытягиваний важно использовать наименования размеров, введенные в выражения.

После создания модели во вкладке «Инструменты» в разделе «Семейство деталей» добавляются все характеристики и наименования размеров в той последовательности, в которой указаны в электронной таблице в «Выбранные столбцы», далее выбирается «Создать таблицу». После этого создается таблица Excel, куда вставляются данные из изначально созданной таблицы. Устанавливается курсор в любом месте строки нужного типоразмера и далее вкладка «Настройки» «Применить значения». Модель перестраивается по выбранному типоразмеру. Все эскизы должны быть полностью определены. Также можно вносить характеристики не через выражения, а через «свойства» модели во вкладке «Файл», тогда после применения таблиц необходимые данные о детали можно увидеть там. Удобным является то, что в данном инструменте различные критерии можно распределить по категориям.

Большим преимуществом применения SIEMENS NX является использование таблиц Excel, что ускоряет процесс моделирования семейства деталей. Программа поддерживает современные методы обработки, удобна при работе с объемными сборками и большими объемами технической документации, позволяет автоматизировать производство, что уменьшает затраты, улучшает качество и увеличивает прибыль.

Использование гиперграфов для социального моделирования малоизученных и вымышленных объектов

Кирсанов Г.Р., Радченко Э.Р., Ирбитский И.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва

Целью работы является провести социальное моделирования поведения сообществ вымышленных и малоизученных объектов с использованием гиперграфов.

Основной задачей социального моделирования является преодоление разрыва между описательным методом, который используется в социальных науках, и формальным, используемым в естественных, через смещение акцента на механизмы и процессы, определяющие реальность.

На данный момент есть 3 основных подхода к социальному моделированию: системное, в которым мы рассматриваем общество в целом и выделяем основные переменные, влияющие на события; агент-ориентированное, в которым мы выделяем агентов и помещаем их в определённую среду, анализируя их поведение; агентный подход, - мы моделируем поведение конкретного агента и правила его поведения при взаимодействии с другими агентами, соответственно помещая множество агентов вместе наблюдаем за процессом.

Так как в работе рассматривается поведение целых сообществ, то предпочтительным оказался системный подход, из-за его ориентированности на анализ сообщества в целом.

Простым графом G(V, E) называется совокупность двух множеств – непустого множества V и множества E неупорядоченных пар различных элементов множества V. Множество V называется множеством вершин, множество E называется множеством рёбер.

Гиперграфом называют обобщение графа, в котором ребрами могут быть не только двухэлементные подмножества, но и любые подмножества вершин [1].

Для моделирования из исходных данных выделяются различные свойства – характеристики общества. Именно они становятся вершинами гиперграфа. Свойства имеют определенную связь между собой. Эту связь было решено обозначать ребром с определенным весом – «силой связи» значение которого лежит в отрезке от -1 до 1. Соответствующий вес связи определенных свойств дает нам понимание поведения общества вымышленных объектов в различных ситуациях. Так как не все параметры точно известны, то веса рёбер носят вероятностный характер. Таким образом строится вероятностная информационная модель слабоизученного общества.

Полученные модели подвергаются анализу в виде поведения модели в определённых сценариях. Так как поведение модели обусловлено некоторой случайностью, то исход сценария также не предсказуем. Что позволяет при многократном запуске сценария определиться с наиболее вероятным исходом и таким образом ответить на некоторые вопросы о будущем поведении исследуемого общества.

Таким образом был разработан подход к системному моделированию социального поведения малоизученных и вымышленных обществ, что может быть приведено как при прогнозировании поведения различных обществ, так и при моделирования различных рас в игровых вымышленных мирах.

Список использованных источников:

1. Egorova E. K., Mokryakov A. V., Vang L. Development of Hypergraph Theory // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2018. V. 57. P. 109-114.

Противодействие распознаванию личности по биометрическим показателям

Кленин А.С., Лежинский М.В., Зяблицева Д.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Мокряков А.В.
РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва

В современном мире всё чаще и чаще распознавание личности происходит по биометрическим показателям. Любой современный смартфон обладает сканером отпечатка пальца (дактилоскопия), распознаванием лица, идентификацией по голосу и т. д. Так же

некоторые работодатели, банки, и ряд других организаций требуют пройти биометрию. Система распознавания личности развивается и в скором времени уже сложно будет представить жизнь без этого. Однако, на данном этапе развития, эта система имеет существенные пробелы в безопасности, и почти каждый способ биометрической идентификации можно обойти.

Например, сканер отпечатка пальца можно взломать, если скопировать его (например, жировой отпечаток с гладкой поверхности) и нанести на силиконовую или латексную накладку. Однако, это касается только оптического сканера. Так же есть ещё полупроводниковые сканеры, которые обмануть сложнее, так как для активации необходимо провести настоящим пальцем. Но сложнее не значит невозможно.

Распознавание лица так же не устойчиво к взлому. 2D сканер (по фотографии лица) можно обмануть качественной фотографией пользователя. 3D сканеры более надёжные, однако и тут всё не так гладко. Впервые такой сканер в общем доступе появился в смартфонах компании Apple. Изображение лица пользователя снимается с помощью инфракрасной камеры, которая более устойчива к изменениям света и цвета окружающей среды. Производители утверждают, что данный способ идентификации даже безопаснее, чем отпечаток пальца и частота ошибок 1:1000000. Далее, компания Xiaomi решила пойти по стопам Apple и сделала свой сканер лица. Производители утверждали, что он значительно быстрее и безопаснее сканера лица от Apple, однако пользователи столкнулись с проблемой, что смартфон может разблокировать другой, похожий пользователь. Так же, чтобы обмануть такой сканер, можно восстановить качественную 3D модель лица пользователя.

Идентификацию по голосу можно обойти при помощи записанного голоса пользователя. В сети предупреждают, что мошенники провоцируют пользователя сказать в разговоре по телефону слово «да», и после чего, снимают все средства со счёта банковской карты. Хотя, одного слова «да» недостаточно. Для снятия денег со счёта необходимо пройти несколько уровней идентификации. Однако, правильно записанный разговор пользователя (например, сказанные его словами ФИО, адрес и т.д.) может обойти эту идентификацию.

Есть так же ещё сканер радужной оболочки глаза и идентификация по рисунку вен. Это одни из немногих способов, безопасность которых обойти, пока не удалось.

В заключении можно сказать, что биометрическая идентификация на данном этапе развития имеет значительные пробелы в безопасности, и если есть вариант не сдавать биометрию, лучше этого пока что не делать, так как есть опасение того, что мошенники могут получить доступ к личным данным пользователя, или к его средствам. Но прогресс не стоит на месте. Компании придумывают различные системы противодействия распознаванию личности по биометрическим показателям.

Анализ проблем систем управления обеспечением качества продукции

Коваль Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падалко С.Н.
МАИ, Москва

Для производства сложной машиностроительной продукции необходима подготовка множества технологических систем. Стоит отметить, что каждая технологическая система характеризуется непостоянством ее показателей в ходе эксплуатации. Данное обстоятельство приводит к достаточно большому числу состояний технологической системы, что в свою очередь привносит неопределенность в процесс обеспечения качества продукции. Помимо этого, технологический процесс характеризуется немонотонностью и разнонаправленностью изменения показателей качества продукции в ходе процесса непосредственной обработки заготовок с использованием методов различной физической природы, что добавляет неопределенности в процесс обеспечения качества.

С целью обеспечения заданного уровня качества применяются системы контроля и управления технологическим процессом, являющиеся частью систем управления жизненным циклом изделия [1]. В ходе функционирования происходит сбор и анализ данных о

состоянии объекта управления [2, 3] и путем воздействий регулируется его деятельность. Однако, существующие системы управления, как правило, управляют технологическим процессом путем анализа уже произведенной продукции и выработки соответствующих корректирующих воздействий.

Таким образом, основной проблемой обеспечения качества продукции является недостаточная определенность объекта управления, выражающаяся в неизвестной взаимосвязи параметров технологической системы и параметров качества продукции. В свою очередь, это выливается в недостаток существующих систем управления – невозможность прогнозирования качества продукции и, соответственно, малые возможности в выработке предупреждающих воздействий.

Решением данной проблемы может быть добавление в систему управления подсистемы идентификации, включающей в себя модель, реализующую неизвестную связь параметров объекта управления и показателей качества продукции. Ввиду того, что построение подобной модели на основе систем формальных связей затруднено из-за сложности природы протекающих процессов, в работе рассматривается возможность применения искусственных нейронных сетей для моделирования технологического процесса.

Обученная на собранных данных нейронная сеть сможет предсказывать значения параметров качества производимой продукции. На основе предсказанных значений появится возможность выработки предупреждающих воздействий, которые позволят скорректировать протекающий процесс и обеспечить выпуск продукции соответствующей требованиям по качеству.

Интерфейс управления системой контроля и обеспечения качества предлагается встраивать в существующие веб-интерфейсы систем управления технологического процесса [4]. Это позволит операторам при необходимости вручную задавать нужные параметры качества продукции и отслеживать текущие отклонения.

Таким образом, удастся снизить количество продукции несоответствующего уровня качества и получить экономическую выгоду с минимальными вложениями.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

2. Гинзбург И.Б. Концепция построения распределенных систем информационной поддержки технического обслуживания аэрокосмической техники с использованием функционально насыщенных веб-клиентов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – №5. – С. 159–161.

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Система мониторинга крупномасштабных объектов на базе многошлюзовой БСС с автономными отказоустойчивыми веб-клиентами // Электросвязь. – 2017. – №9. – С. 60–66.

4. 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.

Внедрение современных технологий web-разработки и адаптация реализующих их инструментов в проекте BlockSet

Козырев Н.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

Курс на цифровизацию, взятый мировым сообществом, всё чаще ставит задачу моделирования и реализации полнофункциональных динамических web-приложений с возможностью выдерживать большие нагрузки, свойственные для подобного рода проектов. Использование языков программирования общего назначения для построения логики

серверной части имеет большой порог вхождения, а классические CMS не обеспечивают достаточную гибкость. Наиболее верным решением в такой ситуации будет использовать предметно-ориентированные языки (DSL), которые просты в освоении и использовании, при этом имеют обширные возможности благодаря тому, что заранее ориентированы на решение конкретных задач. Однако на данный момент существует мало готовых решений. Из наиболее заметных, пожалуй, стоит выделить только WebDSL, однако даже он имеет ряд недостатков, унаследованных от языка реализации данного проекта – Java, таких как например большие затраты производительности и необходимость устанавливать среду исполнения Java.

Именно для решения обозначенных проблем и был придуман инструментарий BlockSet. Разработка проекта осуществлялась с использованием относительно низкоуровневого языка программирования общего назначения C++, что избавило его от проблем, с которыми столкнулся конкурент, обеспечило высокую производительность интерпретатора и кроссплатформенность всей системы.

Основной задачей в рамках данной работы стала поддержка интегрирования инструментов BlockSet с современными технологиями web-разработки. Основное внимание было уделено следующим фактическим стандартам:

- REST
- AJAX
- Single Page Application
- Headless CMS

Было принято решение начать именно с внедрения поддержки REST архитектуры. Структура языка BML очень близка к системе ресурсов и операций с ними, которой следует REST, однако при использовании разных методов необходимо выполнять разные методы с ресурсом. Для обеспечения данного функционала был введён BML инструмент переопределения ключевых параметров в зависимости от актуального метода. При этом важно отметить, что структура ресурса практически всегда остаётся независимой.

AJAX и SPA в первую очередь опираются на возможность получать данные от CMS в унифицированном формате, которым чаще всего является JSON. Поэтому для реализации поддержки данного функционала стало достаточным добавление возможности обработки GET-запросов с ответом в вышеуказанном формате.

Headless CMS как архитектура является некоторой AJAX-REST-утопией в мире web-приложений, а значительным её недостатком являются существенные затраты на получение всей необходимой информации для отображения всех компонентов страницы, т.к. для каждого компонента необходима отдельная HTTP-транзакция. Успешной попыткой избежать данного недостатка стал инструмент позволяющий эмулировать дополнительные REST-запросы в момент наполнения шаблона данными. Благодаря такой реализации преимущества Headless CMS сохраняются -- весь необходимый контент описан в шаблоне и наполнение происходит динамически, но при этом удаётся ограничиться лишь одной HTTP-транзакцией, т.к. все дополнительные транзакции для наполнения контентом не вызываются со стороны клиента, а эмулируются непосредственно на стороне сервера.

Вышенаписанное показывает, что инструменты, введённые в рамках данной работы, позволяют интегрировать инструментарий BlockSet с современными технологиями web-разработки.

Разработка программного обеспечения инвентаризационной системы сетевого оборудования для крупных предприятий

Копьев М.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Титаренко В.И.
МАИ, Москва

Любая достаточно большая компания рано или поздно сталкивается с необходимостью автоматизировать процессы работы с ИТ-оборудованием внутри себя. На учете в таких

компаниях находятся тысячи системных блоков, мониторов, VDI, рабочих станций и серверов.

Именно эти проблемы призваны решить инвентаризационные системы на основе CMDB. В данной работе под инвентаризационной системой понимается комплекс программного обеспечения, которое позволяет реализовать инвентаризацию сетевого оборудования предприятия. Эта система должна обладать возможностями по хранению, предоставлению и сбору данных по оборудованию.

Реализация CMDB состоит из нескольких частей:

- База данных, содержащая таблицы с конфигурационными элементами.
- Локальный клиент, собирающий данные с конкретного оборудования.
- Консоль-интерфейс.
- Сервер удаленного мониторинга конфигурационных элементов.

Отдельные элементы CMDB взаимодействуют друг с другом используя HTTPS-запросы. Локальный клиент получает список задач на выполнение от базы данных. База данных граждан была спроектирована с использованием объектно-реляционного модуля сопоставления Entity Framework, позволяющего работать с базой данных, используя объекты.NET, что устраняет необходимость в большей части кода для доступа к данным. Также был использован подход Code First, позволяющий на основе класса контекста данных и классов моделей, создать базу данных и определить в ней таблицы.

Для оптимизации ITSM процессов, а также снижения нагрузки на сервера компании для поддержки актуальности данных в CMDB в данной работе предложено использовать локальный дискаверинг. В этом случае данные с конфигурационного элемента собирает локальной клиент, установленный на инвентаризируемой машине. Локальный агент устанавливается на само оборудование и производит отслеживание изменений изнутри системы.

Таким образом, часть нагрузки переносится на «клиентов» или конфигурационные элементы, а с агентов или серверов системы нагрузка будет снята. За счет этого система сможет обслуживать большее количество конфигурационных элементов, чем при стандартном удаленном дискаверинге. С помощью смоделированной СМО доказана эффективность данного подхода.

Список использованных источников:

1. Тактаров Р. Н., Юрков Н. К. Показатель эффективности системы инвентаризации сетевого оборудования //Современные информационные технологии. – 2015. – №. 22. – С. 23-25.

2. Тактаров Р. Н., Юрков Н. К. Концептуальная модель системы инвентаризации сетевого оборудования //Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 2. – С. 106-106.

3. Степанов Д. Мониторинг сети и ПК предприятия. LANState Pro и 10-Страйк: Инвентаризация Компьютеров //Системный администратор. – 2013. – №. 11. – С. 34-35.

4. Карпов Ю., Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. 2005.

Система распознавания дефектных металлических деталей на основе Искусственной Нейронной Сети (ИНС)

Королев Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

Способность по звуку работы двигателя или звону металлической детали сказать, что данный двигатель неисправен или деталь необходимо отправить в брак - очень важна. Доверив такие задачи компьютеру можно получить более высокую точность определения неисправности, чем при выполнении таких задач человеком. Такие системы распознавания могут быть реализованы на основе искусственной нейронной сети.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

В рамках данного проекта решалась задача распознавания образов и классификации. При обучении нейронной сети предлагаются различные образцы образов с заранее известной принадлежностью к определенному классу. При этом совокупность всех признаков образца должна однозначно определять класс, к которому он относится. После обучения сети ей можно предъявлять неизвестные ранее образы и получать ответ о принадлежности к определённому классу в процентном соотношении.

В качестве языка программирования был выбран Python – он имеет обширное количество библиотек для машинного обучения. Были использованы модули librosa и keras.

Librosa - это модуль Python для анализа звуковых сигналов. Он понадобился для визуализации аудиоволн, построения спектрограмм и извлечения функций из аудио, а именно: цельные коэффициенты Mel-частоты, частота пересечения нуля, спектральный центроид, частоты цветности, спектральный спад. Эти функции затем добавляются в файл.csv, для использования алгоритмов классификации.

Keras — нейросетевая библиотека с поддержкой сверточных, рекуррентных сетей и их комбинации, написанная на языке Python. Из данной библиотеки использовались модели для обучения их на исходных данных.

Предполагается, что в зависимости от процесса обучения разработанного программного обеспечения, оно сможет распознавать не только звуки дефектных металлических деталей, но и другие звуки, которые можно разделить на исправные и дефектные. В рамках данного проекта детали проверяются на наличие дефектов. Если деталь не имеет трещин, получается чистый звонкий звук, детали с трещинами дают приглушённый или дребезжащий звук.

Последовательность обучения: извлечение спектрограммы для каждого аудио, извлечение функций из спектрограмм, запись данных в файл csv, анализ данных, создание меток, разделение данных на обучающий и тестовый набор, создание и обучение сети, прогнозы на основе тестовых данных.

Для обучения программного обеспечения использовались несколько сотен звуков ударов железным молоточком по деталям с дефектами и без них. В результате обучения программа стала способна различать по предоставленному звуку качество детали. Точность распознавания планируется повысить путем увеличения количества образцов для обучения и дальнейшему улучшению программного кода.

Список использованных источников:

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

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

3. Медведев, В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. — Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001.

Рекомендательная система принятия решений при оказании медицинских услуг

Костицин С.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Булакина М.Б.

МАИ, Москва

Очень часто пациент точно не знает, к какому врачу ему нужно записываться. В таком случае ему предлагается запись к врачу первого звена, который после первичного осмотра перенаправит пациента к специалисту второго звена.

Проблема заключается в том, что на момент обращения ближайшая свободная ячейка для записи к врачу первого звена может быть только через несколько недель, а запись к врачу второго звена будет доступна только после первичного осмотра и также через

некоторый промежуток времени. С момента первого обращения пациента и до оказания ему помощи нужным врачом может пройти большой промежуток времени, за который здоровье пациента может ухудшиться.

Долгого ожидания и перенаправлений можно избежать, если записываться напрямую к нужному врачу. Для этого необходимо при записи выявить жалобы пациента и подобрать ему врача, который с наибольшей вероятностью сможет оказать ему помощь.

Целью данной работы является проектирование и разработка сервиса рекомендации врача при записи пациента на прием. На вход сервис будет получать набор жалоб, которые потенциальный пациент выберет из предложенного списка, сформированного на основании наиболее частых жалоб при первичной записи. На основании выбранных жалоб будет выдана рекомендация врача для записи. Если для одного набора жалоб подходит сразу несколько врачей, то сервис предложит того, у которого свободная ячейка для записи наиболее близка к дате обращения.

Таким образом, с помощью данного сервиса можно будет:

– ускорить оформление пациента к нужному ему врачу (оптимизация временных и денежных затрат)

– снять часть нагрузки с работников регистратуры больницы

– увеличить продуктивность врачей

– сократить количество перенаправлений

Анализ функционала существующих программных решений для финансовой аналитики

Кошелев Д.М.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

Инвестиции – сейчас это слово доносится из каждого утюга. За 2020 год в России инвестиционные счета появились у 4,2 миллионов человек, это больше чем в сумме за все предыдущие годы. В связи с этим в России бурно развивается инвестиционная инфраструктура, которая призвана помочь инвестору и сделать процесс инвестирования более простым, удобным и эффективным.

Знакомство инвестора с биржей в наше время чаще всего начинается с мобильного клиента. Все крупные брокеры на российском рынке предлагают клиентам приложения для устройств на базе iOS или Android. Чаще всего такие программы обладают базовым функционалом. Они позволяет торговать ценными бумагами и показывают основную информацию о них, такую как график цены и очередь заявок. Более продвинутые приложения способны обеспечить пользователя информацией о компании, её финансовыми показателями, дать краткую аналитику уже купленных ценных бумаг, а также быть платформой для размещения новостной информации финансового характера.

Помимо мобильных клиентов разрабатываемых самими брокерами, в RU сегменте интернета существует большое количество «независимых» сайтов, которые агрегируют информацию о финансовой деятельности компаний и предоставляют её пользователям. Выручка, прибыль скорректированная и нескорректированная, EBITDA, FCF, размер дивидендных выплат, финансовые отчёты за квартал и год, презентации компаний и ключевые факты. Всё это можно найти на таких агрегаторах. Ко всему прочему на подобных сайтах обычно существует форум, где инвесторы могут обсудить сложившуюся на рынках ситуацию, последние новости, инсайдерскую информацию.

На рынке помощи инвестору существуют также и платные сервисы. Чаще всего данные приложения способны с помощью нейронных сетей проанализировать портфель клиента и дать советы о том, чего стоит опасаться, имея данные ценные бумаги в портфеле, и каким образом можно защитить свой портфель от потрясений. Зачастую платные приложения при помощи сложных алгоритмов проанализировать состояние экономики целой страны,

региона или отрасли. А также помочь найти недооценённые и переоценённые ценные бумаги.

Но всегда стоит помнить, что, несмотря на огромное разнообразие технических инструментов, финальное решение о покупке или продаже тех или иных ценных бумаг принимает человек. И, если он не имеет холодную голову, горячее сердце и чистые руки, то вполне возможно, что добиться успеха в инвестиционном деле ему будет нелегко.

Обмен данными с сервером в одностраничном React приложении

Краснов И.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

В одностраничных приложениях существует проблема обмена данными с сервером, а также интеграции и использования полученных данных. Существуют различные подходы к решению данной проблемы. Эти подходы могут сопровождаться использованием различных сопутствующих библиотек.

Логика обмена данными с сервером может включаться в элемент, содержащий также данные для рендера страницы.

Другим подходом к решению данной проблемы является компонент более высокого уровня. Логика обмена данными выносится в отдельный компонент, который передает в компонент, отвечающий за рендер страницы, данные.

Продолжения компонента более высокого уровня, но с использованием относительно нового подхода к работе с React - React hooks. Это позволяет создавать функциональный компонент, содержащий логику обмена данными. Данный вариант является предпочтительным, так как позволяет переиспользовать свой код в данном проекте и, возможно, в не связанных проектах.

Роль подхода render props подхода схожа с hooks. Он так же может служить для передачи логики между компонентами, но в общем случае, из-за простоты и распространенности hooks, рекомендуется использовать именно этот вариант. Render props же используется, когда необходимо передать логику, которую нельзя передать с помощью одного hooks.

Есть несколько подходов к организации обмена данных с сервером. Наиболее популярными являются REST и GraphQL. Эти подходы поддерживаются различными библиотеками, упрощающими работу с обменом данных и интеграцию полученных данных в приложение.

Проверенный временем вариант получения данных от REST API, с помощью fetch или библиотек, подобных axios. Создание REST API предполагает наличие эндпоинтов для всей необходимой клиенту информации. Fetch предоставляет более поддерживаемый и минималистичный вариант организации запросов к API, тогда как axios и прочие библиотеки привносят в работу с обменом данных удобство и уменьшение требуемого кода в некоторых ситуациях, например уменьшая объем работы с promise. Отдельно стоит поговорить о библиотеке SWR. Она упрощает работу с кешированием полученных с сервера данных, а также позволяет отделить полученные данные от состояния компонента, избегая лишних обновлений. Она может использоваться с любой асинхронной функцией, включая перечисленные выше подходы.

Следующий подход к решению данной проблемы - GraphQL. Данный подход обмена данных с сервером отличается от предыдущего построением API. Работа с GraphQL предполагает гибкость запросов вместо запросов к заранее определенных маршрутов. На сервере описываются типы данных, которые клиент может запросить, а не то, как он их будет запрашивать. Можно думать о GraphQL как о системе для вызова множества вложенных конечных точек в одном запросе. Аналог SWR для GraphQL - Apollo Client. Она так же позволяет разделить состояние приложения и серверные данные, при этом сохраняя удобство работы с этими данными.

Также стоит упомянуть подход к обмену данными с сервером при помощи WebSocket. Данный подход имеет преимущества в установлении постоянного соединения с сервером и быстрой доставке сообщений, не устанавливая соединение заново (в отличии от AJAX). С WebSocket взаимодействуют различные библиотеки, в их числе такие как: Socket.io, ws, SockJS, а также API браузера - WebSocket API.

Выбор паттерна и библиотеки для обмена данными с сервером — важный элемент архитектуры современного одностраничного React-приложения. Необходимо выбрать подходящий для предстоящей цели подход, а также возможно сочетание использования различных паттернов в одном приложении для решения разных задач.

Разработка программного комплекса для прогнозирования интенсификации теплоотдачи на микроструктурированных поверхностях при кипении различных жидкостей

Куимов Е.С., Коханова Ю.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Попов И.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Применение способов машинного обучения для обработки больших объемов данных открывает новые возможности оптимизации систем охлаждения микроэлектронных устройств. Для решения актуальной задачи повышения тепловых потоков, отводимых с малых площадей чипов, необходимо увеличение коэффициента теплоотдачи, которое может быть достигнуто благодаря использованию поверхностей систем охлаждения, усовершенствованных развитой микроструктурой [1]. Понимая влияние каждого геометрического параметра микроструктуры поверхности на интенсификацию теплоотдачи, можно регулировать ее с помощью подбора наиболее эффективной геометрии и оптимизировать системы охлаждения в электронном оборудовании. Цель данной работы – автоматизировать подбор оптимальных геометрических параметров микроструктуры поверхности для получения максимальной интенсификации теплоотдачи.

На основе базы экспериментальных данных о геометрических параметрах (высота, толщина, ширина ребер, их продольный и поперечный шаги, а также угол наклона структуры) различных поверхностей, диапазоне тепловых потоков, подводимых к образцам, теплофизических характеристиках жидкостей (вода, этанол, глицерин и фреон) и получаемых коэффициентах теплоотдачи с этих поверхностей, были использованы методики машинного обучения, внедренные затем в создание веб-приложения для поиска наиболее эффективных геометрических параметров.

Способы машинного обучения, основанные на методе наименьших квадратов (LinearRegression), множестве деревьев решений (RandomForest) [2] и алгоритме градиентного бустинга (XGBoost) [3], позволяют определить, какой вклад в интенсификацию теплоотдачи вносит каждый геометрический параметр поверхности, а облачная платформа Heroku дает возможность визуализировать данную информацию через веб-приложение (расположенное по адресу https://cryptic-peak-51267.herokuapp.com) и регулировать параметры до оптимальных значений. В написанной программе пользователь может выбрать тип микроструктуры: трехмерную или двухмерную (без поперечного шага ребра и ширины шага ребер), задать геометрические параметры из рабочего диапазона, увидеть значение получаемой при такой геометрии интенсификации теплоотдачи и выбрать способ машинного обучения для уточненного прогнозирования теплоотдачи.

Рациональный подбор геометрических параметров структурированных поверхностей позволяет повышать интенсификацией теплоотдачи и повышения критических тепловых потоков, что решает актуальные задачи теплотехники в современном оборудовании.

Список использованных источников:

1. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Зубков Н.Н., Каськов С.И., Щелчков А.В. Кипение воды на микроструктурированных поверхностях // Труды Академэнерго. 2012. №1. С.14-31.

2. Коэльо Л.П., Ричарт В. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2016. – 302 с.
3. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных. 2015. – 400 с.

Исследование и разработка многопользовательского интерфейса для веб-лаборатории языка программирования Fortran

Куйдин М.А.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва

Сегодня как никогда раньше стали актуальны облачные информационные системы различного назначения [1] в силу изменения режима обучения и работы на дистанционный, а также использования различных стационарных и мобильных устройств в повседневной жизни. Для того, чтобы качество дистанционного обучения студентов в области информационных технологий было высоким даже без их физического присутствия в компьютерных классах на лабораторных работах, предложено создание веб-лаборатории программирования с адаптивным интерфейсом [2, 3].

Такая лаборатория позволяет писать программы на разных языках программирования, а также взаимодействовать студентам и преподавателям между собой дистанционно с использованием различных клиентских устройств со стандартными веб-браузерами без необходимости установки какого-либо дополнительного программного обеспечения (ПО) на своих устройствах.

Для реализации веб-лаборатории была выбрана система с открытым кодом Jupyter notebook. Данная система представляет собой многопользовательскую среду разработки ПО с поддержкой более 40 языков программирования, которая работает на сервере и обеспечивает клиентский интерфейс в среде стандартного веб-браузера. В данной работе был разработан адаптивный веб-интерфейс для обеспечения многопользовательской работы Jupyter Notebook и языка Fortran на различных клиентских устройствах.

Код программ пользователей компилируется, исполняется и хранится на сервере, куда сможет подключиться преподаватель и проверить работы студентов. Все работы студентов разных лет хранятся на сервере, что позволяет проводить автоматическую проверку на уникальность и предотвратить списывание.

Использование веб-лаборатории решает не только проблему дистанционной доступности ПО, но и проблемы лицензирования, так как ставить ничего не нужно, а количество лицензий для пользователей в онлайне можно легко контролировать на сервере. Также следует учесть, что большинство используемых с Jupyter notebook компиляторов являются ПО с открытым исходным кодом, поэтому количество пользователей не ограничено.

В предлагаемой веб-лаборатории решены вопросы автоматизации ведения отчетности по выполнению студентами лабораторных работ. При заведении студентов в систему указываются номер группы и ФИО, а по мере выполнения ими заданий система запоминает дату сдачи и оценку, если таковая будет. В конце отчетного периода сводный отчет о посещаемости и сдаче лабораторных работ можно выгрузить из системы и распечатать. Это позволяет интегрировать данную веб-лабораторию в любой процесс дистанционного обучения даже с использованием неспециализированных средств [4].

Также данная веб-лаборатория может быть интегрирована системами управления дистанционным обучением, такими как LMS Moodle, чтобы вести единую отчетность, что является логичным этапом эволюции дистанционного обучения [5].

Таким образом, использование предлагаемого решения позволяет обеспечить полноценное дистанционное выполнение лабораторных работ по программированию на различных поддерживаемых языках программирования, а также оформление отчетов по этим лабораторным работам.

Список использованных источников:
1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.
2. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.
3. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – №4. – С. 72–75.
4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.
5. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

Автоматизация процесса многоэтапной обработки заявок на техническую поддержку функциональных отделов инвестиционной компании

Курганкин А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

Служба технической поддержки – это сервисная структура, которая решает проблемы, возникающие при взаимодействии пользователей с компьютером (как аппаратные, так и программные) и оргтехникой.

Основная задача технического отдела - своевременное реагирование на запросы пользователей, квалифицированная обработка и максимально быстрое решение инцидентов. Запросы на поддержку формируются через каналы обращения: единый почтовый ящик, телефон или специализированную информационную систему.

Система принятия и обработки заявок на поддержку пользователей является важной составляющей любого предприятия, которая использует опыт квалифицированных инженеров отделов технического обслуживания вычислительной техники.

Такая система позволяет:

• Исключить затратные процессы и сократить расходы на техническую поддержку.

• Получить подробную информацию о производительности технической поддержки, выявить узкие места.

• Повысить производительность первичного процесса.

Целесообразно проанализировать лидирующие системы обработки заявок, выявить основные недостатки и преимущества их работы. Собранные в ходе исследования данные и их анализ, могут являться опорной базой для разработки улучшенной системы Help Desk для инвестиционной компании.

Целью данной работы является разработка систем автоматизация процесса многоэтапной обработки заявок на техническую поддержку функциональных отделов инвестиционной компании. В качестве объекта исследования будут использованы лидирующие ITSM-систем.

Для достижения поставленных целей предлагается использовать технологию Progressive Web-Application. Технология PWA имеет следующие премущества:

Надежность (Reliable) — приложение загружается и показывается пользователю сразу, вне зависимости от статуса и качества сетевого соединения.

Быстрота (Fast) — взаимообмен данными по сети происходит очень быстро, UI плавный и отзывчивый.

Привлекательность (Engaging) — технология делает для пользователя взаимодействие с приложением комфортным и приятным.

Список использованных источников:

1. Magento, osCommerce, OpenCart — системы для Интернет-коммерции;
2. phpBB, SMF, vBulletin, Invision Power Board — форумные движки;
3. phpMyAdmin, phpPgAdmin, Adminer — утилиты администрирования СУБД;
4. ASP.NET MVC — RC1 — Паттерн Post-Redirect-Get Alex Nesterov
5. Progressive Web Apps [Электронный ресурс]/PCmag https://web.dev/progressive-web-apps/

Разработка семейства стандартных деталей для единой базы данных нормативно-справочной информации

Леднев Д.Д., Карпова Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Морозова Н.Т.
ДФУ, Владивосток

При выполнении работ по созданию единой базы данных нормативно-справочной информации в автоматизированной системе управления нормативно-справочной информации АО «НЦВ Миль и Камов» «Вертолеты России» авторами разработаны семейства стандартных деталей по многим ГОСТам, ОСТам.

Большое значение для развития авиастроения имеет организация производства изделий на основе взаимозаменяемости. Взаимозаменяемость элементов машин, приборов, механизмов позволяет равноценно использовать любой экземпляр изделия из множества однотипных ему для обеспечения беспригоночной сборки, ремонта вышедших из строя или отработавших свой срок службы независимо изготовленных деталей. Использование взаимозаменяемой продукции позволяет в широком спектре автоматизировать её производство, что способствует удешевлению конечного товара. Все стандартные изделия в авиастроении не только обладают свойством взаимозаменяемости, но также могут быть произведены на любом из подходящих предприятий. Такой подход позволяет использовать стандартные детали для множества различных механизмов и машин.

Воспроизведение семейств стандартных деталей в электронной среде (создание моделей) и наполнение ими единой базы данных нормативно-справочной информации, позволяет использовать их в дальнейшем, как детали большего механизма. С имеющейся системой отпадает нужда в составлении моделей для стандартных деталей, что многократно ускоряет процесс создания машин и приборов и модернизации существующих.

Список использованных источников:

1. Якушев А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. Ленинград: Машиностроение 1986. – 345с.

Анализ устойчивости современных алгоритмов шифрования при появлении квантовых компьютеров

Лежинский М.В., Кленин А.С., Зяблицева Д.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Мокряков А.В.
РГУ им. А.Н.Косыгина, Москва

Современный мир невозможно представить без надежной системы шифрования данных. Каждое сообщение, отправленное через мессенджер, обязательно кодируется системой алгоритмов шифрования. Трудно представить, что в один момент этот слаженный механизм может прийти в негодность. Но прогресс не стоит на месте, и уже не так далеко время создания полноценного квантового компьютера, который сможет разрушить всю налаженную систему безопасной передачи данных. Но и у этой проблемы есть решения, которые и будут рассмотрены в данном докладе.

Современные квантовые компьютеры ещё крайне маломощные. Модели, предоставленные на рынке имеют мощность в пределах от 20 до 200 кубитов. Многие

компании такие, как Google и IBM начали создавать целые отделы и выделять значительные гранты на создание более совершенных квантовых компьютеров, но в ближайшие 10 лет, по примерным оценкам научного сообщества, не предвидится значительного прорыва в данной сфере. Важно не только количество кубитов в компьютере, но и их качество. Чем они лучше, тем меньше вероятность физической ошибки при их работе. Пока создать идеальный, математический кубит еще не представляется возможным.

Основным способом шифрования сейчас считаются алгоритм RSA. В 1995 году Питер Шор предположил, что для взлома такого алгоритма потребуется 2N + 1 логических кубита. Но достичь логических кубитов в современных реалиях пока не возможно. (По примерным оценкам для взлома шифра RSA потребуется около 20 миллионов физических кубитов и примерно 8 часов) [2].

Сложность взлома таких алгоритмов полным перебором можно оценить, как O от 2 в степени k, где k – длина ключа в битах. Сейчас нормой считается длина ключа в 128 бит, в исключительных случаях длина можно достигать 256 битов.

Для взлома квантовым компьютером можно рассматривать алгоритм Гровера. Согласно работе, предоставленной Л. Гровером, сложность такого алгоритма, реализованном на квантовом компьютере будет – O от 2 в степени k пополам. Отсюда следует вывод, что простейший способ защиты современных систем шифрования – увеличение ключа с 256 битов до 512.

Алгоритм RSA основан на вычислительной сложности задачи факторизации больших чисел. В современной криптографии существует еще множество других методов шифрования, например, дискретное логарифмирование. Данный способ основан на обращении функции g в степени x в некоторой конечной мультипликационной группе G. В случае поиска решения простым перебором, решить задачу не составит никакого труда для малых чисел. Но если аргументы будут состоять из чисел с сотней знаков, то решить такое уравнение будет очень энергозатратно. Но для такой системы уже были созданы квантовые алгоритмы взлома.

В качестве альтернативы RSA была создана криптосистема NTRUEncrypt, основанная на решеточной криптосистеме. Стойкость алгоритма обуславливается сложностью поиска кратчайшего вектора решетки. Данное решение является более стойкой к атакам квантовых компьютеров. На данный момент не было разработано ни одного квантового алгоритма для взлома системы NTRUEncrypt.

В выводе можно сказать, что опасаться повсеместного взлома всех зашифрованных систем в ближайшее время опасаться не стоит. Современные кантовые компьютеры еще слишком маломощные, кубиты выдают большое количество физических ошибок и отсутствуют алгоритмы решения еще множества методов криптографии.

Список использованных источников:

1. П.Г Ключарев – квантовый компьютер и криптографическая стойкость современных систем шифрования
2. Защита данных после появления квантового компьютера — постквантовая криптография (Алексей Федоров, SECR-2019)
3. Василенко О. Н. Теоретико-числовые алгоритмы в криптографии. — Москва: МЦНМО, 2003. — 328 с. — ISBN 5-94057-103-4
4. Коблиц Н. Курс теории чисел и криптографии — 2-е издание — М.: Научное издательство ТВП, 2001. — 254 с. — ISBN 978-5-85484-014-9, 978-5-85484-012-5

Выработка критериев «функции приспособленности» для реализации генетического алгоритма составления расписаний

Лезжова А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Челпанов А.В.
СФ МАИ, Ступино

Несмотря на то, что теоретическая основа генетических алгоритмов хорошо изучена, формализация моделей предметной области и реализация генетического алгоритма представляет серьезную научную задачу. Выработка критериев «функции приспособленности» и реализация генетического алгоритма в заданной предметной области является актуальной задачей, требующей подробного рассмотрения.

Генетический алгоритм состоит из нескольких шагов:

- Формирование начальной популяции;
- Добавление промежуточного результата в БД;
- Селекция особей путем сортировки по функции пригодности;
- Пополнение популяции путем скрещивания и мутации;
- Проверка критерия остановки алгоритма;
- Выбор наилучшей особи.

Но, прежде чем приступить к рассмотрению непосредственно ключевых моментов реализации алгоритма, необходимо описать выбранные критерии для формализации модели.

Формализация модели.

Т.к. в данной работе был рассмотрен процесс формирования расписания учебных занятий СФ МАИ, то в процессе формализации процесса обучения были выделены следующие группы объектов:

- Группы студентов;
- Аудитории;
- Учебные дисциплины;
- Типы учебных дисциплин;
- Преподаватели;
- Номера пары;
- Дни;
- Недели.

Ограничения к модели.

К расписанию предъявлены определенные ограничения, которые можно разделить на обязательные и желательные.

Список обязательных ограничений:

- У группы могут быть только те дисциплины, которые есть в соответствии с учебным планом;
- Дисциплины проводятся только в тех аудиториях, в которых они могут проводиться;
- Преподаватели могут вести только определенные пары;
- В день, когда проводится военная подготовка, пар у данного курса нет (начиная со 2 курса);
- Каждый преподаватель может вести только одну пару одновременно;
- В каждой аудитории одновременно может проводиться только одна пара;
- Расписание должно обеспечивать выполнение всего учебного плана;
- Количество занятий, проводимых в день, должно быть ограничено (максимум 4 пары).

Желательное ограничение:

- Пожелания преподавательского состава;

Для реализации данного требования формируется вспомогательная таблица в БД, содержащая списки преподавателей и дней, в которые они могут работать.

На основе обозначенных требований строится целевая функция. Каждое соответствие требованиям будет увеличивать целевую функцию. Нужно найти такую версию расписания, которая соответствовала бы всем ограничениям и требованиям.

На основе приведенной модели совершается реализация эволюционного поиска решения задачи составления учебного расписания с использованием генетического алгоритма.

В проекте были использованы следующие средства разработки:

Для хранения данных используется РСУБД Microsoft SQL Server.

Для создания интерфейса использовался API Windows Forms.

Для написания генетического алгоритма был использован язык C#.

Для формирования структуры БД с подходом Code First была использована технология Entity Framework.

Для реализации преобразования в JSON формат была использована библиотека JSON.NET.

Вся работа по созданию программы производилась в интегрированной среде разработки Visual Studio 2019.

Система открыта для дальнейшего совершенствования. Планируется произвести более детальное тестирование алгоритма, автоматизировать процесс перевода получаемого файла в более удобный вид, а также выполнить работу по добавлению возможности создания расписания для заочного отделения, после чего данную систему планируется внедрить в СФ МАИ.

Система планирования ресурсов для обеспечения полетов воздушных судов гражданской авиации

Липатов И.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Маркарян А.О.

МАИ, Москва

Авиаперелеты являются наиболее быстрым и удобным способом перемещения людей на большие расстояния. В настоящее время авиаперелеты осуществляются регулярно, но их организация – достаточно трудоёмкий процесс, для обеспечения которого требуются специфические ресурсы, начиная от технических средств (воздушных судов и вспомогательного оборудования), заканчивая кадровым составом, прошедшим специальную подготовку.

Обслуживание авиаперелетов связано со значительными затратами. Длительно и стабильно работающие авиакомпании адаптировались к современным реалиям и научились планировать ресурсы для осуществления авиаперелетов, балансируя ценами на авиабилеты, но появление на рынке лоукостеров, предлагающих минимум услуг за относительно невысокую цену, заставило изменить политику гигантов в сфере ценообразования, определив превалирующим фактором её гибкость. Кроме того, наблюдаемая на протяжении последнего года пандемия коронавируса спровоцировала изменение планов авиакомпаний в связи с закрытием большинства границ. В таких условиях для обеспечения устойчивости авиакомпаниям логично было бы выбрать стратегию сокращения, направленную на снижение затрат.

Анализ структуры затрат авиакомпании показал, что существующие методики планирования ресурсов для обеспечения полетов судов гражданской авиации недостаточно эффективны. Например, для обеспечения летательного аппарата дополнительной электроэнергией используется вспомогательная силовая установка (ВСУ). Её назначением является запуск основного двигателя и обеспечение средства энергией на стоянках [1]. Данная установка нуждается в своевременной дозаправке, так как потребляет топливо, а именно керосин, ведь помимо множества его преимуществ перед другими видами топлива, он является менее пожароопасным. Когда самолёт стоит в аэропорту с включенным ВСУ, он продолжает сжигать топливо [2,3]. Многие аэропорты не учитывают это, однако, такой просчёт будет стоить авиакомпании приличных финансовых затрат, если ещё учесть, что это будет происходить регулярно. Также в различных аэропортах цены за литр керосина будут разными, поэтому расходы авиакомпании могут очень сильно отличаться, в зависимости от этого фактора тоже.

Таким образом, затраты на расходуемое топливо включают: заправку самолета для обеспечения безопасного полета, резерв на случай непредвиденных ситуаций и затраты на ВСУ. В связи с этим на сегодняшний день актуальна разработка системы, которая позволила бы прогнозировать расход топлива в зависимости от времени полета и вида воздушного судна и выдавать рекомендации, связанные с планированием ресурсов на заправку самолетов для обеспечения авиаперелетов.

Целью работы является создание такой системы.

Для решения задачи изучены существующие методы и системы оценки ресурсов для осуществления авиаперелетов, проведена формализация и классификация переменных, разработана математическая модель прогноза расхода топлива, позволяющая осуществлять планирование ресурсов для обеспечения полетов воздушных судов гражданской авиации, создано программное обеспечение системы.

Предложенная разработка может быть интегрирована в систему наземного обслуживания ВС аэропортами. Её использование позволит сбалансировать затраты авиакомпании на обеспечение безопасных авиаперелетов ВС.

Исследование нейросетевой технологии RBF в задачах прогнозирования для топливного-энергетического комплекса

Лоскутов Д.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва

Для исследования поведения сложных гетерогенных систем, с видимым хаотическим поведением и отсутствующей аналитической функцией, описывающей поведение такой системы, прибегают к анализу косвенных характеристик системы. Анализируются некоторые сигналы, порожденные данной системой или искусственно созданные, в надежде, что эти сигналы являются проекциями многомерной модели полной системы и по ним можно восстановить основные характеристики этой модели. А значит, и построить функцию поведения, в том числе и в аналитическом виде.

В данной работе описывается подход, в рамках которого построение нейронной сети рассматривается как задача аппроксимации кривой по точкам в пространстве высокой размерности. В соответствии с такой точкой зрения обучение эквивалентно нахождению такой поверхности в многомерном пространстве, которая наиболее точно соответствует данным обучения.

В контексте нейронных сетей скрытые нейроны реализуют набор функций, являющихся произвольным базисом для разложения входных образов. Соответствующие преобразования называют радиальными базисными функциями.

В качестве инструмента разработки реализации описанной модели был выбран язык программирования Python версии 3.6. Выбор обусловлен наличием современной библиотеки “Tensorflow 2.0” (Google™), которая позволяет производить вычисления для машинного обучения гораздо быстрее, нежели написанная собственноручно реализация.

В качестве исследовательских данных для модели RBF были выбраны данные давления для колонны гидроочистки на нефтеперерабатывающем заводе.

В ходе исследования была построена математическая модель описывающая поведение температурных показателей, помогающая прогнозировать аварийную ситуацию на промышленном предприятии.

Модель внедрена в ПК “Зодиак” в модуль «Зодиак Анализ данных» предназначенный для прогнозирования поведения нелинейных промышленных сигналов.

Повышение эффективности сбора и обработки информации для формирования отчетности на основе данных автоматизированной системы предприятия

Магомедов С.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

На сегодняшний день решения BI являются незаменимым инструментом, повышающим скорость и качество работы с информацией и обеспечивающим, в результате, оптимизацию всех бизнес-процессов в компании [1]. Современные BI решения включают в себя четыре направления [2]: интеграция, хранение, анализ, представление. Интеграция – это процесс объединения данных из различных источников. Под объединением понимается сбор и приведение всей информации к необходимому формату, обработка в соответствии с определенными правилами, комбинирование с другими данными. Хранение – организация данных в единое хранилище типа data warehouse [3]. Данные в хранилище интегрируются из различных источников и структурируются, чтобы их поиск, извлечение и обработка были наиболее эффективными. Для обеспечения должного быстродействия и отказоустойчивости используются облачные системы [4]. Анализ – для всестороннего анализа в современных BI-системах используются OLAP-инструменты, которые позволяют рассматривать различные срезы данных, позволяют выявлять тренды и зависимости по выбранным критериям [5]. Представление – поскольку более 75% информации человек воспринимает визуально, в современных BI-решениях используются наглядные информационные панели (dashboards), на которых аналитические результаты отображаются в виде шкал, графиков, индикаторов, а также в табличном представлении.Сравнив BI-систему и аналитические инструменты, которые внедрены в корпоративные информационные системы, можно заметить несколько очевидных достоинств и недостатков BI-системы.

К достоинствам отнесем:

1. Позволяет извлекать, анализировать и консолидировать данные практически из любых источников.
2. Обеспечивает необходимую масштабируемость, эффективность, производительность.
3. Удобство работы с информацией для пользователей.
4. Возможность использования нескольких аналитических решений для различных направлений деятельности в масштабах всего предприятия.

К недостаткам можно отнести следующее:

1. Нет общего и стандартного решения, перед внедрением BI-системы требуется проанализировать все бизнес-процессы.
2. Проблемы, вызванные синхронизацией данных.
3. Защита данных.
4. Проблемы качества данных.

Стоит отметить, что недостатки 3 и 4 можно отнести и к аналитическим инструментам, которые внедрены в корпоративные информационные системы, но в BI-системах данные недостатки более ощутимы, так как для аналитических инструментов уже существуют инструменты для решения таких проблем, а для BI-системы требуется анализ и проектирование решения.

Таким образом, BI-системы позволяют автоматизировать процессы сбора и формирования отчетности, предоставляя клиентам оперативную информацию об основных показателях деятельности организаций. Это дает возможность быстро принимать необходимые решения для максимизации показателей эффективности.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н., Падалко С.Н. Автоматизация управления проектами в организационных структурах. М.:Библио-Глобус, 2016 – 182 с.– ISBN: 978-5-91292-150-6 – doi:10.18334/9785912921506.

2. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019 – №5. – С. 37-41.

3. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019 – №9. – С. 30-33.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018 – №12. – С. 200-203.

5. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020 – №4. – С. 20-24.

Рекомендательная система онлайн-кинотеатра, комбинирующая предрасчет и вычисления в реальном времени

Макаров А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ухов П.А.

МАИ, Москва

Одной из основных проблем современных веб-сервисов является оптимизация времени отклика. Особенно это актуально для рекомендательных систем, где часто используются сложные модели, в т.ч. нейросети, с большим временем отклика. Одним из решений этой проблемы может быть реализация моделей в виде отдельных от сервиса задач, которые запускаются по расписанию и записывают результат во временное хранилище, откуда потом сервис вычитывает данные и возвращает их пользователю.

Обычно в таком случае модель пересчитывается один раз в какой-то промежуток времени, как правило раз в день, а не после каждого действия пользователя. В таком случае возникает проблема, что модель фактически не реагирует на действия пользователя. Если пользователю понадобятся рекомендации несколько раз между двумя пересчетами модели, то он получит один и тот же результат.

В случае с рекомендательной системы онлайн-кинотеатра можно предрассчитывать модели во время того, пока пользователь смотрит фильм, чтобы к концу просмотра, когда пользователь запросит новый контент, для него уже были посчитаны его обновленные персональные рекомендации.

Для реализации такой системы необходимо понять в какой момент, пока пользователь смотрит фильм, стоит пересчитывать рекомендации, так как изменение рекомендаций во время просмотра сильно зависит от особенностей рекомендателя, а также создать микросервис для предрассчета рекомендаций, задачами которого будут: ожидание событий времени насмотра пользователя, получение рекомендаций от рекомендателя и сохранение их во временное хранилище.

Таким образом, с помощью данного сервиса можно будет уменьшить время отклика уже существующих алгоритмов, так как они будут теперь рассчитываться не по запросу пользователя, а во время того, когда пользователь занят просмотром фильма. А также появится возможность внедрения более сложных моделей в предрасчет рекомендаций в реальном времени, что в свою очередь повлияет уже непосредственно на качество самих рекомендаций.

Разработка элементов модели формирования производственного процесса изготовления систем трубопровода в сложной технической продукции

Мачульский И.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

Предварительный анализ и расчет является основополагающими факторами при формировании производств. Анализ затрат, как материальных, так и временных даёт общее представление о том на сколько целесообразно производство той или иной продукции.

Сложно переоценить данный этап, так как он может если не уберечь от банкротства, то сэкономить n-е количество времени либо ресурсов.

Решение данной задачи реализовано в структурно параметрическом моделлере (СП-Моделлер). Данный моделлер позволяет провести расчет трудозатрат начиная с самой разработки модели исходного объекта.

На данный момент в различных информационных системах автоматизированного управления - например таких, как R BPM, существует устоявшаяся, рабочая технологическая модель: задачи технологического проектирования (ЗТП), модель исходного объекта (МИО), модель структуры технологического решения (МТР), модель элементного решения (МЭР). Данная структура исправно работает, но имеет некоторые недостатки, например, при внесении корректировок в модель исходного объекта необходимо будет пересобрать весь проект и заново проводить расчеты трудозатрат. Именно эта проблема рассмотрена в работе на примере формирования производственного процесса изготовления трубопровода.

В данной работе рассматривается возможность переноса части функционала технологической модели в её более низкие уровни. Разрабатывается новый подход к построению модели формирования, который позволит еще на этапе создания модели объекта производить частичные расчеты трудозатрат, производить привязку к конкретным переменным в (МИО), что в свою очередь позволяет не переключаться между уровнями структуры. Например, опираясь на модель системы трубопровода можно значительно быстрее наблюдать результат изменения трудозатрат на изготовление условно части трубы или крестовины при изменении её диаметра.

Данный подход должен ускорить разработку модели и скорость внесения правок, в случае их необходимости.

Разработка классификатора существительных для выделения контекстуальных синонимов в текстах на русском языке

Милованова Е.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва

Естественный язык – в лингвистике и философии языка – это язык, используемый для общения людей и не созданный целенаправленно [1]. Получение его формального представления для корректной обработки информационными системами часто осложняется таким явлением, как полисемия – случаем, при котором языковая единица может иметь более одного значения.

Создание программного средства, содержащего базу данных со всеми возможными вариантами связей между словами и их значениями, на данный момент невозможно. Это связанно не только с несовершенством существующих словарей и методов их наполнения, но и со способностью человека в случае отсутствия необходимых сведений самостоятельно восполнить их на основе имеющегося опыта и ассоциативных связях [2]. Таким образом, для расширения возможностей систем обработки требуется качественное улучшение методов анализа информации, что позволит работать с понятийными аспектами и образами, используемыми человеком в естественном языке.

В качестве частного примера для исследований способов выделения сущностей в явлении полисемии были выбраны контекстные (контекстуальные) синонимы.

Контекстуальные синонимы – слова, которые способны заменять друг друга в тексте только в условиях одного контекста. В связи с этим их анализ имеет особое значение при рассмотрении художественного текста: контекстные синонимы возникают из необходимости фиксировать новые оттенки явления, представления или понятия и так определённым образом характеризуют не только явление, но его оценку, отношение автора к нему. Это также означает, что не всегда контекстные синонимы являются синонимами в языковой системе [3].

В рамках исследования возможностей выделения контекстных синонимов выдвигается гипотеза о том, что у каждого осмысленного текста на естественном языке существует уникальный для данного контекста набор ключевых сущностей, на которых автор акцентирует внимание [3]. Тогда, базируясь на свойствах синонимии, можно предположить, что связанные между собой сущности будут иметь схожие морфологические и семантико-синтаксические характеристики.

Для обучения классификатора в рамках доклада предлагается следующий алгоритм векторизации текста:

1. Получение всех существительных из исходного текста.
2. Приведение существительных к начальной форме (именительный падеж, единственное число).
3. Морфологический анализ каждого существительного с целью определения таких характеристик, как именованность (собственное или нарицательное), род и одушевлённость.
4. Семантико-синтаксический анализ, включающий в себя определение частоты употребления каждого существительного в тексте и количество зависимостей между данным словом и другими частями речи.

Но основе полученного набора векторов возможно выделение критериев, специфичных для разных сущностей в контексте исходных данных. После этого выполняется подготовка тренировочной выборки по распределению сущностей на три категории:

“person”: активный персонаж событий, описанных в исходном тексте, обычно человек.

“object”: пассивный предмет, играющий важную роль в исходном тексте.

“something”: объекты, не имеющие высокой информационной ценности ввиду того, что не являются предметами, на которых акцентирует внимание автор.

Таким образом обученный классификатор позволяет не только выделять ключевые понятия в тексте, но и определять их особенные характеристики, например, отличить прозвище, не являющееся именем собственным. Также полученные в рамках каждого класса сущности являются предполагаемыми контекстными синонимами, так как они имеют схожие морфологические и поведенческие характеристики слов-синонимов в исследуемом тексте.

Предложенный метод решения проблемы выделения контекстных синонимов станет значительным продвижением в исследованиях в области компьютерной лингвистики. Дальнейшее развитие описанного классификатора может быть полезно как для задач автоматизации работы с текстами на естественных языках, так и для проведения более глубоких лингвистических исследований.

Список использованных источников:

1. Глоссарий по информационному обществу / Под общ. ред. Ю.Е. Хохлова. - М.: Институт развития информационного общества, 2009. — 162 с.

2. Зализняк, А.А. Феномен многозначности и способы его описания / А.А. Зализняк // Вопросы языкознания. – Москва, 2004. – № 2. – С. 20-45.

3. Белькова А.Е. Контекстуальные синонимы как стилистическое средство выразительности в языке поэзии В. А. Мазина // Вестник Нижневартовского государственного университета, 2019 г.

Структура проекта бизнес-приложения на языке Golang

Молодовский Е.А., Молодовская С.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Стандарты многих языков программирования описывают, помимо прочего, структуры проектов, создаваемых на этом языке. Также структуру могут задавать лучшие практики, применяемые в сообществе языка или фреймворки, используемые в проекте. Для молодых языков это правило не всегда соблюдается, поскольку открытые спецификации для них еще не разработаны, а лучшие практики носят формат рекомендаций и не соблюдаются

повсеместно. С такими проблемами, например, сталкиваются разработчики при работе с языком Golang.

Go — быстрый, статически типизированный, компилируемый язык, который выглядит как динамически типизированный и интерпретируемый. Его часто используют для написания микросервисов и в разработке высоконагруженных сервисов.

Из его минималистичности и его ориентированности на функциональное программирование вытекает неочевидный недостаток - неудобство использования для описания сложной бизнес-логики. Структуры Go подходят для описания моделей данных, однако отсутствие дженериков и абстрактных методов серьезно сокращают выразительность языка. Как следствие, это увеличивает объем кодовой базы, а с учетом отсутствия спецификации по структуре, проекты сервисов на Go часто плохо структурированы и не однообразны даже в рамках одной команды разработки.

Текущие применяющиеся структуры проектов можно разбить на две категории - принесенные структуры из других языков и сформированные сообществом. Можно отметить следующие, самые часто встречающиеся варианты:

- “Плоская” структура
- Слоеная (“луковая”) структура
- Группировка по модулям
- Группировка по контексту (DDD)
- Хексагональная архитектура (Архитектура “портов и адаптеров”)

Каждая из них обладает своими преимуществами и недостатками. Применение их в чистом виде неудобно, поэтому наиболее удобным является использование смеси группировки по контексту и хексагональной архитектуры. Предложенный вариант спецификации структуры проекта позволит стандартизировать процессы разработки приложений на Golang что в свою очередь поможет уменьшить время разработки и поддержки бизнес-приложений, что поможет снизить конечную стоимость разработки.

Обзор архитектурного стиля REST

Молодшев Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

REST – является акронимом Representational State Transfer, что переводится как передача состояния представления. Данный подход к проектированию архитектуры приложения, позволяющий микросервисам и другим компонентам приложения, распределенным физически и/или логически корректно взаимодействовать по компьютерной сети.

Для проектирования распределенной системы используют данный архитектурный стиль, которые накладывает на систему определенные согласованные ограничения.

Из исторической справки, Рой Филдинг, американский ученый, первый кто дал определение REST архитектуры в своей работе под названием «Архитектурные стили и дизайн сетевых программных архитектур» опубликованной в 2000-ом году. Само понятие REST считается достаточно молодым, но сама идея термина находится в основе создания всемирной паутины.

REST характеризует связи микросервисов и приложений внутри общей системы. Обычно приложения коммуницируют между собой при помощи отправки запросов и обработки ответов.

Компонент системы, отправляющий запрос (данные) на обработку называют клиентом, а сервером называют компонент системы способный получить и обработать пришедшие данные и отправить ответ клиенту на его запрос.

Однако вовсе не обязательно, если компоненты системы используют запросы и ответы, их можно назвать REST (или RESTful).

Для того чтобы система являлась RESTful на нее должны быть наложены следующие ограничения:

1. Приведение архитектуры к модели клиент-сервер.

Данное ограничение основано на необходимости разделения между собой пользовательского интерфейса (приложения), именуемого клиент, и серверов хранения и обработки информации. Существование такого ограничения позволяет повысить кроссплатформенность клиентского приложения, в свою очередь, серверный код становится более масштабируемым. Так же разделение приложения на клиентское и серверное позволяет двум компонентам развиваться и разрабатываться независимо.

2. Отсутствие состояния.

Это ограничение означает, что клиент не должен хранить информацию о состоянии сервера и наоборот. Любой запрос, отправленный от клиента на сервер должен содержать весь набор данных, необходимый для корректного выполнения операции, требуемой данным запросом. Оба приложения (серверное и клиентское) должны понимать и корректно обрабатывать любой запрос или ответ на него, без дополнительной информации из предыдущих сообщений.

3. Кэширование.

Клиентское приложение может кэшировать ответы сервера. Для этого в ответе должна быть явно или неявно обозначена кэшируемая информация, так как в противном случае клиент может получить некорректные или неактуальные данные. Применение кэширования позволяет отказаться от некоторых повторных запросов на сервер, что повышает производительность системы, причем как с точки зрения сервера, так и с точки зрения клиентского приложения.

4. Единообразие интерфейса.

К основополагающим принципам архитектуры REST так же относится стандартизированный интерфейс. Клиентское приложение в любой момент своей активности должно знать на какой адрес (URL), какую команду с каким набором параметров необходимо отправить для получения желаемого ответа. Сервер же, должен понимать, какой формат ответа ожидается клиентом и будет корректно распознан. Этот фиксированный формат взаимодействия между клиентом и сервером, который формализует что, куда, каким образом отправить и как распознать запрос/ответ и создает единообразие интерфейса.

5. Слои.

Слоями называют упорядоченную, выстроенную иерархию серверов внутренней сети. Клиент не всегда общается напрямую с целевым сервером, иногда он отправляет запрос в промежуточный узел. Такие узлы необходимы для повышения масштабируемости системы и/или нагрузки. В роли таких узлов выступают балансировщики, сервера кэширования и др.

6. Код по требованию (необязательное ограничение).

Клиентское приложение может расширять собственный функционал путем получения от серверного приложения кода в виде фреймов, апплетов и сценариев.

Системы и приложение, которые удовлетворяют всем описанным выше ограничениям, получают следующие преимущества:

- Надёжность (т.к. REST не сохраняет состояние клиента, которое может быть потеряна)
- Масштабируемость (т.к. REST запрещает диалоговое состояние появляется возможность широко масштабироваться, добавляя дополнительные серверные узлы находящиеся "за" балансировщиком нагрузок);
- Производительность (благодаря единообразному кэшированию);
- Ясность системы взаимодействия;
- Единый интерфейс;
- Простота и удобство внесения изменений;
- Способность развиваться, адаптируясь к новым требованиям.

Создание и применение сервиса сравнения исходного кода программ с целью выявления заимствований

Морозов П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицын С.А.
МАИ, Москва

В современном мире любое образовательное учреждение имеет дело с проблемой плагиата учащимися не только текстовых работ, но и программного кода. Кроме того, некорректные заимствования программного кода являются серьезной проблемой и при разработке программных продуктов.

Применяемые сервисы проверки текстовых работ на плагиат не подходят для работы с программным кодом, т.к. можно скопировать лишь часть исходного кода, изменить имена переменных и функций, поменять расположение блоков, что визуально изменит код работы, но не скажется на ее выполнении.

Таким образом, является актуальной задача разработки сервиса, обеспечивающего автоматическое сравнение исходного кода программ на разных языках программирования и определение некорректных заимствований.

Основными типами заимствования исходного кода программ являются [1]:

1. Тип T1 – код скопирован без каких-либо изменений;
2. Тип T2 – код скопирован с заменой идентификаторов;
3. Тип T3 – может включать заимствования T2, а также изменение копированного кода путем добавления, изменения или удаления его фрагментов.
4. Тип T4 – копирование логики работы и функциональности.

Для выявления заимствований сначала необходимо привести программный код к промежуточному представлению. Для этого код может быть представлен в виде токенов – последовательности лексических единиц с определенным значением [2]. Такое представление позволяет выявлять с высокой точностью несколько типов заимствований (T1 и T2, T3 с меньшей точностью), добавлять словари токенов для нескольких поддерживаемых языков программирования и имеет высокую точность при работе с небольшими программами.

Используемый в сервисе алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Анализ языка программирования исходной программы и выбор словаря токенов.
2. Приведение кода исходных программ к промежуточному представлению (токенизация).
3. Анализ представлений с помощью алгоритмов поиска плагиата в текстах: алгоритмов Хескела и Хиршберга [3].
4. По завершении работы двух алгоритмов возвращаются результаты проверки по каждому из них в процентном виде. Чем больше определенный процент, тем больше вероятность того, что проверяемый программный код является плагиатом.

Разрабатываемый сервис позволяет обнаруживать различные типы заимствования для нескольких языков программирования, что позволяет автоматизировать и оптимизировать работу преподавателей для его использования при проверке учебных работ, а также может применяться в области анализа программного кода программных продуктов.

Список использованных источников:

1. Roy C. K. A survey on software clone detection research / C. K. Roy, J. R. Cordy // Tech. Rep.2007-541, School of Computing. – Ontario, Canada, 2007. – С.14-18.

2. Сорокин Д.С. / Увеличение стойкости метода токенизации к внесению изменений при обнаружении плагиата в исходном коде / Д.С. Сорокин, А.Н. Шиков // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2014. – № 11. – С.132-136.

3. Hirschberg D.S. A linear space algorithm for computing maximal common subsequences / D.S. Hirschberg // Communications of the ACM. – 1975. – №6. – С. 341-343.

Разработка системы полунатурного моделирования траекторного перемещения радиоответчика в стендовых условиях

Морозова Ю.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

В процессе разработки радиолокационной станции (РЛС) возникает задача подтверждения соответствия испытываемого образца требованиям технического задания (ТЗ) во всем диапазоне рабочих режимов.

Одним из способов решения данной проблемы является отработка штатных режимов работы РЛС в условиях полунатурного моделирования с использованием контрольного радиоответчика, расположенного в неподвижной точке. Движение целей, при этом, имитируется за счет пространственного отклонения луча ФАР от направления на контрольный радиоответчик специальным программным комплексом, работающим на фоне основных программ поиска, захвата и сопровождения целей.

Режимы полунатурного моделирования позволяют проводить отработку алгоритмов функционирования программного обеспечения (ПО), а также осуществлять поиск причин и вариантов устранения возможных недостатков, выявляемых при натурных работах.

Необходимость глубокой полунатурной отработки радиоканала обусловлена высокой совокупной стоимостью проведения натурных работ. До выполнения натурных работ программное обеспечение должно быть отработано во всевозможных штатных и нештатных условиях работы. К тому же выполнение части требований ТЗ на РЛС может быть подтверждено только в условиях полунатурного моделирования, так как натурная отработка во всех заданных условиях не представляется практически возможной.

Список использованных источников:

1. М.Г. Лобарский Векторная алгебра и ее приложения. 2010.
2. П.А. Бакулев Радиолокационные системы.М.:Радиотехника. 2007.
3. В.П.Бердышев, Е.Н.Гарин, А.Н. Фомин. Радиолокацонные системы. 2012.

Кроссплатформенная система электронного документооборота на основе адаптивного веб-приложения

Морозова Ю.К.
Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.
МАИ, Москва

В каждом современном бизнес-процессе электронный документооборот является обязательной составной частью. Без этого не может работать ни одна современная организация. Электронные документы разрабатываются и обсуждаются пользователями систем, согласовываются и утверждаются уполномоченными лицами, сохраняются и архивируются в ходе совместной работы. При этом пользователи могут находиться в разных местах и даже в разных часовых поясах, могут работать за персональными компьютерами и пользоваться множеством разнообразных клиентских устройств [1, 2]. Необходима информационная система, которая позволит выполнять все виды работ с документами из любого места и с любого устройства.

Существуют разнообразные процессы совместной работы над документами, такие как подготовка и согласование проектов, создание новых версий документа, ознакомление с документами, рассмотрение и выдача поручений, контроль их исполнения, списание исполненных документов в дело. С течением времени процессы периодически меняются, и поэтому невозможно разработать заранее систему, полностью удовлетворяющую требованиям пользователей. Решением является клиент-серверная система электронного документооборота (СЭД), которая должна быть простой в освоении и использовании, может адаптироваться для любого процесса документооборота, имеет минимальные системные требования и стоимость, а также открытый исходный код [3]. Такая СЭД может быть разработана на основе системы WackoWiki. Данная система является веб-приложением с

адаптивным интерфейсом [4]. Написана на языке программирования PHP, хранит данные в базе MySQL, многоязычна и использует UTF-8.

В WackoWiki новый документ создается в системе как новая веб-страница. Можно создавать страницы, группы страниц и обеспечивать их произвольную иерархию.

В панели управления документооборотом пользователь задает все необходимые настройки и путь, по которому будет двигаться документ. Пользователь может следить за тем, на каком этапе в данный момент находится документ, может управлять документооборотом – переводить документ на следующий этап, возвращать на любой из предыдущих этапов и удалять этапы. Панель управления документооборотом содержит всплывающие подсказки, также в системе присутствует подробная документация.

Есть возможность указать время маршрута. На каждый этап выделяется определенное количество часов на ознакомление и/или редактирование документа. Если за это время пользователь не перевел документ наследующий этап, ему на почту будут приходить уведомления о том, что документ просрочен. Для решения возникающих проблем есть возможность возврата документа с комментариями.

Созданный документ доступен владельцу и уполномоченным пользователям на советующих этапах. Уведомления о необходимости работы с документом приходят на почту соответствующим пользователям со ссылкой на этот документ. Пользователи при входе в систему могут посмотреть работы на исполнении: список всех документов, с которым необходимо ознакомиться и отредактировать. Работа пользователя с документом может происходить в несколько итераций, последняя завершается подтверждением отправки документа на следующий этап.

Таким образом, предлагаемая СЭД на базе WackoWiki обладает необходимыми возможностями и удовлетворяет всем указанным требованиям.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И. Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

2. Гинзбург И. Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – №4. – С. 72-75.

3. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

4. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №82. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832.

Анализ подходов к построению процесса разработки программного обеспечения

Мошкевич Д.Я.

Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

Сегодня существует несколько широко используемых методик разработки программного обеспечения-SCRUM, DevOps, cascade development, spiral model и так далее. Давайте начнем с определения самой разработки программного обеспечения. Разработка программного обеспечения - или, как его сейчас называют, программная инженерия - это система инженерных принципов разработки эргономичного программного обеспечения с заданными качественными характеристиками.

Другими словами, технология разработки программного обеспечения – это совокупность правил и методик разработки программ, которые будут выполнять поставленные заказчиком задачи, обладая при этом достаточной практичностью и производительностью. В результате этой общей формулировки существует множество появились различные специфические интерпретации, иногда описывающие совершенно противоположные подходы к разработке, тестированию и выпуску программ. Говорить о какой-либо конкуренции между ними довольно сложно, поскольку они занимают разные ниши с точки зрения сложности, размера и специализации приложений, разрабатываемых в соответствии с методологиями. Например, DevOps имеет наибольшую популярность в области веб-разработки, поскольку сайты и веб-сервисы являются наиболее распространенными, 401 рассчитан на большое количество потенциальных пользователей с различными запросами и предпочтениями.

Таким образом, более раннее введение продукта в эксплуатацию дает гораздо больше времени и возможностей для исправления критических замечаний, возникающих при фактическом количестве ошибок, внесения каких-либо изменений на основе собранной статистики использования и отзывов или даже в крайних случаях изменения некоторых базовых элементов системы. С другой стороны, эта система неприменима к большим и достаточно сложным системам с архитектурной точки зрения изделия. Во-первых, потому что DevOps включает в себя небольшие автономные команды. Во-вторых, досрочное введение в эксплуатацию, например, программного обеспечения не только может быть бесполезно, потому что это достигается стабильная и продуктивная работа только тогда, когда оно является завершенным и целостным, но также опасно из-за командной работы киберпреступников и хакеров, которые могут исследовать и использовать незащищенные механизмы и методы, что не могут быть обнаружены с помощью полностью написанной и отлаженной программной архитектуры. В таких случаях более предпочтительна каскадная методология, которая позволяет детально и четко формализовать все требования и необходимый функционал.

Благодаря этому процесс создания "тяжелых" программ значительно упрощается, так как договоренности между командами разработчиков не только устные, но и четко прописанные в технических заданиях, ожидающих писем и прочей формальной документации. Также четкое описание необходимых характеристик и требований позволяет быстро выполнить начальные этапы создания архитектуры и написания основных механизмов, устраняя несоответствия и возможны споры о том, как должна вести себя та или иная часть программы.

Разработка онлайн-платформы для поиска пропавших питомцев

Мусин Р.Р., Хайбуллин А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Урахчинский И.Н.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящий момент распространенной проблемой является пропажа домашних питомцев. Людям, живущим в больших городах, очень сложно искать своего питомца и не всегда поиск может завершиться успехом. Для упрощения поиска пропавших питомцев, была разработана онлайн-платформа, которая облегчает работу тем, что подключает прохожих людей к поиску по их собственному желанию.

Платформа реализована в виде клиент-серверного приложения. Клиентская часть разработана в виде адаптивного веб-сайта с применением таких технологий, как HTML5, CSS3 и JavaScript. В роли основы серверной составляющей выступают кроссплатформенная среда исполнения Node.js и реляционная СУБД MySQL для хранения всей информации. Выбор данных технологий обусловлен их широкой распространённостью и оптимальной производительностью.

В основе разработанного приложения лежит создание пользователями объявления о пропаже или обнаружения питомца. Для этого пользователю необходимо открыть мобильное приложение или веб-сайт, создать новое объявление и выложить фотографию

или небольшое видео питомца, оставить немного информации, которые могут быть полезны и, при желании, свои контактные данные, чтобы другие пользователи, заинтересованные данным объявлением, смогли с ним связаться.

Для уточнения местоположения найденного питомца или места пропажи платформа использует карту Google.Maps, это является отличительной особенностью данного проекта перед подобными платформами. При создании объявления пользователю необходимо будет указать на карте координаты обнаружения или пропажи. Для упрощения работы, приложение изначально определяет текущее местоположение пользователя, используя данные от системы навигации GPS, которая встроена почти во всех современных мобильных устройствах [1].

Для предотвращения повторяющихся объявлений об одном и том же питомце, перед созданием нового объявления пользователю представляется список объявлений, выложенных другими пользователями и находящихся не дальше 2 км. Если в данном списке пользователь найдет объявление об обнаруженном питомце, то он может дополнить имеющуюся там информацию, изменяя координату обнаружения или оставив дополнительные фотографии и свои контактные данные. В данном случае, приложение автоматически обновляет время публикации объявления на новое. Платформа удаляет устаревшие объявления, которые не обновлялись более 10 дней.

В дальнейшем проект будет усовершенствоваться: реализуется нейронная сеть, которая сравнивает фотографию питомца с выложенными объявлениями и выводит те, которые, вероятнее всего, были созданы про данного питомца. Это упростит поиск похожих объявлений.

Список использованных источников:

1. Использование геолокации [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/API/Geolocation/Using_geolocation (дата обращения: 22.02.21).

Разработка и программное моделирование инструментальных алгоритмов модулярной арифметики

Нигматуллин Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
Филиал «Стрела» МАИ, Жуковский

В современном мире модулярная арифметика добилась определённых достижений, они сделали её практичным средством высокой эффективности для ускорения алгоритмов, которые используют целые числа весьма большой разрядности. Операции выполняются быстрее, когда увеличивается число модулей. Именно по этой причине подобный способ представления чисел оказался весьма перспективным.

На данный момент система остаточных классов (сокращённо – СОК) применяется во многих областях: криптографии, обработке изображений, аудиофайлов, видео и т.д.

В случае, когда рассматривается СОК, помимо самой системы счисления, также должны быть заданы отображения числовых величин в различные компьютерные модулярные форматы данных, а кроме того алгоритмы, позволяющие выполнить машинные операции над модулярными форматами данных в различных вычислительных устройствах. Из таких машинных операций можно выделить: алгебраические сложения, умножения по модулю числа, возведения в степень, вычисления обратной величины по модулю, целочисленные деления и другие. Для получения однозначного отображения результатов преобразования необходимо сформировать модулярный вычислительный диапазон.

К инструментальным операциям можно отнести алгоритмы комплексных процедур, использующих многократно арифметические базовые операции. Процедуры затем используются в тестах проверки на простоту Пепина и Люка – Лемера, которые позволяют находить простые числа. Эти числа применяются в области защиты информации, а также в случае шифрования данных, в алгоритмах электронной цифровой подписи.

Список использованных источников:
1. Н. И. Червяков, А. А. Коляда, П. А. Ляхов. Модулярная арифметика и ее приложения в инфокоммуникационных технологиях - Москва: Физматлит, 2017.
2. Богопольский О.В. Алгоритмическая теория числе и элементы криптографии. Спецкрус для студентов НГУ, Новосибирск, 2005.
3. Шаньгин Ф.Ф. Защита компьютерной информации: эффективные методы и средства /Ф.Ф. Шаньгин.– М.:ДМК, 2008.
4. Дерябин М.А., Зайцев А.А. Использование модулярной арифметики для ускорения выполнения операций с числами большой разрядности. // Вестник УГАТУ – Уфа: Издательство УГАТУ, 2013.

Внедрение системы проведения видеоконференции BigBlueButton в программный комплекс организации документооборота заявок «Лаборатория конференций»

Новиков А.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Эпидемиологическая обстановка внесла серьезные коррективы в нашу жизнь, накладывая ограничения на проведение массовых мероприятий. В связи с этим, формат проведения большинства запланированных научных конференций сменился на дистанционный.

Высокий темп роста показал сервис Zoom, которым воспользовались многие организаторы мероприятий, преподаватели школ, ВУЗов и т.д. Однако, данный сервис имеет следующие недостатки: ограничения как числа участников, так и длительности сеанса. Кроме того, из-за уязвимостей продукта, в онлайн-разговор могли вмешаться посторонние люди (в дальнейшем это явление назвали «зумбомбинг», от англ. «Zoom bombing»).

Так же стоит отметить, что при использовании большинства сторонних продуктов, пользователям необходимо дополнительно регистрироваться, что усложнит процесс подготовки как участникам, так и модераторам.

Описанные выше недостатки послужили катализатором к внедрению средства организации видео встреч в разрабатываемый авторами программный комплекс. В результате анализа было выбрано открытое программное обеспечение BigBlueButton, основная концепция которого в том, что «начало конференции должно быть настолько простым, как нажатие синей кнопки».

Отдельным условием организаторов конференций довольно часто является запись выступлений и публикация видео непосредственно на сайте мероприятия (с чем, конечно же, участники соглашаются при подаче заявки). BigBlueButton имеет широкие возможности записи, сохраняя отдельно видео- и аудио-потоки, видео в режиме демонстрации экрана, слайды презентаций, пометки а так же чат участников.

В результате внедрения BigBlueButton и проведения онлайн-конференции, участники, находясь в личном кабинете «Лаборатории конференций» смогли присоединиться к нужной комнате без временных затрат на дополнительные регистрации и установку ПО. При этом доступен необходимый функционал: использование аудио, видео, презентации и демонстрации экрана, а также инструменты для совместной работы, такие как доска, общие заметки и опросы. Взаимодействие с видеосервисом происходит через программный интерфейс – API, что позволило разместить BibBlueButton на отдельном производительном сервере, гибко контролируя нагрузку для предотвращения отказа в обслуживании.

Формирование маршрута с учетом коэффициента проходимости дорог для наземной группы поиска отделяемых частей ракет космического назначения и их фрагментов

Новиков Л.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
МАИ, Москва

Проведение запусков космических аппаратов (КА) с российских космодромов требует отведения по трассе полета ракет космического назначения (РКН) специальных территорий, предназначенных для падения на Землю отработавших элементов конструкций РКН – ступеней, головных обтекателей, хвостовых отсеков [1]. Такие территории называются районом падения (РП) отделяющихся частей (ОЧ) [2].

Поиском ОЧ РКН занимается наземная поисковая группа (НПГ). Для быстрого поиска и идентификации фрагментов ОЧ, ликвидации экологического ущерба, а также для сокращения времени работы поисковых групп необходимо как можно быстрее добраться до ОЧ РКН [3].

Одним из важных критериев при построении оптимального маршрута для НПГ является правильный выбор транспортного средства для поиска ОЧ РКН: наземного или воздушного.

Для повышения эффективности расчета оптимального маршрута, предлагается ввести учет коэффициента проходимости дорог [4]. Данная величина зависит от погодных условий (дождь, снег, гололёд), места падения ОЧ РКН (открытые, лесистые, болотистые), состояния и вида грунта (песок, глина, чернозём, торф), дорожного покрытия (асфальт, бетон, грунтовая). Коэффициент проходимости дорог оказывает влияние на скорость передвижения наземного транспортного средства и на возможность достижения места дислокации.

В случае невозможности достижения района падения наземным транспортным средством будет предложено использование вертолетов и дронов при условии, что скорость ветра и видимость будут в разрешенном диапазоне.

Внедрение данной функции повысит эффективность работы сотрудников НПГ за счет корректного выбора транспортного средства.

Список использованных источников:

1. Авдошкин В.В. Проблемные вопросы использования трасс запусков космических аппаратов и районов падения отделяющихся частей ракет космического назначения. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2016. – 372 с.
2. Район падения. URL: http://russian.space/298/ (дата обращения: 13.02.2021).
3. Космический центр «Южный». URL: http://russian.space/129/ (дата обращения: 13.02.2021).
4. Новиков Л.В., Шестопалова О.Л. Анализ программного обеспечения расчета оптимального маршрута для наземной группы поиска отделяемых частей ракет космического назначения и их фрагментов // Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сб. ст. по матер. XXXIV междунар. науч.-практ. конф. № 12 (27). – Новосибирск: СибАК, 2020. – С. 23-27.

Разработка модели информационной системы для учета и ведения договоров

Новиков Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Титаренко В.И.
МАИ, Москва

Учёт договоров – это процесс контроля подписания, правильности составления документов для договора, установление сроков и наличия всех документов, что оформляются на любом крупном предприятии или в большом офисе. Для осуществления этой функции обычно выделяется отдельный сотрудник в секретариате, юридическом отделе или бухгалтерии, либо эта работа поручается ему время от времени (ответственный сотрудник). Этот сотрудник ведет журнал учета договоров, в котором учитывает базу заключенных и согласованных документов. Следует различать роли ответственного за

регистрацию и за согласование документа. Ответственный за согласование обходит с листом согласования, приложенного к проекту, согласующих лиц, при этом документ еще не утвержден и не подписан. Чаще всего из-за такой трудоёмкости процесса и отсутствия контроля, учёт и ведение договора ведётся неправильно и имеет мало информативной части, поэтому часто сложно определить ошибки при подписании договора. А это наносит крупный финансовый ущерб компании.

Информационная система для учёта и ведения договоров будет реализована с использование архитектуры толстого клиента. В данной работе задачи будет выполнять приложение, имеющее расширенную функциональность, независимо от центрального сервера. Взаимодействие осуществляется посредством скриптового языка Kotlin.

Серверная часть программного комплекса реализуется также с помощью языка программирования Kotlin с использование SQL запросов для взаимодействия с базой данных.

Kotlin (Ко́тлин) — это статически типизированный язык программирования, работающий поверх JVM и разрабатываемый компанией JetBrains. Также компилируется в JavaScript, и в исполняемый код ряда платформ через инфраструктуру LLVM. Язык назван в честь острова Котлин в Финском заливе, на котором расположен город Кронштадт.

Авторы ставили целью создать язык более лаконичный и безопасный, чем Java, и более простой, чем Scala. Следствием упрощения по сравнению со Scala стали также более быстрая компиляция и лучшая поддержка языка в IDE. Язык полностью совместим с Java, что позволяет Java-разработчикам постепенно перейти к его использованию; в частности, в Android язык встраивается с помощью Gradle, что позволяет для существующего Android-приложения внедрять новые функции на Kotlin без переписывания приложения целиком.

Язык Kotlin был выбран в качестве серверного языка программирования, так как он имеет ряд преимуществ над другими языками, используемыми в качестве основных серверных языков, а именно:

1. аналогичен по синтаксису с Java-подобными языками;
2. более безопасен, чем Java;
3. имеет более экономичный синтаксис, чем Java-подобные языки;
4. полная совместимость кода с Java;
5. универсальный язык программирования, который может использоваться для решения большого круга задач.

Данный язык очень популярен и в настоящее время поддерживается подавляющим большинством разработчиков. Это простой, интуитивно понятный скриптовый язык, обладающий высокой функциональностью и скоростью выполнения. Благодаря отсутствию привязанности к техническим требованиям персонального компьютера, данный язык имеет безграничные возможности инсталляции на любые персональные компьютеры.

В качестве системы управления базой данных выбрана PostgreSQL, PostgreSQL является одной из самых удобных систем управления базой данных, применимая в данном программном комплексе. Её главная особенность в том, что она является объектно-реляционной моделью системы управления, которая имеет ряд преимуществ, а именно:

1. поддержка широкого спектра сложных структур встроенных и определяемых пользователем типов данных;
2. обеспечение расширенной ёмкости данных;
3. поддерживает надёжную целостность данных;
4. быстрая обработка большого объёма данных.

Клиентская часть реализуется с помощью скриптового языка Kotlin.

В качестве графической составляющей программы будет использоваться графический интерфейс Tornado FX. Это необходимо для обеспечения совместимости программного кода программного комплекса и адаптивности под любые разрешения экранов.

Список использованных источников:

1. IntelliJ IDEA – среда разработки. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/IntelliJ_IDEA 15.04.20]

2. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: учебник, финансы и статистика. – Москва.: Финансы и статистика, 2006 г. – 544 с.
3. Рожкова М.А., Афанасьев В.А. Международные договоры в сфере интеллектуальной собственности. – Москва.: Литрес, 2017. – 910 с.
4. Kotlin – общая информация о языке программирования. Режим доступа [https://ru.wikipedia.org/wiki/Kotlin 15.04.20]
5. PostgreSQL – общая информация о СУБД. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL 15.04.20]

Обзор паттернов проектирования

Новикова П.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Паттерн (или шаблон) проектирования — это решение, применяемое к проблемам, которые возникают у большого числа разработчиков при проектировании архитектуры программ.

Паттерны не являются библиотеками или функциями и их нельзя просто взять и скопировать в свою программу. Паттерны - это не код, а общее решение той или иной проблемы. Концепцию решения, которое заключено в паттерне, необходимо подстроить под нужды своей программы.

Часто встречается, что паттерны путают с алгоритмами, так как эти понятия описывают типовые решения конкретных проблем. Но паттерны и алгоритмы это не одно и тоже. Алгоритм описывает четкий набор требований, которыми нужно следовать для достижения цели, а паттерн – это высокоуровневое решение, его реализация зависит от программы, в которой мы хотим данный паттерн применить. Реализация паттерна в двух различных программах будет отличной и программы будут иметь разный код.

Если рассматривать описание паттернов, то можно выделить часто встречающиеся пункты, т.к. их описание достаточно формально.

Паттерны состоят из:

- Решение проблемы, с помощью применения конкретного паттерна;
- Мотивации к решению проблемы методом, который предлагает паттерн;
- Структуры классов, образующих решение;
- Примера на одном из языков программирования;
- Особенностей реализации в различных контекстах;
- Связей с прочими паттернами.

Так как описание паттернов достаточно формально это позволило создать большой каталог паттернов и проверить каждый из них на обоснованность.

Многие люди могут задаться вопросом: «Откуда взялись паттерны?». Ответ на данный вопрос прост: паттерны не «изобретают», а «открывают». Это не какие-то уникальные решения, а напротив стандартные решения одной и той же проблемы.

Идею паттернов представил Кристофер Александер в книге «Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство». В книге рассказывается о «языке» применяемого для проектирования окружающей среды, где единицами являются паттерны, которые отвечают на архитектурные вопросы. Данная книга описывает применение архитектурных шаблонов на примере строительства здания в микрорайоне.

Данную концепцию поддержала четвёрка авторов: Эрих Гамма, Ричард Хелм, Ральф Джонсон и Джон Влиссидес. Так, в 1994 году, авторы представили книгу «Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования». В данную книгу входят 23 паттерна, которые решили различные проблемы объектно-ориентированного проектирования.

Далее были выпущено много книг посвященных объектным паттернам.

Подход использования паттернов стал популярным во всех различных областях программирования, поэтому сейчас не редко встречаются различные паттерны за пределами объектного программирования в архитектурных решениях.

Можно вполне успешно работать, не зная ни одного паттерна. Более того, разработчики иногда реализуют какой-то из паттернов, даже не подозревая об этом.

Но при использовании паттернов тратится меньше времени, так как можно использовать готовые решения, вместо повторного изобретения велосипеда. До некоторых решений разработчики догадываются сами, но многие другие паттерны могут быть большим открытием.

Также паттерны позволяют уменьшить количество просчётов при проектировании, используя типовые унифицированные решения, так как все скрытые проблемы в них уже давно найдены.

Паттерны отличаются между собой по уровню сложности, детализации и охвата проектируемой системы.

Идиомы — это низкоуровневые паттерны или, другими словами, самые простые паттерны. Они применимы только в рамках одного языка программирования, поэтому не всегда универсальны.

Архитектурные паттерны — необходимы для проектирования проекта целиком, а не отдельных его компонентов. Архитектурные паттерны универсальны и применимы для всех языков программирования.

Кроме того, паттерны отличаются и предназначением. Существуют три основные группы паттернов. Рассмотрим каждую группу паттернов:

1. Порождающие. Отвечают за удобное и безопасное создание новых объектов или даже целых семейств объектов. К этой группе относят следующие паттерны: фабричный метод, абстрактная фабрика, строитель и другие.

2. Структурные. Отвечают за построение удобных в поддержке иерархий классов. К этой группе относят следующие паттерны: адаптер, мост, компоновщик, декоратор, фасад и другие.

3. Поведенческие. Решают задачи эффективного и безопасного взаимодействия между объектами программы. К этой группе относят следующие паттерны: цепочка обязанностей, команда, стратегия, шаблонный метод и другие.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что использование паттернов значительно облегчает построение архитектуры решения в реальных проекта, а также предостерегает от возможных ошибок при проектировании.

Применение опорно-векторных машин для прогнозирования параметров технических систем

Нода И.Д., Борозный А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва

Развитие производств в промышленной сфере деятельности в современных условиях неизбежно ведет к возрастанию числа аварий и масштабов последствий, связанных с ненадлежащим контролем за опасным производственным объектом или с отсутствием возможности, по тем или иным причинам, предугадать возможное его состояние в ближайшее время. В связи с этим возникает необходимость использования научно-обоснованных подходов для обеспечения безопасности людей и производственной системы в целом.

Составной частью управления промышленной безопасностью является анализ риска аварий, который предполагает получение количественных оценок потенциальной опасности промышленных объектов. Результаты анализа риска используются для своевременного принятия решений по противодействию опасным ситуациям и преждевременное их решение в реальном масштабе времени.

При отсутствии должного контроля и систем мониторинга, которые позволяют осуществлять контроль за промышленным объектом, возможны аварии различных масштабов, которые несут за собой убытки. В связи с тем, что крупные промышленные аварии, которые несут за собой возможные последствия для человеческих жизней и производства в целом, случаются редко, предугадать их возникновение затруднительно.

Целью работы является изучение методов, который позволят построить математическую модель контролируемого параметра, представленного в виде временного ряда. Получив приближенную модель, описывающую наблюдаемый параметр промышленного объекта и получив прогнозируемые значения, становится возможным заранее предотвратить опасные производственные ситуации.

Рассмотрен метод главных компонент, позволяющий производить анализ временных рядов с целью получения скрытых зависимостей и уменьшения размерности, для ускорения вычислений, улучшения математическую модель и прогноза.

При этом оценка риска производится на основе информации, полученной из реально наблюдаемого контролируемого параметра. Это необходимо для того, чтобы получить данные о ранних признаках возникновения опасной ситуации контролируемой системы.

Предлагаемый подход позволяет получить систему наблюдения за промышленным объектом, которая позволит преждевременно получить данные о возможных системных рисках, а также заранее выработать действия по их недопущению или устранению.

Список использованных источников:

1. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

Мобильное приложение для изучения схемотехники

Нужденко Н.С., Трайнева Е.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

В современном мире всё чаще в обучении применяют игровые методы. Это позволяет вовлечь в процесс и облегчить восприятие новой информации, а главное — правильно понять её.

Так как в различных технических высших учебных заведениях (ВУЗ) схемотехника преподаётся по-разному, то необходимо использовать решение, подходящее для большинства ВУЗов. Это обуславливает изучение основ предмета в данном проекте.

Программное решение представляет собой приложение с графическим интерфейсом, с которым пользователь общается при помощи сенсорного экрана смартфона или планшета. Для гармоничного совмещения образования с играми были использованы учебные стандарты и интуитивно простые игровые механики. Также учитывалось постепенное усложнение обучения, чтобы вовлечённость и заинтересованность пользователя не ухудшились. Для этой же цели используются различные игровые методы, которые проверяют не только знания по предмету, но и сообразительность пользователя. За каждое успешно выполненное задание пользователь получает очки.

Приложение позволит пользователю познать схемотехнику с азов до среднего уровня. Пользователь изучит булеву алгебру, виды и принципы работы триггеров, регистров, счётчиков, сумматоров и т.д.

Данное приложение может быть запущено практически на любом устройстве под управлением операционной системы Android. Приложение реализовано с использованием языка Kotlin и интегрированной среды разработки Android Studio.

Данный проект предназначен для общеобразовательных учреждений, высших учебных заведений, и для частного пользования с целью оценки своих знаний.

В дальнейшем планируется добавление рейтинговой системы для увеличения мотивации при обучении.

Методы и средства интерактивной синхронизации структур декларативного языка моделирования веб-приложений и базы данных

Овсянников А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Неотъемлемым элементом системы взаимодействия структур декларативного языка моделирования веб-приложений и базы данных является синхронизация, с помощью которой обеспечивается их взаимодействие, и совместимый переход от одного к другому. При этом синхронизатор получает все изменения от интерпретатора, и соответствующе перестраивает внутренние структуры. Здесь главная задача синхронизатора заключается в обеспечении такого взаимодействия, при котором интерпретатор может приступать к исполнению обновленной логики сразу, не боясь за нарушение структур данных.

Также для упрощения оперирования синхронизацией структур необходимо ввести интерактивную систему управления синхронизатором, позволяющую производить наименьшее число действий оператору, следящему за системой, не требующие специальных навыков или знаний администрирования программных комплексов.

Трудности, вызывающие необходимость внедрения мануального управления системой связаны с особенностями декларативного языка моделирования веб-приложений. К примеру в работе системы синхронизации сначала проверяется количество структур и количество файлов, затем просматривается дата изменения, и если есть несовпадение, то считается что произошло изменение. В таком случае происходит полное перестроение структуры кода, с последующим синтаксическим анализом всех произошедших изменений. Синхронизатор производит перестроение базы данных в соответствии с этими изменениями. При этом появляется задача корректного перестроения базы данных, так как следуя прямой логике работы, сложно определить, был ли блок данных переименован, или же это совершенно новый объект. Для разрешения такого рода проблем и вводится дополнительные средства интерактивной синхронизации структур.

Разработка библиотеки для реализации генетических алгоритмов

Овсянникова О.А., Щербаков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Семёнов Г.Е.
МАИ, Москва

Генетические алгоритмы применяются для поиска решения задач, связанных с искусственным интеллектом, поиском и оптимизацией. Разработанная библиотека классов основана на стандартной структуре генетического алгоритма, включающей создание популяции, вычисление целевой функции каждого индивида в текущей популяции, отбор, скрещивание особей, мутацию, проверку условий остановки. Для разработки универсальной библиотеки был выбран язык программирования - C# версии 8.0. Необходимость создания такой библиотеки обусловлена необходимость получить универсальный инструмент для решения различных задач неполимиальной сложности, требующих гибкой настройки генетического алгоритма.

Основное отличие разработанного программного решения от других заключается в многообразии предлагаемых методов отбора, скрещивания и мутации. Например, отбор можно производить с использованием правила рулетки или с помощью рангов. Скрещивание, помимо стандартных методов (k-точечное скрещивание), можно производить для упорядоченных списков. Мутацию можно производить, например, методом обмена или с помощью перетасовки. Благодаря данной возможности расширяется спектр решаемых задач. Доступна настройка основных гиперпараметров: размер популяции, максимальное число поколений, вероятность мутации, вероятность скрещивания. Помимо этого, возможно добавление специфических локальных параметров. Для этого необходимо описать специальный пользовательский класс параметров. Библиотека характеризуется высоким уровнем абстракции, поэтому для работы с ней есть возможность описать специальный

пользовательский класс индивидуума, который будет наследоваться от описанного в библиотеке абстрактного класса. Объект пользовательского класса в таком случае представляет собой некоторое возможное решение конкретной задачи. Например, в задаче об N-ферзях индивидуум - конкретная расстановка ферзей на шахматной доске. Таким образом, данная библиотека за счет возможности гибкой настройки конфигурации и разработки пользовательских классов предоставляет программисту возможность успешно использовать ее как подспорье для разработки своих программ, использующих генетические алгоритмы.

Разработанная библиотека была успешно использована для поиска решения в задаче о рюкзаке, задаче о раскраске графа, задаче об N-ферзях и задаче о маршрутизации транспорта.

Анализ целесообразности ускорения производительности микроконтроллерных систем за счёт замены микроконтроллера

Павлов О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Процесс выбора микроконтроллера является одной из самых сложных задач проектирования различных встраиваемых систем, во многом он зависит от наличия необходимой аппаратуры, знаний и требований к разрабатываемой системе, однако в большинстве случаев остается достаточно большое количество вариантов с различными параметрами.

Рассматриваемые системы

В качестве анализируемых систем мной были выбраны микроконтроллеры:

Архитектуры AVR: ATmega328P, ATmega2560

Архитектуры AVR32: AT32UC3A0128

Как наиболее доступные для изучения, разработки и покупки на сегодняшний день за счёт наличия плат для прототипирования и общей IDE Atmel Studio с поддержкой симулятора. Все выбранные микроконтроллеры производятся компанией Atmel, что позволяет упростить процесс сравнения за счет единых стандартов тестирования и представления информации в документации.

Следует учитывать что AT32UC3A0128 использует 3.3 вольтовую логику, что серьезно затруднит замену микроконтроллеров между собой.

Рассматриваемые задачи:

Нахождение среднего по 10 целым значениям

8-ми битные значения;16-ти битные значения; 32-х битные значения

Нахождение среднего по 10 дробным значениям

Результаты измерений (в тактах)

Среднее 8 бит

ATmega328P 205; ATmega2560 206; AT32UC3A0128 133

Среднее 16 бит

ATmega328P 520; ATmega2560 523; AT32UC3A0128 141

Среднее 32 бит

ATmega328P 1062; ATmega2560 1081; AT32UC3A0128 141

Среднее float

ATmega328P 2099; ATmega2560 2123; AT32UC3A0128 1158

Время выполнения операций измеряется в тактах на одинаковых наборах данных, это позволяет не опираться на конкретную конфигурацию микроконтроллера с генератором тактовой частоты. Следует учитывать что максимальная частота для ATmega2560 и ATmega328P 16 МГц, а у AT32UC3A0128 66 МГц, что еще больше увеличивает разницу в скорости выполнения операций.

Потребляемы ток mA

ATmega328P:0,1; ATmega2560:0,5; AT32UC3A0128:9

Цена в $

ATmega328P:2,11; ATmega2560:12,44; AT32UC3A0128:8,60

Ощутимый прирост производительности отмечается только между микроконтроллерами различных архитектур, за счёт разницы в наборе команд и разрядности АЛУ. При этом сложные математические операции, такие как взаимодействие с дробными числами в формате float, показывают меньший прирост скорости выполнения по сравнению с простыми операциями(Ускорение в 2-3 раза в сравнении с 9-10).

Разница в скорости выполнения операций между ATmega328P и ATmega2560 при одинаковой архитектуре обусловлена большим функционалом ATmega2560(большее количество таймеров, портов ввода вывода, разрядность АЦП, аппаратных UART и т.д.), поддержание которого оказывает небольшое влияние на скорость выполнения операций.

Выбор размеров переменных является очень важной задачей для 8-ми битных микроконтроллеров, так как каждое время выполнения операций напрямую зависит от размера аргументов.

Выводы

Использование 32-х битных микроконтроллеров позволяет существенно увеличить производительность микроконтроллерных систем но также серьёзно увеличивает потребляемый ток, что отрицательно сказывается на времени работы системы от внешнего источника питания. Также более сложные микроконтроллеры обладают пропорционально большей стоимостью, что может быть особенно чувствительно для простых систем с малой стоимостью используемых элементов.

Постановка динамической задачи коммивояжёра

Панчук Д.С.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.

РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва

Широко известна и часто применяется в логистических продуктах задача коммивояжёра. Она просит найти кратчайший путь посещения определённого списка городов. Решение этой задачи возможно различными способами. Но точное решение возможно получить только сокращённым методом полного перебора – методом ветвей и границ.

При этом стоит отметить, что задача носит статичный характер и граф, на основе которого ищется кратчайший путь не изменяется по времени. Это не позволяет решать задачи логистики в динамически изменяемых условиях, таких как, погодные явления, пробки на дорогах, аварии и другие изменения весов рёбер исследуемого графа.

Для построение динамической задачи коммивояжёра нам понадобится система динамических коэффициентов. Для каждого ребра графа ставится в соответствие некоторый коэффициент, который, в качестве моделирования, отражает различные факторы внешней среды, влияние которых может увеличить или уменьшить время прохождения определенного участка маршрута. Данная система коэффициентов позволит создать n-е число итераций матрицы расстояний. Таким образом, изменчивость дорожной ситуации будет прогнозируемой, и, в качестве входных данных, метод ветвей и границ будет получать в расчёт не одну квадратную матрицу расстояний, а кубическую, состоящую из нескольких итераций квадратной матрицы расстояний исходного графа.

Выделим подмножество U из множества V, состоящее из вершин, которые хотим посетить в рамках решения задачи Коммивояжера.

Для каждой итерации графа, с помощью алгоритма Дейкстры, мы рассчитываем расстояние от каждой вершины подмножества U графа G до всех остальных вершин таким образом, чтобы построить некоторую квадратную матрицу, значения в которой отражают время, которое требуется «торговцу» на прохождение любого ребра (i, j) между произвольной парой вершин подмножества U. Таким образом, мы получаем кубическую матрицу временных расстояний на каждом из слоёв. Стоит отметить, что сложность

алгоритма Дейкстры в данной задаче, относительно одной итерации графа, будет составлять O(k*n*n), где k - количество вершин в задаче Коммивояжера, а n – количество всех вершин. Общая сложность подготовки начальной кубической матрицы составляет O(m*k*n*n), где m – количество планируемых итераций. Чем точнее мы хотим прогнозировать загрузку дорог, тем больше должно быть итераций.

Для решения данной задачи можно воспользоваться, как эвристическими методами, так и модифицированным методом ветвей и границ, который адекватно модифицируется, для правильной интерпретации кубической матрицы расстояний.

Разработка данного метода является дальнейшей целью исследования.

Интеграция алгоритмов БЦВМ беспилотного летательного аппарата в состав имитационной математической модели

Панышева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва

Развитие аэрокосмической техники требует разработки новых летательных аппаратов (ЛА) и модернизации уже существующих систем предыдущих поколений.

В течение жизненного цикла разработки системы управления (СУ) ЛА необходимо создание и развитие имитационной математической модели объекта управления, которая должна имитировать функционирование реальной системы [1].

Математическая модель является одним из основных инструментов разработки СУ. В случае изменения алгоритмов управления необходимо скорректировать их и в математической модели. Переписывать алгоритм заново неэффективно и может привести к дополнительным ошибкам, допущенным программистом. В связи с этим встает вопрос об оптимизации данного процесса.

Для повышения адекватности имитационной модели полезно использовать алгоритмы, реализованные непосредственно в бортовых цифровых вычислительных машинах (БЦВМ) ЛА.

Бортовая СУ обычно программируется на языках C, C++, и выполняется на встраиваемых вычислителях, в то время как для создания математических моделей в основном используются такие среды как Matlab/Simulink.

В среде Simulink имеется возможность интеграции алгоритмов, написанных на C, C++, в состав модели в виде блоков посредством s-функции [2]. Для встраивания алгоритмов БЦВМ в математическую модель необходимо учитывать ряд особенностей, таких как разрядность конкретной БЦВМ, частота выполнения алгоритмов, последовательность их выполнения, форматы типов данных и типы данных.

Такой подход позволяет проводить отладку алгоритмов управления в составе математической модели при различных условиях функционирования, моделирование процесса управления и статистическое моделирование в условиях, которые не позволяют натурные испытания летательного аппарата. Это особенно важно при разработке алгоритмов работы СУ беспилотных ЛА, используемых в различных мониторинговых миссиях в сложных условиях, где высок риск потери ЛА в случае ошибок в работе СУ. Также предлагаемое решение может быть использовано при испытании различных информационных систем, получающих данные с автономных ЛА [3, 4] и при обучении студентов моделированию СУ ЛА для замены соответствующего лабораторного оборудования [5].

Предлагаемый подход сокращает сроки тестирования и отладки программного обеспечения СУ ЛА, расширяет возможности и область применения математической модели.

Список использованных источников:

1. Лебедев А.А. Курс системного анализа. – М.: Машиностроение, 2010. – 254 с.: ил. – ISBN 978-5-94275-513-3.

2. Include S-function in model – Simulink [Электронный ресурс] // MATLAB Documentation. – URL: https://www.mathworks.com/help/simulink/slref/sfunction.html.

3. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

4. Гинзбург И.Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. – 2016. – №4. – С. 72–75.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

Гиперграфовое покрытие аэромобильных сетей

Пашковская Е.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.
МАИ, Москва

Аэромобильная сеть — это сеть, предназначенная для оперативного развёртывания в районах, где отсутствуют или отключены стационарные телекоммуникационные сети [1]. Основными составляющими этой сети являются узлы и ретрансляторы беспроводной связи, которые переносят в пространстве беспилотные летательных аппаратов (БПЛА). Сеть может быть специализированной без какой-либо поддерживающей инфраструктуры, или она может поддерживаться наземными и/или спутниковыми коммуникационными инфраструктурами.

Для работы подобных сетей ключевым фактором является максимальное покрытие сетью всего занимаемого пространства.

Существуют различные виды покрытий аэромобильных сетей. В исследовании было проанализировано гиперграфовое [2] покрытие по нескольким критериям:

1. экономические показатели;
2. надёжность покрытия;
3. плотность покрытия.

К экономическим показателям относятся в основном минимизация использования БПЛА и контролирования их ресурса для более равномерного их износа.

Под надёжностью покрытия мы понимаем построение структуры, которая способна сохранять целостность при внезапном отключении части БПЛА. Чем больше одновременных отключений возможно, тем больше надёжность покрытия.

Плотность покрытия является основным критерием. Максимизация плотности является целевой задачей покрытие заданного пространства. При этом важно учитывать, что в данной работе мы рассматриваем плоские объекты без серьёзных препятствий. Однако при построении гиперграфа возможно учитывание, как рельефа местности, так и «этажность» покрываемого пространства.

В результате исследования выяснилось, что самым эффективным способом построения покрытий на плоскости является 6-угольник (“сота”) [3]. Аэромобильную сеть можно представить, как динамический кластер узлов сети, т.к. БПЛА нужно уходить на дозаправку для продолжения работы, следовательно, покрытие должно оставаться максимальным при потере узлов [4].

На основе полученных данных, сравнения и анализа будет разработан программный комплекс для построения оптимального покрытия с учётом одного или нескольких критериев.

Список использованных источников:

1. Костиков Ю.А., Мокряков А.В., Павлов В.Ю., Терновсков В.Б. Моделирование пространственной структуры аэромобильной коммуникационной сети // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2018. № 6. С. 78-81.

2. Гурченков А.А., Костяной Д.С., Мокряков А.В. Редукционные методы восстановления некоторого класса гиперграфов // Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 6 (30). С. 1.

3. Zhu X. [и др.]. Hypergraph game theoretic solutions for load aware dynamic access of ultra-dense small cell networks // KSII Transactions on Internet and Information Systems. 2018. № 2 (13). С. 494–513.

4. Lyu J., Zhang R. Network-connected UAV: 3D system modeling and coverage performance analysis // arXiv. 2019. № 4 (6). С. 7048–7060

Использование платформы Pega BPM для автоматизации процесса транспортировки в аэрокосмической отрасли

Певалкин А.В.

Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.

МАИ, Москва

Транспортировка различных грузов играет достаточно важную роль для предприятий аэрокосмической отрасли. Именно от проведения всего этого процесса зависит попадет ли готовое изделие заказчику, когда это произойдет и сколько будет стоить.

На текущий момент не все предприятия аэрокосмической отрасли используют средства автоматизации управления этапами жизненного цикла изделия [1]. При выполнении каждой подзадачи и при переходе от одной к другой могут возникать непредвиденные обстоятельства – финансовые и временные издержки, а также различного рода технические накладки.

В качестве решения для минимизации подобных рисков и автоматизации процесса подготовки и проведения транспортировки имеет смысл использовать BPM системы, в частности платформу Pega BPM [2].

Плюсы использования BPM систем:

1. Оповещение сотрудников о назначении на них задачи;
2. Возможность отслеживания, как заказчиком, так и руководством предприятия за статусом задачи;
3. Сокращение времени при выполнении одной подзадачи и переходе к другой;
4. Возможность хранения документов в электронном виде;
5. Часть информации может храниться в базе данных;
6. Возможность создания дружелюбного пользовательского интерфейса;
7. Система авторизации и система ролей.

Если говорить о плюсах именно платформы Pega BPM, то можно говорить о следующих преимуществах:

1. Нет необходимости в специализированном ПО на клиентском устройстве. Достаточно лишь браузера;
2. Возможность работы даже со смартфонов и планшетов;
3. Большие возможности в расширении функционала пользовательского интерфейса;
4. Запуск MVP версии приложения до окончания разработки;
5. Используется шифрование данных (алгоритм AES256-CBC).

В ходе выполнения работы был исследован процесс подготовки к транспортировке, процесс проведения транспортировки, проведена декомпозиция. В нотации BPMN спроектирована возможная модель и на ее основе построено приложение на платформе Pega BPM. Предлагаемое решение подходит для интеграции с уже существующими системами управления жизненным циклом изделия [3], а также пригодно для развертывания в облачных вычислительных средах [4, 5].

Предложенное решение позволяет создать достаточно простую и гибкую автоматизированную систему для проведения процесса транспортировки, которую можно внедрить на предприятиях аэрокосмической отрасли.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

2. Software to crush business complexity. Pega [Электронный ресурс] // Pegasystems Inc. URL: https://www.pega.com/

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Общий подход к анализу возможностей интеграции информационных систем управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №11. – С. 16-19.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Анализ приложений информационной системы управления жизненным циклом изделия для внедрения облачных технологий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №11. – С. 12-15.

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Система распознавания препятствий и поиска путей обхода

Петров Р.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

Распознавание препятствий и поиск путей обхода – классическая задача, с которой приходится сталкиваться разработчикам искусственного интеллекта для роботов. Существует ряд широко известных алгоритмов разной степени эффективности. Для решения задачи было решено использовать несколько нейронных сетей.

ИНС (искусственные нейросети) – это математическая модель, построенная на основе функционирования и организации органических нейронных сетей. В наше время наиболее популярной задачей для нейросети является – детекция визуальных объектов. Сегодня уже существуют сети, которые умеют успешно идентифицировать различные символы на бумаге, эмоции человека, наличие маски на лице человека и многое, многое другое. С помощью этих функций можно существенно облегчить труд человека, а также повысить надежность и достоверность различных процессов за счет исключения человеческого фактора.

Для распознавания препятствий было решено использовать сверточную нейронную сеть, так как она позволяет это сделать наиболее эффективно. СНС так называется из-за операции свертки, которая является основной в этой сети. Операция свертки выделяет какой-то определенный признак в изображении. Признаки зависят от ядра. После этой операции мы получаем слой свертки или карту признака. Следующая операция Пулинг. Это сжатие картинки или слоя свёртки по максимум или среднему значению, при этом несколько пикселей объединяется в один. По факту мы переходим от маленьких деталей изображения к более крупным. Так же пулингом мы объединяем карты признаков (полученные сверткой) в более абстрактные признаки. Обучение СНС происходило на библиотеке написанной на python — TensorFlow. Чтобы нейросеть выдавала хорошую точность было найдено несколько готовы датасетов из интернета. Чтобы ускорить обучение был использован Google Cloud.

Для обучения нейронной сети, которая предназначена для поиска путей обхода, был использован генетический алгоритм, а также на Unity была написана простая виртуальная модель местности с препятствиями. Основная идея заключается в том, что мы генерируем набор различных случайных нейронных сетей (популяцию) и тестируем их (давая каждой нейросети нашего виртуального человека). Далее мы оцениваем эффективность каждой сети по какому-либо признаку (например, максимальное расстояние, которое смог преодолеть человек, не сталкиваясь с препятствиями). Далее происходят процессы отбора лучших НС. Из них формируется новая популяция. Новая популяция снова тестируется на местности и

процесс повторяется. В результате, с каждым новым поколением мы отбираем лучшие НС, и эволюционный процесс дает нам все лучшие и лучшие результаты.

После того как нейросети были обучены и протестированы, они были объединены в единую систему.

Система поддержки принятия решений в оптимизации домового хозяйства

Печенина Е.С., Улевский С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

Современный мир переживает значительные изменения, которые обусловлены множеством факторов. Так, параллельно с всеобщей диджитализацией, общество столкнулось с глобальной пандемией и, соответственно, ограничением личных взаимодействий, что ускорило развитие онлайн индустрии.

В связи с чем появилась цель создать систему поддержки принятия решений в оптимизации домового хозяйства для функциональной связи групп людей, локализованных по месту проживания.

Наша система предполагает устранение таких бытовых потребностей, как: размещение заявок на оказание ремонтных работ (замена проводки, обслуживание водо- и газоснабжения и т.д.) с возможностью обратной связи от специалистов; закрепление за профилем личного автотранспорта для фиксирования парковочного места; коммуникация между соседями и жилищным центром; площадка для размещения объявлений; организация безвозмездной помощи между жильцами дома, «волонтер - нуждающийся»

Также она решает вопрос коммуникации соседей между друг другом и с жилищным центром. В дальнейшем рассматривается идея объединения системы с платформой для оплаты жкх.

Данное приложение является мобильным, его клиентская часть может быть реализована с помощью объектно-ориентированного языка Kotlin, а серверная часть с помощью Java с использованием фреймворка Spring и СУБД PostgreSQL.

Таким образом, данное приложение не только поможет снизить процент личных взаимодействий в условии нестабильной эпидемиологической ситуации, но и объединит в себе множество различных задач, что упростит повседневную жизнь.

Сравнение возможностей SAP ERP и Oracle E-Business Suite для автоматизации логистических задач в организациях авиационно-космического профиля

Повалихина А.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

Аббревиатура ERP (англ. Enterprise Resource Planning) дословно означает – планирование ресурсов предприятия. Системы этого класса являются информационной основой предприятия. Внутри них учитываются и обрабатываются данные, относящиеся к финансам, трудовым ресурсам, активам, взаимодействию с партнерами и др. Благодаря этим системам осуществляется автоматизация различных сторон работы организации на всех этапах жизненного цикла выпускаемых изделий [1, 2].

Складская логистика – один из ключевых бизнес-процессов розничных сетей, оптовых компаний, логистических операторов и производственных предприятий.

Благодаря использованию SAP ERP [3] в промышленности, в частности на предприятиях авиационно-космической отрасли, решаются задачи оптимизации транспортировки товаров, а также проблема затоваривания на складах и нарушения сроков поставок. Система была создана и продолжает свое развитие для комплексной автоматизации товародвижения и оптимизации заполнения складов. Внедрение SAP ERP обеспечивает согласованную работу всех отделов, связанных с доставкой, транспортировкой, перемещением и складированием

товара. Используя встроенные модули системы, сотрудники организации будут более точно прогнозировать запасы на складах, контролировать поставки и получать товары в необходимом количестве в срок. В настоящее время SAP ERP активно используется на предприятиях авиационно-космического профиля.

В качестве аналога системы SAP ERP рассмотрим систему Oracle E-Business Suite [4]. Система Oracle E-Business Suite позволяет создать и поддерживать в актуальном состоянии все данные о деятельности предприятия. Система от Oracle имеет некоторые преимущества по скорости внедрения на производство и, вместе с этим, более низкую стоимость. Однако, внедрения решений SAP менее рискованны. С другой стороны, подход Oracle позволяет более гибко учитывать изменяющиеся потребности бизнеса, но это может стать недостатком, когда становится все труднее обеспечить соблюдение стандартизированных процессов в крупной организации. Обе рассматриваемые системы также могут быть источниками данных для веб-приложений и работать в облаке [5].

Ключевой вывод заключается в том, что продукты SAP и Oracle, как и любая ERP-система, имеют сильные и слабые стороны. Некоторые решения будут полностью соответствовать потребностям одной организации и совсем не подходить для другой, даже в рамках выбранной авиационно-космической отрасли. Таким образом, выбор ERP-системы необходимо осуществлять индивидуально с учетом требований и приоритетов для конкретной организации.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Анализ приложений информационной системы управления жизненным циклом изделия для внедрения облачных технологий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №11. – С. 12-15.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Общий подход к анализу возможностей интеграции информационных систем управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №11. – С. 16-19.

3. Программные продукты для компаний. Программное обеспечение. SAP [Электронный ресурс] // SAP Software Solutions. Business Applications and Technology. URL: https://www.sap.com/index.html (дата обращения 15.02.2021).

4. Приложения Oracle E-Business Suite. Oracle Россия и СНГ [Электронный ресурс] // Oracle. Integrated Cloud Applications and Platform Services. URL: https://www.oracle.com/ru/applications/ebusiness/ (дата обращения 15.02.2021).

5. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

Разработка системы мониторинга качества воздуха в гальваническом цехе авиационного завода

Подлесная В.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.

МАИ, Москва

В настоящее время остро ощущается необходимость в контроле состава воздуха, особенно воздуха в промышленных помещениях, для обеспечения безопасности здоровья человека. Для этого контроля используются разные способы, выбор которых во многом зависит от того, какие именно механические и биохимические процессы протекают в том или ином объекте исследования.

Существующие системы мониторинга, применяемые для анализа состава воздуха, либо громоздки (за счёт большого количества сенсоров и принципа работы) и дорогостоящи, либо наоборот, обладают доступной ценой и малыми габаритами, однако сильно ограничены в количестве отслеживаемых веществ и характеристик среды.

Целью работы является создание портативной системы мониторинга, обладающей достаточно широким спектром отслеживаемых веществ и доступной для самостоятельной реализации и промышленного изготовления.

На данный момент существует множество отдельных датчиков различных веществ и свойств окружающей среды. Для создания системы мониторинга необходимо устройство, которое будет собирать данные с этих датчиков, анализировать и в результате выдавать обработанную информацию в доступном формате с инструкциями для дальнейших действий. Наличие такого устройства позволит комбинировать данные системы мониторинга с данными из других источников для создания различных производных информационных продуктов, в том числе учебных [1].

Выбранные отслеживаемые характеристики воздуха и содержащиеся в нём вещества: температура воздуха, влажность воздуха, атмосферное давление, H2 (водород), углеводородные газы (позволит отследить пары бензина и другие), CO2 (углекислый газ), CO (угарный газ), C6H6 (бензол), NO2 (оксид азота), NH3 (аммиак), пары спирта [2]. Передача результатов измерений должна осуществляться беспроводной сенсорной сетью [3], возможно, с использованием нескольких шлюзов [4].

Дальнейшее развитие данной работы заключается в решении задачи оптимизации применяемого алгоритма в соответствии с представляемой угрозой измеряемых веществ и характеристик. Приоритет отдаётся ядовитым и взрывоопасным веществам. Также большое внимание уделяется настройке беспроводной передачи данных между устройствами. Частое измерение малоопасных факторов, например, температуры и давления, излишне и затрачивает ресурсы системы, такие как энергия накопителя, а также заполняет оперативную память, увеличивая нагрузку на вычислительное устройство, поэтому их следует измерять реже. Модификация алгоритма предполагает уменьшение частоты измерений концентрации для менее опасных веществ, и увеличение частоты для веществ, представляющих наибольшую угрозу здоровью человека. Это позволит оптимизировать затраты ресурсов и использование памяти устройства во время исполнения программы. Также будет проведена оценка безопасности созданного алгоритма с анализом возможных отказов и соответствующих последствий и разработана система контроля исправности функционирующих датчиков.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

2. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при производстве металлопокрытий гальваническим способом (по величинам удельных выделений) [Электронный ресурс] // AquaGroup. URL: http://aquagroup.ru/normdocs/13987 (дата обращения 06.02.2021).

3. Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Мониторинг параметров объектов изменяемой конфигурации с использованием дискретной беспроводной сенсорной сети. – М.: Изд-во МАИ, 2019. – 160 с.

4. Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Самоорганизация в древовидных персональных беспроводных сетях при наличии нескольких шлюзов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2017. № 1. С. 75–85. DOI: 10.18698/0236-3933-2017-1-75-85

Поиск мертвых зон при проектировании беспроводной сети умного предприятия

Поздняков Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Терентьев М.Н.

МАИ, Москва

С развитием систем связи возросло количество сетей, использующих беспроводную связь внутри помещений, в частности, для организации различных систем мониторинга [1, 2]. Радиоволны в помещении сталкиваются со многими препятствиями. В связи с этим

существует необходимость определения мертвых зон внутри помещения во избежание сбоев связи. Решение задачи моделирования беспроводной сети призвано помочь уменьшить количество зон, в которых прием сигнала сильно затруднен, еще на этапе проектирования здания.

Для моделирования распространения сигнала внутри помещения используется метод трехмерной трассировки лучей. При использовании алгоритма трассировки учитываются дифракция, отражение, рассеяние, преломление. Каждый испущенный источником луч обрабатывается отдельно. Общий алгоритм трассировки [3] позволяет получить точный результат, но он не обладает высоким быстродействием, так как учитывает все испускаемые источником лучи и проверяет их пересечение с большим количеством поверхностей. В качестве примера существующих решений, использующих данный алгоритм, можно привести программы Wireless insite, WinProp, iBuildNet.

Для ускорения трассировки радиоволн предлагается алгоритм, представляющий помещение в виде набора модулей, каждый из которых объединяет типичные элементы конструкции зданий. Такой подход позволяет уменьшить количество проверяемых поверхностей за счет разделения помещения на модули и расчета лучей только внутри этих модулей изолированно от всех остальных. Расчет выполняется для всех модулей. Простейшим примером модуля является полый прямоугольный параллелепипед, моделирующий комнату или коридор. Элементы конструкции внутри модуля представляются с помощью других модулей. Например, несущие цилиндрические колонны описываются цилиндрами. Двери и оконные проемы описываются вырезами прямоугольной или арочной формы. Модули соединяются общими гранями, которые указываются отдельно. Трехмерная трассировка лучей в таком модуле рассчитывается отдельно от других модулей. Для каждого луча задается предельно допустимое падение мощности: луч, исчерпавший данный лимит, исключается из рассмотрения. Трассировка лучей в каждом модуле выполняется с учетом лучей, пришедших из других модулей. Помещение может разбиваться вручную на одинаковые или на разные по размеру модули в зависимости от количества объектов внутри этих модулей. Каждый модуль содержит описание поверхностей, с которыми будут взаимодействовать лучи. Такое разделение на модули позволяет уменьшить количество поверхностей, для которых нужно производить проверку, что ускоряет работу алгоритма, а также сокращает требования к ресурсам компьютера, что позволяет встраивать данный алгоритм в учебные среды на основе веб-приложений [4, 5].

Пусть существует 100 000 исходных лучей (задается точностью и мощностью излучателя) и этаж здания, состоящий из трех комнат. Для всего этажа нужно произвести моделирование распространения радиоволн. Традиционный алгоритм рассчитывает пересечение каждого луча во всех трех комнатах одновременно, то есть, будет проверяться каждый луч для 18 поверхностей, что требует много времени и ресурсов. Предложенный алгоритм рассчитывает трассировку в каждой комнате отдельно, то есть проверяет 6 поверхностей в каждой комнате. Это позволяет сократить количество поверхностей, для которых нужно рассчитывать пересечения, следовательно, уменьшает время работы алгоритма и ресурсы, необходимые для расчета.

Предложенный алгоритм позволяет ускорить трассировку за счет уменьшения количества проверяемых поверхностей.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

2. 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.

3. Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Мониторинг параметров объектов изменяемой конфигурации с использованием дискретной беспроводной сенсорной сети. – М.: Изд-во МАИ, 2019. – 160 с.: ил.

4. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

Развитие системы хранения и учёта англо-русских эвфемизмов

Попов А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

В современном мире эвфемизмы используются повсеместно. Благодаря развитию технологий связи, в каждый момент обсуждается всё, от выхода нового фильма, до событий в политической сфере. Однако, в СМИ не принято прямо говорить о количествах жертв различных происшествий или о различных проблемах, возникающих в обществе. Именно в таких случаях в прессе используют эвфемизмы.

В России тема эвфемизмов оставалась под негласным запретом до последнего десятилетия XX века. [1]. Поэтому, когда за рубежом существуют множество словарей эвфемизмов, например «Holders Dictionary of Euphemisms» [2] и «Rawson H. Dictionary of Euphemisms and Other Doubletalk» [3], как одни из самых крупных, мы имеем только «Словарь эвфемизмов русского языка» Е.П. Сеничкиной [4], который последний раз переиздавался в 2008 году.

Эвфемизмы могут менять свои значения в зависимости от контекста употребления, а также с течением времени, поэтому бумажные словари не очень эффективны и гораздо перспективнее использовать программные средства для работы с эвфемизмами. Были проанализированы четыре крупных онлайн словаря для английского языка: «TheFreeDictionary», «UrbanDictionary», «Oxford Learner's Dictionary» и «Merriam-Webster», и, на основании проведённого анализа, были определены основные возможности, необходимые разрабатываемой системе, одним из которых является возможность просмотра случаев употребления эвфемизма.

Система была реализована с использованием языка программирования Java, за счёт которого достигается работоспособность системы на различных платформах. Для работы с русским языком в системы используется библиотека «jMorfSDK», а для работы с английским «pullentiSDK». Для перевода используется API Яндекс переводчика, за счёт мультиязычности которого возможно расширение списка поддерживаемых языков.

Дальнейшее развитие системы состоит автоматизации наполнения системы за счет автоматического поиска контекстов употребления эвфемизмов в новостных изданиях. В текстах, публикуемых СМИ, определяются случаи употребления эвфемизмов, содержащихся в системе, после чего полученные в результате выделения контексты их употребления сохраняются в базе данных системы для последующей проверки экспертами и подтверждения того, что фраза используется в качестве эвфемизма, а также редактирования полученного контекста и дополнительной информации при добавлении данных в систему.

Данная система может быть использована как экспертами в области лингвистики для отслеживания изменения значений эвфемизмов в различных условиях, так и экспертами в области компьютерной лингвистики, при разработке алгоритмов автоматического анализа текстов.

Список использованных источников:

1. Никитина, И.Н. Эвфемизмы как объект исследования в британской и американской лингвистике / И.Н. Никитина // Вопросы филологии. – 2008. – №2(29). – С.111 – 114.

2. Holder R. W. A Dictionary of Euphemisms (Oxford Quick Reference) 4th Edition / R.W. Holder. – 4-е изд. – Oxford: Oxford University Press, 2008. – 432с.
3. Rawson H. Dictionary of Euphemisms and Other Doubletalk / H. Rawson. – New York: Crown Publishers Inc, 1995. – 463с.
4. Сеничкина, Е.П. Словарь эвфемизмов русского языка / Е.П. Сеничкина. – Москва: Флинта, 2008. – 464с.

Практическое применение теорий формализации естественного языка

Поречный А.С.
Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва

Естественный язык в отличие от искусственного никем целенаправленно не разрабатывался и развивается под влиянием общества или параллельно вместе с ним, причем процесс развития языка не останавливается и продолжается в наши дни.

В попытках описать язык были сформулированы различные теории его формализации, такие как:

1) Теория естественного семантического метаязыка (А. Вежбицкая) [1].
2) Теория «Смысл — Текст» (И. А. Мельчук) [2].
3) Теория К-представлений (В.А. Фомичев) [3].

Достоинством приведенных теорий является то, что на основе их выводов формулируются различные правила, модели, алгоритмы, которые решают задачи по обработке естественного языка, но с определенными ограничениями или допущениями.

Теория естественного семантического метаязыка разработана в 1970-х гг. и основана на идее, что во всех языках существуют общие семантические примитивы, причем, такие примитивы присутствуют во всех естественных языках и могут быть переведены с сохранение «смыслового» представления, а значит являются неделимыми примитивами (например, «я», «вы», «кто-то», «когда» и т.д.), из которых возможно строить более сложные «смысловые» значения. Проблемы теории заключается в том, что теория не учитывает, что фактическое обозначение примитивов в языке является полисемией, а также человек зачастую представляет сложное значение через другие сложные значения, а не сразу через примитивы. Тем не менее, выделение примитивов позволяет строить последующие теории, которые базируются на том, что в языке существуют не только примитивы, но и «устойчивые сочетания слов».

Теория «Смысл – Текст» направлена на моделирование двух интеллектуальных функций: кодирование «смысла» в текст и декодирования «смысла» из текста. В рамках теории были введены следующие уровни представления: фонологический, поверхностно-морфологический, глубинно-морфологический, поверхностно-синтаксический и глубинно-синтаксический. На основе теории и принципах интегрального описания и системной лексикографии была созданы научная школа «московская семантическая школа». При этом теория имеет ряд критики с точки зрения того, что теория выявляет следствия и закономерности, но не пытается определить причину.

Теория «Смысл – Текст» применялась для составления объяснительного словаря синонимов и активного словарь русского языка, а также имеет реализацию в виде компьютерного комплекса ЭТАП-3. Однако, практическая реализация работает в полуавтоматическом режиме, а также строится на толково-комбинаторном словаре и различных правилах сочетаемости слов, которые определяются эмпирическим путем.

Теория К-представлений направлена на «...формальное различие обозначений понятий и объектов, характеризуемых этими понятиями, сущностей и множества сущностей, множеств и упорядоченных наборов, а также учет существований функций, аргументами и/или значениями которых могут быть множества, в том числе множества семантического представления текстов и множества понятий» [3]. Идея теории в том, что задается несколько частичных операций на концептуальных структурах, с помощью которых можно построить

семантическое представление текста. Теория была апробирована при разработке рекомендательной системы с естественно-языковым интерфейсом, однако, для реализации такой системы, необходимо было разработать вспомогательный алгоритм для поиска смысловых отношений в различном сочетании частей речи, а также пришлось ограничится несколькими частями речи, а остальные не анализировать [4].

Таким образом, в попытках формализовать естественный язык разрабатываются различные теории, которые порождают теоретические выводы, на которых основываются последующие теории. Однако, для практического применения при реализации систем автоматического анализа текстов необходимы ограничения: набора текстов или слов, предметной области и т.д., а также разработка новых способов формализации текста на естественном языке с учетом решения практических задач анализа текста.

Список использованных источников:

1. Гладкова, А.Н., Ларина Т.В. Анна Вежбицкая, слова и смыслы // Russian Journal of Linguistics. - 2018. - Т. 22. - №3. - С. 499-520.
2. Лицзюнь, Г. О текущем состоянии исследований московской семантической школы в Китае // Грамота, – №8. – Тамбов, 2015. С. 44-49.
3. Фомичев, В.А. Метод формального описания содержания сложных естественно-языковых текстов и его применение к проектированию лингвистических процессоров: автореф. дис.... д-р. техн. наук: 05.13.11. - М., 2006. 36с.
4. Правиков, А.А. Разработка и применение метода формализации проектирования рекомендательных систем с естественно-языковым интерфейсом: автореф. дис.... к-т. техн. наук: 05.13.11. — М., 2011. 18 с.

Разработка frontend составляющей сервиса конференций согласно сценарию подачи заявки пользователем с использованием react и server side rendering

Потапов В.А.
Научный руководитель — Квашнин В.М.
МАИ, Москва

Frontend разработка заключается в разработке интерфейсной части приложения, той, с которой непосредственно взаимодействует пользователь. В наше время качество интерфейса является особенно важной характеристикой любого приложения.

Удобство конечного пользователя необходимо учитывать по многим причинам, для каждой сферы применения она своя. Для военных обычно требуется интерфейс, который позволяет быстро и интуитивно ориентироваться в управлении, от этого могут зависеть человеческие жизни. Для бизнеса же важно, чтобы интерфейс охватывал возможности наибольшего количества пользователей. Независимо от устройства пользователя, параметров этого устройства, пользователь должен получить от приложения именно то, что он хочет. У него должен сложиться положительный опыт использования данного приложения. Благодаря этому повышается количество повторных посещений, а следовательно, и продажи.

Для разработки качественного интерфейса необходимо учитывать цели пользователя и действия, который он совершает для достижения этих целей. Описание взаимосвязей между действиями пользователя называется пользовательским сценарием. Анализ пользовательских сценариев позволяет проектировать интерфейс, который вписывается в поведение пользователя. Благодаря этому достигается понятность и отзывчивость интерфейса. Такой интерфейс будет тратить меньше времени и сил пользователя, для получения результата потребуется меньше шагов.

На сегодняшний день в веб-разработке используется множество библиотек и фреймворков для создания пользовательских интерфейсов. Однако для реализации проекта был выбран react, потому что он сокращает объем написания кода, его активно поддерживает facebook и сообщество, поскольку он является open source проектом, для него создана подробная документация.

По причине того, что при использовании react генерация страницы производится исключительно на стороне пользователя, то было решено применить технологию server side rendering. Данная технология требуется для того, чтобы при начальном запросе от пользователя, страница генерировалась на стороне сервера. Такой подход позволяет улучшить позиции в поисковой выдаче, потому что роботы поисковых систем будут получать уже готовую страницу.

Для применения server side rendering был выбран фреймворк Next.js. Данный фреймворк позволяет не только генерировать страницы при каждом запросе на стороне сервера. Он может заранее компилировать статические страницы, кешировать запросы, что значительно увеличивает скорость ответа от сервера, а следовательно, и скорость загрузки страницы. В нем по умолчанию присутствуют различные полезные инструменты и функции, например сборщик модулей webpack. Помимо этого, данный фреймворк создан специально для использования совместно с react.

Применение Kerbal Space Program в учебном процессе на аэрокосмических кафедрах

Предеин К.В.
МАИ, Москва

Актуальность обновления формы учебного процесса состоит в устаревании методов. Для наибольшей продуктивности обучение должно соответствовать современным тенденциям в мире, в число которых входит ускорение темпа жизни, значительно возросший объем получаемой информации, быстрая смена приоритетов, многозадачность.

Целью работы является интеграция KSP в программы обучения аэрокосмического профиля. Главными критериями, выделяющими новый метод, являются: быстрота усвоения материала, наглядность, удержание интереса.

По причине неотъемлемости электронных устройств в повседневной жизни – среднее время за экраном в мире достигает 7 часов в день [1], целесообразно увеличивать долю изложения информации через компьютерные технологии. Обучение по космическим специальностям сопряжено с дополнительными трудностями в изучении материала в связи со сложностью данной науки во многих математических и физических аспектах. Современным студентам зачастую легче воспринимать материал в максимально наглядном виде через компьютеры.

Потенциальную эффективность имеет программа обучения, включающая интерактивные уроки с применением KSP. Данное ПО является в достаточной для базового обучения космонавтике мере точной моделью реальной солнечной системы со всеми основными законами космодинамики. При использовании KSP могут быть наглядно объяснены такие сложные аспекты как гравитационные маневры, стыковка на орбите, влияние атмосферы на баллистический спуск КА. Внутриигровая модель также предоставляет широкие возможности по программированию баллистики КА с помощью таких средств как kRPC и kOS. Для решения поставленных задач, таких как реактивная посадка, расчет траектории взлета и входа в атмосферу и им подобных, требуется в целом тот же принцип, что применяют для расчета параметров в настоящих задачах.

Было успешно проведено 3 пробных учебных занятия. На данный момент программа подготавливается к внедрению в учебный процесс кафедры 601 «Космические системы и ракетостроение» Московского Авиационного института.

Использованные буквенные сокращения:

KSP – Kerbal Space Program

КА – космический аппарат

ПО – программное обеспечение

kRPC и kOS – дополнительные модификации к Kerbal Space Program

Список использованных источников:

1. Digital 2020, We Are Social, January (2020). URL: https://wearesocial.com/digital-2020 (дата обращения 26.02.2020). s. 3.

Использование библиотек языка Python для анализа данных в Microsoft SQL Server

Ракитина М.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

Основная задача данной работы заключается в проведении анализа данных, который включает в себя этапы создания структуры для анализа и построение модели. Анализ данных осуществляется с помощью языка Python и технологий Data Mining в среде Microsoft SQL Server [1].

Data Mining позволяет выявить неочевидные закономерности, обнаруживает в сырых данных практически полезные и доступные знания, необходимые для принятия решений, а также выделяет из данных неявную и неструктурированную информацию с последующим представлением её в виде, пригодном для использования. Эта технология решает задачи классификации, кластеризации, последовательности, прогнозирования, определения и анализа отклонений, оценивания, анализа связей, визуализации, что особенно важно в системах управления жизненным циклом изделий [2, 3].

Язык программирования Python часто используется для анализа данных, как в науке, так и коммерческой сфере. Этому способствует простота языка, а также большое разнообразие открытых библиотек, которые делают из языка программирования Python мощный и надежный инструмент для анализа и визуализации данных.

Для работы с данными Microsoft SQL Server используются библиотеки Python:

• Revoscalepy – для преобразования данных, создания статистических сводок, представлений данных и различных моделей, а также для обеспечения параллельной обработки на многоядерных процессорах;

• Microsoftml – для использования алгоритмов машинного обучения для обработки созданных моделей данных.

В рамках работы создается интерфейс (приложение) с возможностью загрузки нужных для анализа данных, подключения к ним новых методов, задания этим методам различных параметров, а также их вызова. Далее следует построение моделей, которые позволят работать с данными произвольного объема при условии их нахождения в едином хранилище [4]. Осуществление единого хранения полученных моделей реализовано с помощью структуры в базе данных Microsoft SQL Server, где эти модели упорядоченно хранятся [5]. Именно в такой структуре происходит дальнейшее сравнение с использованием различных критериев оценки для точности моделей. Различные задачи Data Mining могут решаться с помощью различных методов: алгоритм дерева принятия решений, алгоритм линейной регрессии, алгоритм логистической регрессии и алгоритм нейронной сети.

Таким образом, запускается алгоритм создания модели, в результате которого созданные структура и модель появляются в базе данных на сервере анализа данных в соответствии с иерархией.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

2. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

3. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

4. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

5. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

Использование сингулярного спектрального анализа для анализа временных рядов

Редько М.Ю., Лоскутов Д.И., Игнатов С.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Нагибин С.Я.
МАИ, Москва

С развитием современных технологий и математических методов анализа данных появилась возможность разрабатывать модели поведения систем высокой точности, но скорость вычисления прогноза для данных систем все еще остается довольно сложной задачей.

Для того чтобы снизить время расчета или же скорость вычисления прогноза необходимо снизить размерность построенной модели.

Исследования в этой области играют важную роль, так как снижение размерности системы позволяет уменьшить количество наблюдаемых данных, тем самым уменьшив время расчета для прогноза моделей.

Основным используемым методом в данной тематике является сингулярный спектральный анализ (singular spectral analysis). Он позволяется использовать различные вариации разложение временного ряда на компоненты, в частности, при помощи метода главных компонент.

В совокупности с методами поиска минимальной размерности системы: алгоритм Грассбергера–Прокаччиа, K-ближайших ложных соседей (false nearest neighbors), сингулярный спектральный анализ позволяет делать различные варианты прогнозирования в зависимости от начальных условий.

Основные преимущества:

1. Возможность определения периодичности во временном ряду с временными компонентами ряд.
2. Стационарность ряда не важна

Недостатки:

1. Не эффективен при работе с короткими (до 10^4 точек) временными ряда.
2. Большая погрешность в расчетах может критически повлиять на итоговый прогноз.

Программная реализация данного метода написана на языке Python 3 с применением таких технологий как: scikit-learn, keras, tensorflow.

Реализация социальной сети для взаимопомощи студентов по учебным дисциплинам

Ризоев Б.М.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

Все люди воспринимают информацию совершенно по-разному. Это особенно заметно в неиндивидуальном образовании. Один преподаватель может показаться одним студентам интересным, а другие не будут его понимать. Мотивацией для изучения многих тем является именно заинтересованность, но, если человек не может разобраться в них – скорее всего, он забросит это дело довольно быстро. А преподаватели не могут уделить много времени на одну тему и одного человека.

Однако другие студенты могут на более понятном языке объяснить сложные темы, в которых они уже разобрались. Социальная сеть для студентов призвана решить эту

проблему. В ней нужно указать свои ФИО и номер института, дисциплины и темы, в которых разбирается человек и по которым ему нужна помощь. После этого система найдет подходящего студента и предложит собеседникам начать диалог. Затем можно назначить встречу в жизни или в удобной платформе и помочь друг другу по учебе.

Данный подход также хорошо сочетается с приобретающем в настоящее время популярность индивидуальной образовательной траектории. Студенты могут сами найти способы получить интересующие знания с помощью «наставников» - таких же студентов, которые разбираются в дисциплинах лучше.

Приложение написано на языке программирования JavaScript и библиотеке React с использованием Material Design – стиль графического дизайна интерфейсов. Для управления базами данных была выбрала PostgreSQL – свободная объектно-реляционная система. Сервер написан на языке Java с использованием Restful технологии.

Фронтенд-разработка с использованием технологий Flexbox, Javascript

Романов А.О.
Научный руководитель — Новиков Б.Б.
МАИ, Москва

В наше время каждая достаточно крупная и уважающая себя организация имеет веб-сайт в интернете. Это уже своего рода стандарт. И совершенно не важно, чем организация занимается, что производит, продает. Веб-сайт – это наиболее универсальный способ быть найденным в интернете, хотя и не единственный. Среди прочих вариантов имеют место быть также социальные сети и мобильные приложения.

Социальные сети для представления организации в интернете, чаще всего, бывают неудобны, так как не имеют какого-либо необходимого функционала. Мобильные приложения же, напротив, могут предоставить максимальный функционал. Однако им необходима установка и обновление; их интерфейс может различаться в зависимости от используемой платформы; а на некоторых платформах, или даже версиях операционных систем, они могут быть вовсе недоступны.

Если говорить о веб-сайте, то у каждой организации, у которой есть мобильное приложение, он обязательно есть. И не на всякий случай, а как раз на основной. Большинство людей в первую очередь находят в интернете и пользуются именно сайтом. Потому что он максимально доступен. Стоит нажать на ссылку – и он перед тобой. Адаптированный под устройство, интуитивно понятный и уже предоставивший какую-то информацию в виде, например, баннера на главной странице. Веб-сайт доступен всегда. Будь он открыт на последнем iPhone, дешевом Android планшете, или двадцатилетнем персональном компьютере, собранном из чего попало.

Из всего вышесказанного я для себя сделал вывод, что хочу связать свою жизнь, ну или, по крайней мере, ближайшее будущее именно с веб-разработкой. Я решил разработать собственный фронтенд веб-сайта, а именно – интернет-магазина мебели. На близком к профессиональному уровне.

Предполагается, что полученный в результате фронтенд будет как минимум не уступать, а как максимум – превосходить аналогичный у существующих крупных интернет-магазинов мебели.

Основные задачи фронтенд-разработки:

- Выбрать один из существующих интернет-магазинов мебели, проанализировать его и взять в пример;
- Освоить работу в графическом редакторе Adobe Photoshop CC.
- Изучить CSS модуль раскладки Flexible Box Layout Module (Flexbox);
- Углубленно изучить язык программирования JavaScript;
- Создать нескольких макетов страниц в Photoshop с различным дизайном;
- Сверстать полученные макеты используя технологии HTML, CSS, Flexbox, JavaScript;
- Отобрать лучшие дизайнерские решения;

• Осуществить верстку собственного интернет-магазина на основе лучших дизайнерских решений;

• Осуществить тестирование и устранение недостатков;

• Рассмотреть вопросы хостинга и публикации проекта;

• Рассмотреть вопросы защиты от несанкционированного доступа и антивирусной защиты.

На момент написания тезисов уже созданы три макета в Photoshop, осуществлена верстка двух из них. Планируется закончить данную работу к концу апреля 2021 года.

Решение проблемы использования русских символов при оформлении программ

Рубан А.А., Родионов В.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва

В ходе оформления программ и их исполнении, когда на русском языке используются имена операторов (макроопределений, именуемых русскими символами), диагностические распечатки в макроопределениях, а также задаются текстовые константы - наблюдается коллизия между кодировками, используемыми в редакторах, таких как БЛОКНОТ и Notepad++ и кодировкой используемой ОС при выдаче на экран. Всё это проявляется в виде появления «некорректных» символов при распечатке или же в несогласованности имен макроопределений в момент их макровызова.

В редакторе «БЛОКНОТ» используется только кодировка «windows-1251», а в редакторе «Notepad++» можно использовать целый спектр кодировок, в том числе и кодировку ANSI (кодировка windows) или «windows-1251», а для распечатки на экран из программы нужна кодировка «OEM 866». Но, если изменить кодировку файла на «OEM 866» и при этом использовать русские имена макроопределений, то они будут неправильно интерпретироваться транслятором ассемблера FASM [1]. Сразу стоит заметить, что использование разных кодировок в Notepad++ для разных файлов при их взаимном использовании тоже может привести к коллизиям. Поэтому, если вы используете файлы в одном проекте, то, как рекомендация, все они должны быть в одной кодировке.

Таким образом, возникает задача автоматического «перевода» на лету из кодировки «windows-1251» в кодировку «OEM 866» для «БЛОКНОТ» и из кодировки «UTF-8» опять же в кодировку «OEM 866» для «Notepad++» для вышеперечисленных случаев. Следует отметить, что можно использовать «ручное» кодирование русских текстов, используя таблицы кодировок и задавая русские символы через константы, которые соответствуют кодировке «OEM 866». Но при большом объеме распечаток текстовой информации такой способ весьма трудоемок.

В качестве решения задачи были разработаны макроопределения для макроязыка FASM [1], переводящие набираемый в редакторе русский текст – из кодировки «UTF-8» или «windows-1251» в кодировку «OEM 866», для двух случаев:

• Представления имен в тексте в программы на уровне трансляции.

-использования для задания русских текстовых констант, применяемых для распечатки текста в процессе исполнения программы.

При задании русских букв для кодировки «windows-1251» (в редакторе «БЛОКНОТ» все символы записываются только в этой кодировке), достаточно лишь уменьшить коды всех используемых символов на 64 (0C0h-080h) и мы получаем кодировку «OEM 866». А вот для Notepad++ при задании кодировки «windows-1251» редактор каждую русскую букву кодирует уже 2-х байтовым кодом UTF-8, что требует более сложной перекодирования из 2-х байтового кода в однобайтный код «OEM 866».

Для решения этой задачи были написаны 4 макроопределения: для редактора Notepad++ «dbr» - для задания русских текстовых констант и Print!Rfall- для представления распечаток во время трансляции, а в редакторе БЛОКНОТ «dbb» и Print!Bfall, соответственно. При

задании текстовых констант при их распечатке или других целях применения имеются издержки по использованию памяти, так как остаток от 2-х байтового кода приходится заполнять пробелами. Всё это определяется ограничениями транслятора FASM, не позволяющего сместить счетчик текущего байта в отрицательном направлении (назад).

Применение макроопределений не вызывает затруднений, необходимо знание только имени оператора при макровызове. Например, вместо задания текстовой константы на Ассемблере в обычной ситуации надо писать db 'Распечатка', тогда как для случая использования макроопределения — это будет dbr 'Распечатка'.

Использование таких макроопределений упростило технологию создания специализированного языка операторов СТРУКТОП на русском языке и было включено в практикум по курсу «Машинно-ориентированные языки».

Список использованных источников:

1. Flat assembler. Assembly language resources [Электронный ресурс] /. — Официальная документация — Режим доступа: https://flatassembler.net/docs.php

Описание процесса разработка модуля для управления проектами на базе СЭД Директум

Рудько И.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.

Филиал «Стрела» МАИ, Жуковский

В данной работе будет описан процесс разработки системы управления проектами на базе системы электронного документооборота Директум. Данное решение соответствует выбранной концепции системы и представляет собой средство автоматизации и визуализации управления задачами. Решение предназначено для управления задачами проектов и может использоваться в различных отраслях деятельности: разработке программного обеспечения, проектировании, финансовых и страховых услугах, промышленности, образовании и других видах деятельности.

Система представляет собой модуль платформы Директум (версия, начиная от 5.7.1) программное обеспечение, в основу которой положена стандартная трехуровневая структура: клиент, сервер приложения, сервер базы данных. Ядром модуля является канбан доска, которую пользователи смогут использовать для управление задачами (регистрация/мониторинг/оптимизация), визуализации рабочего процесса, назначения ответственного за задачу, контроля срока исполнения задач. Цели создания модуля: автоматизация процесса планирования и контроля сотрудников, автоматизация процесса управления циклами разработки, автоматизация процесса управления задачами.

Стоит учитывать, что разработка модуля управления проектами будет отличаться от стандартного процесса разработки модуля Директум. Проблема в том, что на данный момент в системе нет встроенных стандартных инструментов разработчика, которые позволили бы разработать полноценную доску и как следствие требуемый функционал. В качестве альтернативы будет использован встроенный компонент разработчика типа «Веб браузер». Предназначение этого компонента – отображение веб-страниц. Он позволяет в качестве источника указать html страницу и отобразить ее содержимое. Поэтому архитектурно предлагается разработать доску со всеми визуальными эффектами и разбивкой задач по заранее заданным статусам используя стек технологий HTML + CSS + JavaScript. Эта часть будет являться фронтендом для модуля. При разработке также следует учитывать, что компонент «Веб браузер» работает только в совместимости с браузером internet explorer или с более новой версией браузера Microsoft edge. В качестве бэкэнда необходимо разработать сценарии на языке платформы IS-Builder language. Эти сценарии будут возвращать в формате JSON информацию об объектах модуля, например о задачах. Далее эти сценарии вызываются в JavaScript, результаты их выполнения проходят десериализацию и влияют на отображаемый на доске результат.

Для модуля необходимо создать следующую структуру справочников внутри системы:

• «Шаблоны проектных статусов» - универсальный шаблон для проектных статусов;

• «Стандартные проектные статусы» – стандартные статусы для задач по проекту. При создании записи справочника выбирается щаблон проектного статуса;

• «Настроенные проектные статусы» – статусы задач в контексте проекта. По ним отображаются колонки канбан доски. У нескольких проектов могут быть одинаковые статусы, и чтобы пользователю не приходилось каждый раз создавать одни и те же статусы система будет предлагать выбрать ему шаблон стандартных статусов при создании нового проекта;

• «Спринты» - временные промежутки, в рамках которых будут создаваться задачи. Данный справочник будет использован для фильтрации задач проекта;

• «Рабочие проекты» - проекты, у каждого проекта будет своя доска со своими задачами;

• «Задачи» - справочник задач. Каждая задача привязана к проекту, спринту и настроенному статусу

В заключение, необходимо отметить, что разработка данного модуля выходит за рамки процесса разработки любого другого модуля Директум. Для решения поставленной задачи и достижения целей необходимо использовать стек фронтенд технологий. Также необходимо четко проработать структуру и связь справочников системы друг с другом.

Разработка приложения для тестирования обучающихся

Русаков В.В.
Научный руководитель — Лезжова А.М.
СФ МАИ, Ступино

В последнее время всё большее внимание уделяется проведению различного оценочного тестирования обучающихся с целью получения оценки успеваемости. Грамотно разработанное тестирование, учитывающее все необходимые критерии, позволяет преподавателям повысить уровень объективности полученной оценки результатов обучения и снизить или исключить возникновение конфликтов на почве образовательного процесса.

Создание приложения для автоматического проведения тестирования имеет большую практическую значимость: оно обеспечит объективную оценку знаний в сжатые сроки, так как обработка результатов занимает мало времени, все результаты фиксируются в единой базе данных, также упрощается анализ успеваемости учеников.

В рамках данной работы рассматривается создание многопредметного приложения тестовой системы, предназначенной для проведения автоматизированного контроля знаний обучающихся СФ МАИ.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Изучение методов оценки уровня знаний обучающихся при помощи тестирования.

2. Разработка базы данных, включающей тестовые задания, предметы, учеников.

3.Разработка и реализация алгоритмов формирования очередности появления вопросов в соответствующих блоках.

4. Выделение перечня общих и специальных элементов интерфейса, а также двух программных блоков, используемых для оценки знаний и для редактирования базы.

5. Проектирование и разработка кластера обработки результатов.

6. Проведение тестирования и отладка системы.

В ходе работы использовались следующие технологии: C#, SQL, Windows forms.

Разработанное приложение имеет многоуровневую структуру: обработка всех данных выполняется с использованием элементов, представляющих несколько логических разделов.

Данное приложение включает три уровня: представления, средний уровень и уровень данных.

Уровень 1 - клиентская часть. Данный уровень отвечает за представление данных пользователю. Пользователь использует программу-браузер для взаимодействия с тестирующим приложением. С помощью программы-браузера пользователь через сеть взаимодействует с сервером базы данных и с приложением.

Уровень 2 - уровень бизнес – логики и обработки данных. Отвечает за основную логику приложения и логику обработки данных. На этом уровне и располагается приложение тестирующего приложения.

Уровень 3 - серверная часть. На этом уровне определяется, какие данные доступны конечному клиенту. Тестирующее приложение располагается на одном сервере вместе с БД, а взаимодействие с пользователями происходит через браузер.

В многоуровневых приложениях используется разграничение доступа к данным: средний уровень используется для сохранения изоляции от конечных пользователей, имеющих доступ только к уровню представления.

Тестирующая система реализует следующие функции:

• Аутентификация студентов;

• Проведение тестирования;

• Выдача преподавателю результатов пройденного теста.

Тестирующая система представляет собой тонкий клиент/сервер с трехуровневой архитектурой.

Независимость от платформы.

Тестирующая система гарантирует пользователю взаимодействие независимо от платформы, поскольку операционная система Windows установлена практически на всех существующих вычислительных платформах.

На данный момент система проходит этап тестирования и отладки, после чего планируется её внедрение в учебный процесс кафедры МСиИТ СФ МАИ.

Программный комплекс для обучения языку Matlab

Самодина К.М.

Научный руководитель — д.т.н. Кривилев А.В.

МАИ, Москва

Одна из задач, стоящая перед разработчиками сложных технических комплексов, заключается в освоении современных языков программирования, которые позволяют автоматизировать целый ряд этапов проектирования и получить результат в наглядном для анализа виде. С целью сокращения времени на знакомство с языком программирования разработчики стараются улучшить представление справочной информации, дополняя её обучающими примерами. Однако, современные справочные системы по языкам, используемым в системах компьютерной математики, не содержат встроенных интерактивных ресурсов, позволяющих пользователю самостоятельно проводить контроль своего уровня знаний языка.

В докладе рассматривается разработанный в системе Matlab программный комплекс, предназначенный для интерактивного обучения и тестирования знаний по языку программирования Matlab. Программный комплекс может работать в двух режимах: обучения и тестирования. Отличительной особенностью разработанного программного комплекса является семантическая, а не синтаксическая проверка введённого выражения, т.е. оценивается результат выполнения выражения, а не многообразие его правильных форм. Представляемый программный комплекс является улучшенным вариантом программного комплекса, описанного в [*]. Отказ от синтаксической проверки позволил примерно в два раза сократить код анализатора выражений и существенно повысить его надёжность.

Список использованных источников:

1. Кривилев А.В. Основы компьютерной математики с использованием системы Matlab - М.: Лекс-книга, 2005. 496 с.

Систематизация и мониторинг методов обработки данных в больших компьютерных диапазонах

Сапунова Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Инютин С.А.
МАИ, Москва

Многие теоретические и прикладные задачи теории чисел требуют проведения обработки больших объемов информации в широком диапазоне с высокой достоверностью и точностью вычислений. Используются диапазоны, при которых значения операндов сильно, то есть на несколько порядков, превышают машинный диапазон для типовых целочисленных машинных форматов. Другими словами: из-за высокой размерности данных неизбежно повышается вероятность потери части представления числа, поэтому при работе с такими числами следует использовать особые форматы данных и многоразрядную компьютерную арифметику, которая позволит эффективно распараллелить вычисления.

Для указанных целей перспективна именно модулярная компьютерная арифметика, так как она обеспечивает параллельное выполнение всех кольцевых операций, относительная простота управления вычислительным диапазоном, а именно изменение количества компонент модулярного формата данных. Основы модулярной арифметики обуславливают ее реализуемость на многопроцессорных компьютерах. Однако выход из строя даже незначительного количества вычислительных узлов вместе с высокой трудоемкостью алгоритмов обработки чисел большого диапазона может привести к серьезным и сложно решаемым проблемам восстановления. Для решения возникающих проблем с вычислительными ресурсами при работе с большими компьютерными диапазонами, разработаны методы к распределенному хранению и обработке.

Для проведения корректной систематизации и мониторинга методов обработки данных в больших компьютерных диапазонах необходимо анализируются ряд задач, в которых данные методы применяются. В теории чисел существует следующие вычислительные проблемы:

1. Тестирования на простоту чисел специального вида (чисел Ферма, числа Мерсенна, числа Кармишаэля, числа Вифериха, простые Вильсона, NSW-простые).
2. Тестирования на простоту чисел произвольного вида.
3. Вычисление простых делителей и нахождение канонического мультипликативного разложения числа.
4. Поиск больших и сверхбольших простых чисел вида $4 \bullet k+1$.
5. Поиск псевдопростых чисел.
6. Поиск чисел близнецов.
7. Поиск нечетного совершенного числа.
8. Проверка местоположения нулей дзета-функции Римана.
9. Поиск цепочек простых чисел в арифметических прогрессиях.

Перечисленные задачи имеют алгоритмы решения, однако данные алгоритмы обладают высокой сложностью. Для проведения систематизации методов обработки данных на примере вычислительных проблем выявляются критерии оценки их сложности в соответствии с Теорией сложности вычислений. Оценив каждый метод на основе общих параметров и разработав концепцию управления этими данными, можно получить удобный механизм мониторинга методов обработки данных в больших компьютерных диапазонах, облегчающий принятие решений относительно выбора алгоритма.

Список использованных источников:

1. Рибенбойм П. Рекорды простых чисел. // Успехи математических наук, 2006. — Pp. 365.
2. Ахо А. и др. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. // Aho A.V. The Design and Analysis of Computer Algorithms. –М.: Мир, 2011. –536с.
3. Инютин С.А. Оценки сложности квадратичных модулярных операций// Информатика: проблемы, методология, технологии: сб. трудов XVI межд. научно-метод.

конф., Зеленоград, 12.02 2017 г. – Москва-Зеленоград: Из-во «Научно- исследовательские публикации», 2017. –С.151-155.

4. Инютин С.А. Основы многоразрядной алгоритмики. –Сургут: из-во РИЦ, 2002. — 238с.

5. Инютин С.А. Модулярные вычисления в сверхбольших компьютерных диапазонах // Известия вузов. Электроника. № 6, 2003. –С.65-73.

6. Таненбаум А., Стеен М. Распределенные вычислительные системы. Принципы и парадигмы, серия: Classic computer science //Andrew S. Tanenbaum, Maarten van Steen. "Distributed calculation systems. Principles and paradigms". — Санкт-Петербург: Питер, 2013. — 877 с.

Индивидуализация кода программ, учитываемых в депозитарии

Селиванов Д.А., Думанский А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва

Вопрос безопасности данных является одним из наиболее важных в сфере информационных технологий. Приобретая ту или иную программу, пользователь может столкнуть с проблемой, когда его информация, личные данные, переговоры с другими людьми могут подвергнуться взлому или утечке из-за перехвата, копирования или вскрытия программы, используемой для передачи данных. В такой ситуации перед производителями подобных программных продуктов естественным образом встают следующие вопросы: как обезопасить программу от потенциального взлома? Как защитить данные, передаваемые и хранимые пользователем? Как обеспечить аудит всевозможных пользовательских действий на предмет возможных нарушений? И как доказать правомочность владения программным продуктом и подтвердить, что это именно тот экземпляр, который принадлежит конкретному пользователю?

Для этого разрабатывается модель программного комплекса «Голосовая почта» [1], на которой отрабатываются все эти вопросы.

Ответом на последний, вышеуказанный вопрос может послужить создание индивидуализированных программ с высоким уровнем защиты на основании уникального кода для каждой программы, выдаваемой пользователю, а также создание учета владения такой программой в виде узаконенной структуры - специализированного депозитария, который будет обеспечивать закрепление «содержания» кода за персоной, устанавливать факт принадлежности того или иного кода определенному владельцу и отслеживать законность применения кода при географическом перемещении владельца программы или при других не оговоренных действий. Такого рода формирование кода программы на основе единого алгоритма будем называть индивидуализацией продукта. Депозитарий является третьей формальной стороной, которая может документально подтвердить факт владения при возникающих спорах о владении и может формировать объективный, юридически значимый документ для разрешения споров в суде. Механизм мониторинга контактов и использования тех или иных экземпляров кода без возможности вскрытия самого содержания контакта позволяет отследить историю использования продукта и гарантировать возможность использования единственного экземпляра кода при передачах голосовых сообщений. Любое нарушение, выходящее за рамки оговоренных правил, сообщается в службу депозитария. В результате анализа нарушения принимаются действия по выявлению причин и, при необходимости, об этом информируется пользователь. Обеспечение юридической правомочности выше указанных действий депозитария требует разработки соответствующих законодательных актов.

Таким образом, Депозитарий будет выполнять следующие функции:

- Регистрацию новых пользователей;
- Индивидуализацию (закрепление «содержания» кода за персоной);
- Проверку выдаваемого кода на целостность и функциональность;

• Фиксацию случаев нарушений установленных правил владения;
• Формирование стратегий действий при выявлении нарушений.

Такой депозитарий, требует условий своего функционирования подобно хранилищу ценных бумаг и должен быть полностью блокирован от сетевого доступа. Все взаимодействия со смежными службами и пользователем только индивидуально и только через специальные носители.

Полная реализация всех функций депозитария при наличии соответствующих юридических актов создаст условия обеспечения прав владения и авторских прав аналогичных физическому владению объектов недвижимости и других объектов собственности.

Список использованных источников:

1. Думанский А. И., Федюк Ю.О. Защита программного продукта через его индивидуализацию на примере модели Голосовой почты / Гагаринские Чтения 2020 (Москва, 14-17 апреля 2020 г.) URL: https://gagarin.mai.ru/files/2020/abstracts2020.pdf С. 294–295.

Разработка и применение информационно-аналитической веб-системы для обучения немецкому языку

Семенова Т.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.
МАИ, Москва

Интернет-технологии широко используются при изучении иностранных языков. Веб-системы позволяют делать это гибко – у пользователя нет привязки к одному местоположению или устройству. В настоящее время в русском сегменте сети Интернет наиболее распространены системы, помогающие при изучении английского языка. Их функциональность значительно шире веб-систем, обучающих другим языкам, в частности, немецкому.

Немецкий язык – второй по популярности иностранный язык в русскоговорящих странах [1], что делает актуальным разработку и развитие информационно-аналитической веб-системы для обучения немецкому языку, которая основана на применении современных подходов к изучению иностранных языков и предоставляет возможность учиться с неугасающим интересом [2].

В процессе разработки требований к создаваемой системе были проанализированы популярные существующие веб-системы для изучения английского и немецкого языков. Из них были выделены наиболее актуальные и полезные функции, на основе которых были спроектированы основные разделы и модули новой системы [3].

Обучающая система обладает механизмами регистрации и авторизации, чтобы обеспечить сохранность данных пользователя.

Немецко-русский словарь – одна из главных составляющих системы обучения языку. Пользователь может составлять персональный словарь из слов, которые ему необходимо выучить, добавляя их вручную из крупного (общего) словаря. Слова из личного словаря становятся основой для лексических тренировок – упражнений, позволяющих эффективно запоминать иностранную лексику.

Для тренировки различных языковых навыков (аудирования, чтения и т.д.) в систему включается раздел материалов, содержащий текстовые статьи, аудиозаписи и видеоролики на немецком языке. Грамматические правила, которые обучающемуся обязательно необходимо усвоить для того, чтобы уметь разговаривать на новом языке, также составляют отдельный раздел. Вместе библиотека материалов и раздел грамматики составляют информационный модуль системы.

Для повышения мотивации и привлечения большего внимания пользователей к обучению веб-система реализует игровые техники, релевантные для целевой аудитории

(молодых людей в возрасте до 35 лет). Они подразумевают получение наград и достижений за различные действия и повышение игрового уровня.

Важный модуль составляют аналитические функции. Они включены в веб-систему для того, чтобы предоставлять статистическую информацию о процессе обучения. Таким образом, пользователь узнаёт, где он допустил ошибки и на какие темы ему стоит обратить внимание для повышения эффективности усвоения материалов. Администратор же на основании обобщённых данных сможет принимать решения о модификации и совершенствовании различных разделов системы.

Изучение иностранных языков с использованием информационных технологий – это удобный и современный метод. Информационно-аналитическая система позволит всем социальным группам учить немецкий язык интересно и эффективно.

Список использованных источников:

1. Кто в наше время учит немецкий язык – Deutsche Welle: сайт. – URL: https://www.dw.com/ru/кто-в-наше-время-учит-немецкий-язык/a-53675292 (дата обращения: 22.02.2021). – Текст: электронный.

2. Семенова, Т. Б. Концепция веб-системы по изучению немецкого языка / Т. Б. Семенова // «Гагаринские чтения – 2020»: Сборник тезисов докладов. — М.: МАИ, 2020. — 1731 с. – С. 502-503.

3. Семенова, Т. Б. Создание информационно-аналитической системы обучения немецкому языку / Т. Б. Семенова // Информатика: проблемы, методы, технологии: сборник материалов XX международной научно-методической конференции, Воронеж, Воронежский государственный университет, 13-14 февраля 2020 г. – Воронеж: «Научно-исследовательские публикации» (ООО «Вэлборн»), 2020. – 2305 с. – С. 167-172.

Разработка шестеренного насоса для подачи пускового топлива с выбором подходящей шестеренки

Скворцова Е.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

В современном мире человек не представляет свою жизнь без технологий, которые в свою очередь, постоянно совершенствуются. Взглянув на карту полетов воздушных судов, то можно увидеть более тысячи самолетов, пролетающих над землей. Каждое воздушное судно имеет свои параметры и расчеты. Одним из главных элементов конструкций в самолете является насос для подачи пускового топлива. Такой насос для подачи пускового топлива получил широкое распространение не только в авиации, но также и в промышленной и автомобильной сфере. Именно поэтому в настоящее время является актуальным вопрос разработки насоса подачи пускового топлива.

Геометрическая модель разрабатываемого шестереночного насоса представляет собой сборку из рабочей части, корпуса, крышки и клапана перепуска. Рабочая часть состоит из шестерни с подшипниками, штифтами и муфты привода. Муфта привода состоит из муфты, втулки и штифтов. Клапан перепуска состоит из корпуса, стаканчика, пружины и регулировочного винта.

Шестеренные насосы имеют ряд плюсов, а также и минусов. Главными преимуществами являются простота, небольшое количество трущихся деталей, небольшая габаритность, допуск сочетаний разного количества секций и ступеней в одном блоке. К недостаткам относят – как следствие износа - это уменьшение производительности и замена шестерни, а также низкое КПД и нерегулируемый рабочий объем. В шестеренном насосе одной из главной части является шестеренка, которая улучшает работу и подачу пускового топлива без лишних потерь. Именно поэтому для разработки шестеренного насоса в системе автоматизированного проектирования необходимо подобрать шестеренку с нужными параметрами. Для выбора шестеренки следует произвести расчет производительности.

Для расчета шестеренки насоса необходимо определить параметры самого насоса. Порядок определения параметров насоса следующий – определение расчетной производительности, подбор модуля и числом зубьев, подбор допустимой окружности, нахождение числа оборотов насоса и вычисление требующейся ширины шестерен.

В разрабатываемом шестеренном насосе имеются параметры, которые фиксированы. К таким параметрам относят диаметр зубчатого колеса и требуемая производительность. В расчете показатели производительности на предполагаемые потери следует искусственно завысить на 10-15%, так как расчеты необходимо производить без учета КПД. Известен также размер начальной окружности шестерен с диаметром 28 мм, а также необходимая производительность насоса, равная 1,33 л/с. Из всего этого следует, что расчетная производительность далее будет равняться 1,5 л/мин. Для известного диаметра шестерни подходит два набора модуля – это 2 и 2,5, с числом зубьев 12 и 10 соответственно. Для выбора из двух подходящих шестеренки находимо найти две производительности. Окружность принимается по соответствию с начальным диаметром, принимая его за 1,7 м/мин. Рассчитав производительности получается, что производительность с 12 зубьями равна 1,58 л/мин, а с 10 зубьями – 1,64 л/мин.

Оценивая полученные значения производительности, получаем, что шестерни с модулем 2 и числом зубьев 12 предпочтительней по производительности. С такой производительностью шестеренка будет давать меньшую кавитацию.

При разработке шестеренного насоса была подобрана шестеренка, которая воспроизводится путем задания одного или нескольких параметров в виде переменных. Для выбора переменного параметра была рассмотрена производительность насоса, которая зависит от числа оборотов ротора, числа качающих элементов, рабочей протяженностей качающих элементов и площади рабочего сечения каждого качающего элемента. Это значит, что выполнение изделия шестереночного насоса, будут зависеть от шестерни – ее диаметра и количества зубьев.

Таким образом, изменяя в разработанной модели количество зубьев и проводя прочностной расчет, можно изменить производительность насоса, но при этом не изменяя другие параметры. Именно такой комплекс расчетов дает возможность оценить и получить лучшее конструкторско-технологическое решение без лишних потерь.

Оценка точности вычислений в методе конечных элементов

Смирнов Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва

Рассчитываемые методом конечных элементов конструкции разбиваются на конечные элементы (КЭ), соединяемые с соседними элементами в узлах. Для каждого элемента подбирается функция, с помощью которой будет проводится аппроксимация. В самом простом варианте - полином первой степени. Заранее неизвестны значения элементов в узлах, которые являются решением задачи. Коэффициенты аппроксимирующих функций обычно ищутся из условия равенства значения соседних функций между элементами (в узлах). Составляется система линейных алгебраических уравнений. Количество уравнений равно количеству неизвестных значений в узлах, на которых ищется решение исходной системы. После этого с помощью формул из теории упругости и использованием полученных значений перемещений в узлах и выбранной схемы интерполяции перемещений в каждом КЭ находится распределение напряжений и деформаций в каждом КЭ и на всём объекте.

В настоящем исследовании рассматривается плоская деформация. Для определения внутренних сил, действующих в твердом теле при деформации, используют так называемые условия равновесия, которые требуют отсутствия движения тела при приложении к нему системы сил. Упрощенная развернутая запись этих условий для плоской задачи теории упругости приводит к системе двух уравнений. Неизвестными в этих уравнениях, которые

можно трактовать как уравнения равновесия тела, являются перемещения. Найдя их, можно определить деформации вида: растяжения, сжатия, сдвига. Деформации так же являются функциями, изменяющимися от точки к точке, то есть деформации – частные производные полинома, который описывает конечный элемент. Поэтому, взяв частные производные, мы получим коэффициенты при неизвестных x, y. После подставим в формулы, где оставшиеся компоненты – постоянные, взятые из характеристики материала, из которого делается конструкция. Следовательно, на значение напряжения влияют только коэффициенты при x и y, которые мы нашли, решив системы уравнений и взяв частные производные, а также координаты узлов [1].

При решении больших систем уравнений В CAE-системах возникают вычислительные трудности [2], одни из которых связаны с тем, что числа, с которыми работает техника, имеют большое количество знаков после запятой.

Сейчас операции с числами большого порядка, имеющих большое количество знаков после запятой – уже не является проблемой.

Но возникает вопрос: какая точность вычислений целой части напряжений в методе конечных элементов является достаточной, чтобы компьютер не использовал лишнюю память, затрачивал меньшее время на расчет, но решал поставленную задачу с точностью, приемлемой для расчетчика или проектанта. Особенно этот вопрос актуален при использовании студентами домашних компьютеров с ограниченными ресурсами в рамках дистанционного обучения [3], при проведении расчетов в облачной среде с оплатой за потребленные ресурсы [4], а также при создании учебных веб-приложений [5].

Учитывая, что в практической работе для оценки напряжений достаточно иметь их значения с точностью до целых значений, предоставляется возможность оценить необходимую точность задания координат узлов и перемещений этих узлов.

Можно даже утверждать, что погрешность по напряжениям до 10% является допустимой.

Исходя из этих допущений в ходе настоящего исследования экспериментально установлено, что точность вычисления координат узлов, их перемещения, порядка 10**(-5) является оптимальной. Определяя напряженно-деформированное состояние пластины, находящейся в условиях плоского деформированного состояния, значения напряжений теряют не более 10% точности.

Список использованных источников:

1. Коровайцев А.В., Коровайцева Е.А., Столярчук В.А. Структурный подход в расчетах прочности и устойчивости простейших элементов конструкций летательных аппаратов. – URSS, М.: ЛЕНАНД, 2015. – 376 с. – ISBN 978-5-9710-2081-3.

2. Столярчук В.А. Учебная САПР с открытым исходным кодом // Научно-технический вестник Поволжья. – 2017. – №5. – С. 156-159.

3. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

4. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 32-34.

Использование цифровой обработки сигналов для приема и регистрации телеметрической информации

Спандияр С.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуматаева Ж.Е.
МАИ, Байконур, Казахстан

В настоящее время для решения ряда задач использование методов цифровой обработки сигналов (ЦОС) получает широкое распространение. Последовательность цифровых кодов, с которыми непосредственно оперируют системы ЦОС, называются цифровыми сигналами.

Цифровая обработка сигналов реализуется с использованием различных методов, которые более востребованы, чем методы аналоговой обработки, применявшихся ранее.

Обработка сигналов цифровыми средствами применяется и в телеметрии. Изначально с бортов космических аппаратов, ракет-носителей и ракет космического назначения отправляются аналоговые сигналы. Цифровая обработка таковых сигналов происходит только после предварительного преобразования их в цифровую форму.

Целью исследования является анализ существующих методов цифровой обработки сигналов в области телеметрии и выявление оптимального решения при обнаружении сигнала, оценке параметров сигнала, фильтрации сообщений.

В настоящее время сигнал обрабатывается с помощью малогабаритной приёмно-регистрирующей станции (МПРС), где производятся физические преобразования аналогового сигнала, приём и оцифровка аналогового сигнала и предоставление сигнала в комплексном виде, после чего комплексный оцифрованный сигнал преобразуется в набор бит с помощью демодулятора.

Предлагается использовать более дешевые и менее габаритные средства для обработки сигнала, такие как SDR-приемник и персональный компьютер.

В результате исследования можно выявить приближенные к оптимальным методы обработки сигнала. Это позволит в большей мере контролировать качество принимаемого сигнала и качество оценки измеряемых параметров.

При цифровой обработке сигналов факторы, вызывающие искажение, потерю качества сигнала, сводятся к минимуму; обработка информации производится программными средствами. Простая настройка и применение специальных алгоритмов для обработки сигналов существенно повышают эффективность и производительность работы.

Особенности применения метода генеративного дизайна на предприятии

Старчаус В.С.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва

Генеративный дизайн представляет собой тип проектирования, который опираясь на цели и ограничения геометрии, находит наиболее эффективную форму объекта.

В качестве целей выступает уменьшение массы и/или увеличение жесткости конструкции.

А в виде ограничений оказываются следующие показатели:

- Резолюция синтеза
- Геометрия ограничений
- «Зеленая зона»
- Нагрузки
- Фиксации
- Назначение методов производства
- Указание перечня материалов

С генеративным дизайном, нет единого решения; вместо этого, есть потенциально тысячи отличных решений.

Встроенная симуляция является одним из преимуществ данной технологии. В самом софте есть возможность проверить сгенерированную модель на прочность по разным

параметрам, которые важны именно для разрабатываемой детали. Это важно при работе отраслей, которые касаются человеческой жизни.

Основное преимущество применения метода генеративного дизайна, которое несет в себе большое значение для производства – это снижение массы детали в несколько раз. При этом следует учитывать, что уменьшение веса конструкции не имеет такое последствие, как ухудшение прочностных характеристик.

Если мыслить масштабнее, снижение массы благотворно влияет на экологическую ситуацию, которая на данный момент находится не на самом лучшем уровне. Уменьшение веса влечет за собой отсутствие необходимости использовать избыточное количество материала для создания изделия. В таком случае, если говорить о традиционном производстве, и излишки материала стремятся к минимизации отходов.

Из-за того, что метод генеративного дизайна основан на работе нейронных сетей, его использование сводит вероятность человеческой ошибки в ходе создания трехмерного объекта к минимуму. Происходит это потому что метод учитывает все входные данные, влияющие на геометрию детали, и не имеет возможности ошибки.

Генерация моделей зависит и от метода производства. Таким образом, при работе с методом можно выбрать ту сгенерированную модель, которая удовлетворяет параметрам, уже использующимся на предприятии. Речь идет о материалах и способе производства. Это значит, что предприятию не требуется реструктуризация, которая не всегда имеет положительный исход с финансовой точки зрения.

При выборе модели, созданной под тот тип производства, который уже используется на предприятии, нет необходимости менять инструменты и станки, переобучать сотрудников и привлекать новые кадры. Так же, если остановить выбор модели на том же материале, который уже используется, то не придется искать новых поставщиков материалов и учиться работать с ними.

Независимо от того, что некоторые факторы производства не меняются, меняется масса конструкции. Снижение массы влечет за собой снижение затрат на материалы, уменьшение отходов, сокращение транспортных расходов.

Применение генеративного дизайна на предприятии имеет положительное влияние как с точки зрения подхода к производству, так и с экономической точки зрения.

Система распознавания рукописного текста

Таршина В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кондрашов Ю.Н.
МАИ, Москва

В рамках научно-исследовательской работы была разработана экспериментальная система распознавания рукописного текста для обработки бумажных документов на предприятии с большим объемом бумажной документации и информационной системой, в которую эти данные предполагается вводить. Примерами систем, где это будет востребовано, являются системы управления жизненным циклом изделий [1, 2] и специализированные системы для дистанционного обучения [3].

Цель работы заключалась в анализе программных средств и алгоритмов решения задачи распознавания рукописных текстов, выборе наиболее эффективных с точки зрения точности и затрачиваемого времени на работу и реализации системы распознавания, что позволит распознавать хранящиеся сканы документов [4].

Процессы, из которых состоит система распознавания рукописного текста:

- Загрузка пользователем растрового изображения документа;
- Предобработка;
- Сегментация страницы;
- Классификация, с использованием технологий машинного обучения;
- Получение результата.

Таким образом, в качестве входных данных системы будет растровое изображение страницы обрабатываемого документа. Если изображение имеет низкое качество, шумы, низкую контрастность, то это усложнит работу, поэтому для алгоритмов распознавания желательно, чтобы растровое изображение документа была как можно более высокого качества. Потому необходимо провести предварительную обработку изображения, направленную на улучшение качества изображения, что включает в себя повышение контрастности и резкости, фильтрация изображения от шумов, выравнивание и преобразование в используемый системой формат. Далее на вход модуля сегментации попадает ранее подготовленное изображение. Задача модуля сегментации заключается в выявлении структурных единиц текста, таких как строки, слова, символы и числа. Цель модуля сегментации заключается в разбиении изображения на фрагменты уровня цифр. Затем выявленные фрагменты изображения попадают на вход разрабатываемого классификатора. Классификатор будет разработан с учетом выбора нескольких алгоритмов, среди которых будет выбран алгоритм, показывающий наилучший результат работы классификатора рукописных цифр.

Внешняя оболочка реализована с помощью HTML/CSS/JavaScript, серверное API реализовано при помощи языка Python и Flask. Встроенный модуль распознавания цифр разработан с помощью алгоритмов машинного обучения на языке Python с использованием библиотек. Для того чтобы обучить модель была использована база данных образцов рукописного написания цифр MNIST. Разработка модели решения состоит из таких задач, как анализ входных данных, формирование выборки, обучение моделей, оценка качества работы нескольких моделей, выбор модели [5].

Поставленная задача относится к задаче классификации, для решения которой использовали несколько алгоритмов, а именно алгоритмы k-ближайших соседей, дерево решений и случайный лес, а также было предположено, что хороший результат дадут сверточные нейронные сети. В результате получили следующие точности соответственно 96.9%, 85.2%, 94.9% и 99.6%. Наилучший результат 99.6% показала сверточная нейронная сеть, следовательно, модуль построен на данной модели.

Список использованных источников:

1. Кондрашов Ю.Н. Использование аналитических технологий в системах поддержки принятия решений на этапах жизненного цикла аэрокосмических изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №5. – С. 37-41.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

3. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №11. – С. 24-26.

4. Кондрашов Ю.Н. Развитие хранилищ данных для работы с Big Data в системах поддержки принятия решений // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №9. – С. 30-33.

5. Кондрашов Ю.Н. Оптимизация плановых решений на сетевых моделях для задач большой размерности // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №4. – С. 20-24.

Исследование и разработка средств для организации облачного хостинга учебных приложений

Трепаков Т.И.

Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.

МАИ, Москва

В связи с необходимостью развития средств дистанционного обучения для дисциплин, где используется большое количество компьютерного оборудования и программного обеспечения, постоянно нарастает потребность в системах, которые позволяют

разработчикам размещать учебные приложения и предоставлять к ним доступ учащимся через Интернет. Такие системы относятся к классу хостингов приложений.

Для обеспечения отказоустойчивости и масштабируемости такая система должна быть облачной [1]. Для удобства размещения вновь создаваемых приложений она должна поддерживать распространенные языки программирования. Уже существует множество хостинговых платформ для программ на популярных языках PHP и Python, но в настоящее время с развитием кроссплатформенных веб-приложений [2] активно набирает популярность язык JavaScript, поэтому многие разработчики предпочитают программную платформу Node.js.

Программная платформа Node.js [3], позволяет запускать на сервере программы написанные на языке программирования JavaScript, осуществлять взаимодействие с устройствами ввода-вывода и внешними библиотеками, написанными на разных языках программирования, обеспечивая полноценное взаимодействие программ на языке JavaScript со всеми ресурсами сервера. Поскольку Node.js основан на принципах событийно-ориентированного и асинхронного программирования с неблокирующим вводом/выводом, удается обеспечить высокую производительность приложений, написанных для данной платформы.

В начале работы происходит отправка клиентом запроса к серверу, затем вызов соответствующей программы передается от сервера к интерпретатору, который после

обработки запроса возвращает результат работы программы серверу. В итоге, результат, полученный сервером, отправляется обратно клиенту. Поскольку программа работает на сервере, а клиент общается с ней через адаптивный веб-интерфейс [4], становится возможным использование клиентами любых стационарных и мобильных устройств со стандартными веб-браузерами. Это позволяет обеспечить дистанционный доступ к учебным приложениям широкому кругу лиц, не предъявляя особых требований к их аппаратному обеспечению.

В данной работе были исследованы существующие хостинги приложений, изучен их функционал в части поддержки языков программирования и систем управления базами данных (СУБД). В результате были разработаны набор и конфигурация программных средств для удовлетворения существующей потребности.

В предлагаемом решении в качестве интерпретатора языка программирования и веб-сервера используется Node.js, в качестве СУБД были выбраны реляционная СУБД MySQL, и документоориентированная СУБД MongoDB.

Для создания отказоустойчивого облака используется операционная система Linux Ubuntu и система управления серверами MAAS [5], что позволяет выделить каждому разработчику изолированную виртуальную машину KVM, содержащую вышеописанное ПО. При этом для каждой виртуальной машины в любой момент может быть выделен необходимый для работы объем ресурсов, что обеспечивает быстрое масштабирование.

В ходе проделанной работы получен полноценный облачный хостинг приложений, написанных на языке Node.js, с использованием СУБД MySQL и MongoDB. Эта система будет полезна для многих учебных и научных задач, таких как создание учебных программных пособий для студентов, а также проведения вычислений, используя мощности облака.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. 2019. №12. С. 56-58.

2. Гинзбург И. Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №84. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149 (дата обращения 03.02.2021).

3. Node.js [Электронный ресурс] // Официальный сайт Node.js. URL: https://nodejs.org/ (дата обращения 03.02.2021).

4. Гинзбург И. Б. Отказоустойчивые веб-интерфейсы для геоинформационных систем с использованием данных дистанционного зондирования Земли // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. №4. С. 72–75.

5. MAAS. Metal as a Service [Электронный ресурс] // Официальный сайт MAAS Canonical Ltd. URL: https://maas.io/ (дата обращения 03.02.2021).

Использование цифровых подписей в системе электронного документооборота

Трохимчук Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бродский А.В.

МАИ, Москва

Стремление исключить или сократить использование бумаги из бизнес-процессов компании и перейти на электронный документооборот – одна из заметных и значимых тенденций современности. Пандемия коронавируса еще больше подтолкнула государственные и коммерческие организации к этому.

Переход на безбумажный документооборот позволяет сократить издержки предприятий и повысить эффективность их бизнес-процессов, однако такая трансформация требует определенных затрат, связанных с внедрением технологических решений, изменением регламентов, мероприятий по минимизации рисков, вытекающих из факта применения электронных документов. Чем больше поток бумажных документов – тем актуальнее вопрос перехода к безбумажному обмену [1].

В рамках данной работы была использована Siebel CRM, и доработан уже существующий банковский процесс бумажного документооборота и подписания кредитного договора. Подписание электронной подписью было реализовано посредством отправки кода-аналога собственноручной подписи (АСП) по СМС. Подписание электронной подписью с помощью СМС, в отличие от таких средств как USB-токены, может применяться в нативных и веб-приложениях [2] на любых клиентских платформах.

Благодаря гибкой настройке бизнес-процессов в CRM-системах такую задачу можно декомпозировать на следующие подзадачи:

- Введение нового признака для безбумажной заявки,
- Передача подписанной документации в сервис хранения документов,
- Генерация кода АСП,
- Проверка подлинности кода АСП,
- Отправка СМС-сообщения с кодом на телефон клиента,
- Контроль времени жизни АСП после отправки СМС,
- Получение факта подписания и его фиксация,
- Журналирование действий клиента, хранение информации о подписании и хеширование документации,
- Повторная генерация АСП.

Таким образом, данная доработка сократит расходы, на создание, доставку и заполнение бумажных документов. А подписание документов аналогом собственноручной подписи клиенты смогут выполнять с помощью своих электронных устройств, находясь в любой точке мира.

Данный процесс подписания документов и подтверждения операций можно применить не только к банковской сфере, а в любой отрасли, где существует надобность заверять документы электронной подписью. Например, в современном дистанционном образовании [3] сейчас идет активный переход от простейших средств [4] и неспециализированных приложений [5] к системам дистанционного обучения, автоматизирующим все процессы обучения и ведения документации. Использование цифровых подписей с СМС позволит преподавателям забыть о ручном заполнении ведомостей.

Список использованных источников:

1. Переход к безбумажному ЭДО: опыт, проблемы, перспективы [Электронный ресурс] // itWeek. URL: https://www.itweek.ru/ecm/article/detail.php?ID=180277 (дата обращения 25.12.2020).

2. Гинзбург И.Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». 2015. №84. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149 (дата обращения 25.12.2020).

3. Бродский А.В., Гинзбург И.Б., Столярчук В.А. Эволюция способов дистанционного обучения // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №11. С. 24-26.

4. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №12. С. 29-31.

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Степаненко А.Ю. Дистанционное обучение через Интернет с помощью неспециализированных веб-приложений // Научно-технический вестник Поволжья. 2020. №12. С. 32-34.

Отличительные особенности подходов для реактивной передачи данных в Android приложениях

Уколов А.П.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

В современных Android приложениях можно выделить 3 технологии для создания реактивных цепочек.

RxJava - пожалуй самый распространенный фреймворк. Который используется в большинстве продуктовых компаний. Фильтрация и обработка данных в нем происходит на отдельных потоках. Главным плюсом данного фреймворка является его стабильный API.

Kotlin Coroutines Flow - относительно новая разработка от компании JetBrains, ранее давшая нам язык Kotlin. Который является стандартом разработки приложений на платформу Android. Преобразования данных в цепочках работает не на отдельных потоках, а на корутинах - механизме который предоставляет язык Kotlin. Основой для Flow предоставляют "холодные" потоки данных, то есть данные не будут фильтроваться и передаваться если нету их непосредственного слушателя.

LiveData - представленная компанией Google как механизм передачи данных из viewModel в само вью. По сути представляет из себя надстройку над над типом Observable. Отличительная особенность заключается в том, что при уничтожении view происходит автоматическая отписка. Несмотря на то, что большое число используют данную технологию для построения реактивных цепочек, предназначена она только для использования в слое интерфейсов. Стоит отметить, что данный подход отлично сочетается с Flow так как имеет API для перехода.

Конечно, у каждой технологии есть свои недостатки. В случае RxJava это не самая удобная доставка данных в компоненты жизненного цикла. Также необходимость написания большого количества кода для не самых сложных операций. Наличие различных операторов для синхронной и асинхронной работы. Flow как и Kotlin в свое время намного упрощает, а иногда и убирает проблемы появляющиеся при работе с RxJava. Однако при этом большое число необходимых функций находятся в экспериментальном статусе. Что не дает гарантии поддержки кода при переходе на более новые версии. К примеру оператор scan необходимый для реализации MVI приложения на основе паттерна Redux - экспериментальный, а значит перед разработчиком стоит выбор использовать ли функционал который в обозримом будущем может быть удален или изменен.

Как результат при разработке приложений выбор технологии зависит от самого проекта. Малый только начинающийся стартап может спокойно разрабатывать Flow и потенциально от этого только выиграют, так как в скором будущем Flow будет активно продвигаться

компанией Google так как это было в Kotlin. Если речь идет о большом давно разрабатываемом проекте, например в сфере банковских услуг. То переписывание с RxJava на Flow в текущей ситуации не оправдано и потенциально может привести в двойной работе.

Методы и инструменты тестирования и отладки интернет-сервисов на основе имитационного моделирования

Усанин А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

В современном мире все больше инновационных решений рождается в стартапах. Небольшие компании хотят создавать стабильно работающий продукт и ставят перед собой цель свести к минимуму возможные ошибки в работе системы. Помимо этого, для экономии используются готовые внешние SaaS решения такие как авторизация или менеджмент пользователей, что также осложняет тестирование информационной системы перед развертыванием. Таким образом команды разработки сталкиваются со следующими проблемами:

1. Есть критически важные внешние сервисы, от которых зависит стабильность всей системы и которые осложняют полноценное тестирование.
2. UNIT-тестов недостаточно, чтобы гарантировать правильность работы собранного приложения.
3. End-to-end тесты слишком поздно позволяют обнаружить ошибку.
4. Создание полноценной инфраструктуры для тестирования стоит слишком дорого.

Для решения этой проблемы предлагается разработать набор инструментов, который позволит запустить сервис в изолированной среде и выполнить набор тестов. Изолированная среда представляет собой набор внешних сервисов, от которых зависит тестируемый сервис. Поведение этих сервисов будет определяться неким заранее заданным набором правил.

В результате проделанной работы было проведено сравнение существующих решений для тестирования сервисов в изолированной среде. Была спроектирована архитектура приложения, которое позволит выполнять тестирование интернет-сервиса, смоделировав поведение его внешних зависимостей – других сервисов. Разрабатываемый инструмент будет иметь открытый исходный код и распространяться по лицензии GPLv3. Главным отличием от аналогичных программ будет способность поддерживать наиболее популярные способы межсерверного взаимодействия, такие как gRPC, REST, web socket.

Решение проблемы воспроизводимости получаемых результатов

Фадеев М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Балакирев Н.Е.
МАИ, Москва

Исследования, подтверждающие выдвигаемую теорию или модель, особенно в прикладных областях, проходят долгий путь экспериментов с большим количеством информационного материала. Именно наличие такой информации составляет доказательную базу правильности выбранной теории или модели. При этом общие модели, выдвигаемые на первом этапе как гипотетические и имеющие форму общего утверждения, возникают на пути обобщения частных, отражающих совокупность наших единичных опытных фактов. Такие рассуждения называются индуктивными и возникают в результате анализа. Если выдвинутое общее утверждение верно, то должно быть верными и частные утверждения, определяемые этим общим рассуждением. Такого типа рассуждения называют дедуктивными, и на их основе можно синтезировать частные утверждения.

На основе логико-лингвистического подхода в результате умственного синтезирования множества фактов была выдвинута гипотеза (предположение), что основу построения звукового ряда составляет многоуровневая структура, апогеем которой является обобщенная структура-фонема, которая носит общий характер. Таким образом, возникла необходимость

получения структур на основе анализа множества экземпляров физических вариантов, воспроизводящих фонемы разных респондентов, которые в итоге должны быть сведены к обобщенной структуре. Доказательством правильности такой структуры является обратная операция – синтез получения из структуры физической последовательности в виде значений амплитуд. Совпадение исходного звучания и звучания, полученного при прохождении пути вышеуказанных преобразований, становится доказательством правильности выбранных моделей и алгоритмов их реализующих.

Разрабатывая и развивая множество структур-моделей, акцент был сделан на развитие инструментария, учитывающего особенности предметной области, подходы и методы, применяемые при исследовании [1]. Анализ и синтез, сосуществующие в этом инструменте, позволяют гибко подключать необходимые программные компоненты, по формированию структур и по восстановлению (синтезу) из них звуковых последовательностей. Следующей проблемой, которая с необходимостью проистекает из анализа и синтеза, является задача обеспечения интерфейса, формирующего базу результирующих моделей (БРМ) – база данных со специальными структурами.

Решение этой задачи должно учитывать:

• Расширяемость матричной основы уровня рассмотрения по горизонтали и вертикали;

• Иерархичность и многоуровневость моделей;

• Связанность моделей по схеме «одна модель из верхнего уровня с множеством моделей нижнего уровня»;

• Порождаемость из одной модели верхнего уровня множество вариантов нижнего уровня на основе декларативных параметров (тихо, громко, медленно, быстро);

• Необходимость учета ручного вмешательства в ходе проводимых экспериментов.

• Глобальную обобщенность целевого исследования в рамках единого проекта;

• Сквозную учитываемость связи данных БРМ при именовании файлов.

Расширяемость матричной основы в большей мере решена. Остальные же проблемы завязаны на создание связанной структуры формируемых файлов с учетом формирования соответствующего имени, определяющего место его в иерархии и связь с другими файлами.

Список использованных источников:

1. Балакирев, Н. Е. Структуризация и качественное рассмотрение звукового потока в системе синтеза и анализа речи / Н. Е. Балакирев, Х. З. Нгуен, М. А. Малков, М. М. Фадеев // Программные продукты и системы. – 2018. – Т. 31, № 4. – С. 768 – 776

Веб-разработка с использованием контейнеров

Фишер М.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.

МАИ, Москва

При создании и развертывании веб-приложений [1, 2] разработчики нуждаются в унифицированных средах выполнения для этих приложений. В общем случае, для этого необходимо устанавливать и настраивать целый набор программ: веб-сервер, интерпретаторы языков программирования, системы управления базами данных, различные сопровождающие сервисы. При малых масштабах разработки ручная настройка различных серверов вполне может использоваться.

Однако в случае необходимости исправления ошибок, возникающих на промышленно эксплуатируемом сервере с особой конфигурацией, может возникнуть проблема с их воспроизведением на сервере разработчика. Это происходит из-за различия конфигураций окружения (версий приложений, различных настроек и т.д.) между промышленным и локальным серверами.

Для решения проблем такого рода существуют механизмы виртуализации, позволяющие запускать приложения в виртуальных окружениях – контейнерах.

Контейнер работает на ядре основной операционной системы (ОС), но использует локальное пространство имен и использует для изоляции возможности самой ОС. Это

позволяет экономить ресурсы и увеличивать эффективность работы с приложениями. Для работы контейнера не всегда необходима полная версия ОС. При этом каждый контейнер содержит все необходимые элементы для работы запускаемого приложения. Это дает возможность одновременного запуска большого числа контейнеров на одной машине, что очень востребовано в облачных системах [3].

С появлением платформы Docker для разработки, развертывания и эксплуатации приложений стало возможным отделить приложение от инфраструктуры [4]. Использование платформы Docker позволяет запускать практически любое приложение изолированно в контейнере. За счет этого появляется возможность на одном сервере создавать несколько параллельно работающих контейнеров с разными конфигурациями окружения.

В случае использования такого подхода при разработке и для промышленной эксплуатации приложения, появляется целый набор преимуществ по сравнению с обычной разработкой:

1. Разработчик получает возможность использовать локальные контейнеры аналогичной конфигурации (за исключением настроек доступов), как и на эксплуатируемом сервере, что решает проблему воспроизведения окружения.

2. Разделение единого приложения на отдельные контейнеры позволяет ускорить процесс тестирования и выпуска изменений, поскольку необходимо выкладывать только изменившиеся контейнеры, а не полный набор ПО.

3. Помимо ускорения выпуска обновлений, появляется возможность простого масштабирования отдельных контейнеров. Контейнер с большой нагрузкой можно вынести на отдельный более мощный сервер, при этом сохранив остальные контейнеры на имеющемся сервере. Это позволяет избежать выделения избыточных ресурсов для контейнеров, которые в них не нуждаются.

Еще одна важная особенность использования контейнеров заключается в их коротком цикле работы – при каждом запуске контейнер создается заново на основе заданной конфигурации, а по завершении работы – удаляется. Такой подход гарантирует одинаковое состояние контейнера при каждом запуске и сокращает объем занимаемого на диске пространства. Это особенно полезно при создании учебных систем [5], которые должны автоматически возвращаться к исходному состоянию при перезапуске, чтобы каждый следующий студент мог начать работу с начала.

Таким образом, использование Docker позволяет ускорить процесс разработки и развертывания приложений в различных сферах применения, а также упрощает обслуживание приложений.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И.Б. Состав и архитектура взаимодействия модулей функционально насыщенного автономного веб-приложения для распределенных систем информационной поддержки различных этапов жизненного цикла аэрокосмической техники // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – №6. – С. 130–133.

2. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №82. – URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832 (дата обращения 25.02.2021).

3. Гинзбург И.Б., Падалко С.Н., Терентьев М.Н. Формирование виртуальной облачной инфраструктуры для решения ресурсоемких задач обработки данных // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №12. – С. 200-203.

4. Why Docker [Электронный ресурс] // Docker. URL: https://www.docker.com/why-docker (дата обращения 25.02.2021).

5. Гинзбург И.Б., Ермаков А.А., Падалко С.Н. Быстрый старт дистанционного обучения с использованием сети Интернет // Научно-технический вестник Поволжья. – 2020. – №12. – С. 29-31.

Методы и инструменты визуализации электронного гардероба на основе объёмных моделей в веб-приложениях

Фомин Р.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

2020 год показал, что в любой момент может прийти пандемия и поменять все планы. Людям придется носить маски, соблюдать социальную дистанцию, кафе, магазины, различные другие заведения, даже границы между странами будут закрыты и люди будут выходить на улицу только для того, чтобы сходить в магазин. Поход в магазин сейчас уже заменяет доставка готовой еды или продуктов на дом, также существует доставка товаров для дома – мебель, посуда, столы пастельное белье. Но у всех этих товаров есть особенность, можно посмотреть состав и размер конкретной вещи и понять подходит ли эта вещь вам. Например, для мебели существуют приложения дополненной реальности, в которых можно разместить интересующий вас предмет прямо у вас в комнате, не выходят на улицу и не рисуя интерьеров. Но если человек хочет купить одежду, получается проблема – все люди разные. У них разной длинны ноги и руки, разная комплектация, и если они хотят купить новую вещь, то прежде всего ее нужно померить, чтобы понять, подходит ли она вам. Есть много приложений, которые предлагают вам выбор одежды и ее можно заказать домой и примерить перед покупкой. Но мне кажется, что это не так удобно, как могло бы быть. В идеале если бы можно было онлайн посмотреть, как на тебе сидит та или иная вещь, как если бы вы пришли в магазин, померили ее и сделали фотографию. Сделать это возможно, если знать параметры тела человека – высота, диаметр талии, грудой клетки и так далее и состав одежды. Мне кажется такое было бы удобно и производителям одежды, поскольку не нужно было бы доставлять одежду, которая уже не подойдет покупателю, а также они могли получать информацию о средней комплектации людей во всем мире для того, чтобы делать одежду, которая может максимально подойти всем. Для людей же это удобно тем, что достаточно лишь раз оставить параметры своего тела и дальше только лишь выбирать одежду без каких-либо трудностей.

Использование компьютерного моделирования для оптимизации работы предприятия

Фортунатова П.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Титаренко В.И.
МАИ, Москва

В настоящее время курс на цифровизацию выделяет приоритетные направления развития промышленности. Но прежде чем использовать цифровые технологии необходимо улучшить производство, например, с помощью оптимизации работы системы [1].

Так, в предприятиях топливно-энергетического комплекса хорошим решением будет использование компьютерных моделей, с их помощью можно управлять техническим объектом, отслеживать состояние системы и моделировать внутренние процессы. Кроме того, моделирование необходимо для критически опасных предприятий. Полученная модель будет в режиме онлайн сравнивать информацию виртуальной и реальной системы и показывать условия работы при изменении внешних и внутренних факторов.

Таким образом, разработка математической модели является актуальной задачей, которая поможет обеспечить безопасность и оптимизировать работу предприятия на всех стадиях его жизненного цикла.

Целью данной работы является построение модели массового обслуживания предприятия топливно-энергетического комплекса. Который является сложной системой добычи, производства, распределения и использования энергии.

Для реализации рассматривался ряд систем и программ, каждая из которых имеет свои достоинства, так для успешного решения поставленной задачи была выбрана система Matlab [2]. Данный программный комплекс базируется на алгоритмах матричных вычислений с

выполнением операций над векторами, благодаря чему существенно повышается скорость вычислений и обеспечивается точность расчетов.

Во время написания работы выполнены математические расчеты и проведено моделирование с использованием среды симуляции динамических систем Simulink. Созданная модель позволяет оценить ожидаемые параметры, оптимизировать работу предприятия и бесперебойно отслеживать состояние системы.

Список использованных источников:

1. Бабкин А.В. Тенденции развития экономики и промышленности в условиях цифровизации/ А.В. Бабкин. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2017. – 658 с

2. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие / А. Ю. Ощепков. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 208 с

Открытая система автоматизации тестирования программного обеспечения

Фукс Э.К., Каменев А.Р.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

В современном мире разрабатывается большое количество программ. При написании каждой из них делаются тесты на различных этапах. Зачастую тестирование составляет значительную часть от процесса. Сократить времязатраты на тестирование возможно при помощи автоматизации. Существует система автоматического тестирования математических моделей [1, 2], но она не предоставляет полный функционал для тестирования произвольного программного обеспечения (далее — ПО).

Цель данной работы – создание системы для упрощения и ускорения процесса тестирования различного ПО.

Для реализации был выбран язык C#. В данном приложении создаётся проект, который будет в себе хранить информацию о тестах и тест-эталон, на который нужно опираться. При создании проекта пользователь указывает путь к исполняемому файлу и создаёт конфигурационный файл, который будет хранить информацию о том, какие данные нужно передавать и получать в ответ. Эти данные сохраняются в формате json и будут использоваться для каждого теста. В передаваемых данных указываются название переменной, её тип, минимальное значение, максимальное значение и шаг. Для удобства, при использовании стандартных типов данных языка C# поля “минимальное” и “максимальное” значения заполняются автоматически. Тестирование приложений происходит при помощи параллельного запуска нескольких экземпляров с параметром -json test_input_X.json, где X - номер теста. После работы программы проверяется существование выходного файла test_output_X.json и код завершения: если он будет не 0 или файла не будет существовать, то тест будет помечен как “Error” и сообщится причина ошибки.

Особую проблему составляет ПО, которое не является полностью детерминированным и в ряде случаев его поведение носит случайный характер. Для таких случаев в систему добавлена проверка ПО на адекватность результатов. Для этого после тестов составляются аппроксимации функций. Пользователь указывает приемлемое отклонение от средней ошибки аппроксимации, точность вычисления, которое является количеством знаков после запятой, и тип регрессии: линейная, квадратичная, кубическая или гиперболическая. Далее вычисляется средняя ошибка аппроксимации и сравнивается с запрашиваемыми значениями. Если средняя ошибка, умноженная на приемлемое отклонение, больше заявленного значения, то создаётся “Warning”, который об этом сообщает тестировщику. Таким образом система демонстрирует подозрение в неадекватности поведения ПО.

Кроме того, в функционал системы входит возможность добавления результатов, которые программа должна была вернуть при определенных значениях, что позволяет делать в том числе юнит-тесты, которые при несовпадении будут сразу сообщать об ошибке при прохождении теста.

Данная система является модульной и предназначена для лёгкого расширения и масштабирования при желании заказчика.

Список использованных источников:

1. Костиков Ю.А., Мокряков А.В., Романенков А.М. Специализированная платформа анализа экономических моделей // Экономика: вчера, сегодня, завтра. — 2019. — Т. 9. — № 5—1. — С. 218—230.

2. Мокряков А.В., Ненахов Е.В., Ненахова М.С. Платформа для автоматизированного анализа математических и имитационных моделей // Тезисы XLIII ММНК «Гагаринские чтения — 2017». М.: МАИ (НИУ), 2017. — С. 781—782.

Сравнение типов СУБД для серверной инфраструктуры IT-проекта

Хайбуллин А.И., Мусин Р.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Урахчинский И.Н.

КНИТУ–КАИ, Казань

При проектировании серверной инфраструктуры в начале разработки IT-продукта нередко встаёт вопрос о выборе наиболее подходящей системы управления базами данных. СУБД является программным обеспечением высокого уровня, которое взаимодействует в большей степени с программным интерфейсом операционной системы на низком уровне, а также наиболее ключевой и неотъемлемой составляющей любого современного приложения, поскольку именно базы данных отвечают за хранение и взаимодействие со всем набором информации пользователей программных систем.

По мере развития операционных систем и программных комплексов, начали появляться СУБД различных типов. Наиболее распространёнными из них на сегодняшний день являются реляционные и NoSQL базы данных. Реляционная модель представляет из себя математический способ структуризации информации и подразумевает, что структура этих данных не будет склонна к постоянным изменениям. При такой модели также имеется возможность построения отношений и логических взаимосвязей между сущностями системы, что позволяет весьма эффективно группировать связанные наборы данных. Как правило, в реляционных СУБД данные представлены в виде таблиц, содержат упорядоченную информацию и соответствующие атрибуты. Среди популярных баз данных такого вида следует выделить следующие: PostgreSQL, MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle Database и другие альтернативы.

Безмодельный подход к хранению данных, который также именуется как NoSQL, кардинально отличается от описанного предыдущего. В данном случае ключевым аспектом является уход от различного рода ограничений, накладываемых на хранимую информацию. Это позволяет в любой момент изменить структуры и типы данных, а также добавлять новые, что во многих случаях даёт большее преимущество при масштабировании информационной системы, поскольку уходит меньше ресурсов и времени на логическое проектирование. Однако, данное преимущество является и главным недостатком, так как происходит потеря целостности хранимых данных и повышается вероятность неожиданного поведения программного комплекса. К системам управления базами данных с безмодельным подходом можно относятся: MongoDB, Couchbase, Cassandra, Redis и прочие.

Если команда разработчиков проекта заинтересована в скором выпуске минимально жизнеспособного продукта, тогда имеет смысл обратиться к СУБД, придерживающихся NoSQL-подхода. Такой выбор даст возможность сократить время на проектирование, разработку системы в целом, дальнейшую доставку и развёртывание. Все сущности системы можно располагать в рамках единственной СУБД, а типы данных менять динамически при первой же необходимости. Однако, по мере развития проекта и роста его аудитории, будут возникать проблемы, связанные как с производительностью, так и с целостностью и логической структурой данных, поскольку необходима корректная классификация информации и подбор соответствующих инструментов для её хранения. Если же говорить о разработке с расчётом на будущее, где упор идёт не на время, а на качество, то для

информации о сущностях, имеющих сильную связь между собой, следует выбирать реляционные базы данных, спроектированные с учётом предстоящего масштабирования. Одним из подходящих решений является PostgreSQL. Объёмные данные, которые не имеют отношений между собой, следует хранить в документно-ориентированных NoSQL СУБД, к которым можно причислить MongoDB. Для информации малых объёмов и также не имеющих связей оптимально будет выбрать Redis.

Таким образом, на текущий момент выбор подходящих систем управления базами данных является весьма актуальной темой по той причине, что потребность в программных продуктах растёт ежедневно, и зависит в первую очередь от потребностей команды программистов и непосредственно от разрабатываемой информационной системы. Данное сравнение различных типов СУБД позволит помочь в принятии решения о выборе применяемых технологий с точки зрения хранения пользовательской информации.

Список использованных источников:

1. Базы данных [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://inf.e-alekseev.ru/text/Bd.html (дата обращения: 21.02.21).

Flutter: новый подход к созданию кроссплатформенных приложений

Ходукин Р.А.
Научный руководитель — Викулин М.А.
МАИ, Москва

Flutter — это кроссплатформенный набор инструментов пользовательского интерфейса, который позволяет иметь единую кодовую базу для веб-приложений и различных операционных систем, таких как iOS и Android, а также дает возможность приложениям напрямую взаимодействовать с базовыми сервисами платформы.

У данного фреймворка открытый исходный код, с лицензией BSD и процветающей экосистемой сторонних пакетов, которые дополняют функциональность основной библиотеки. Задача данного фреймворка состоит в том, чтобы позволить разработчикам создавать высокопроизводительные приложения, которые естественным образом работают на разных платформах, учитывают различия там, где они существуют.

Во время разработки на Flutter приложения запускаются на виртуальной машине, которая предлагает “hot reload” изменений с отслеживанием состояния без необходимости полной перекомпиляции. Приложения Flutter компилируются непосредственно в машинный код, будь то инструкции Intel x64 или ARM, или в JavaScript, если ориентированы на Интернет.

Для базовой операционной системы приложения Flutter упаковываются так же, как и любые другие собственные приложения. Встраивающее устройство, зависящее от платформы, обеспечивает точку входа; координируется с базовой операционной системой для доступа к таким службам, как визуализация поверхностей, доступность и ввод; и управляет циклом обработки сообщений. Встраивающее устройство написано на языке, подходящем для платформы: в настоящее время Java и C ++ для Android, Objective-C / Objective-C ++ для iOS и macOS и C ++ для Windows и Linux. Используя средство для внедрения, код Flutter может быть интегрирован в существующее приложение как модуль, или код может быть всем содержимым приложения.

Пользовательский интерфейс строится при помощи составления виджетов в реактивном стиле. Используя функциональный стиль реактивного программирования, Flutter может эффективно определять, какие части пользовательского интерфейса были изменены. Это позволяет вносить изменения в данные приложений и затем предоставлять Flutter возможность для эффективной перестройки приложения.

Виджет может определять структурный элемент, например кнопку или меню, стилистический элемент, например шрифт или цветовую схему, и даже такой аспект макета, как отступы. Больше не требуется никакого моста или переключения контекста для работы приложения и платформы. Все, что требуется от платформы для работы Flutter — это канвас

для рендеринга виджетов, чтобы они могли появляться на экране устройства и получать доступ к событиям, например касаниям пальца, и к таким службам, как камера и геолокация. Flutter также поставляется с богатой коллекцией готовых материалов и виджетов, которые можно настроить, поэтому нет необходимость создавать виджеты с нуля. Таким образом, Flutter позволяет достичь полного контроля над всем стеком рендеринга, давая возможность создавать красивые настраиваемые виджеты; предоставляет преимущества реактивного программирования; отличные инструменты разработки с функцией “hot reload”; быстрый, плавный и предсказуемый пользовательский интерфейс, поскольку код Dart может быть скомпилирован заранее в собственный машинный код.

К основным преимуществам использования Flutter можно отнести: экономия времени и денег, поскольку разработчики программного обеспечения могут использовать одну и ту же базу кода для создания приложений для iOS и Android; превосходную производительность, так как между приложением и платформой меньше взаимодействия; высокую скорость разработки благодаря функции “hot reload”, которая позволяет мгновенно просматривать изменения, внесенные в код, что избавляет от постоянно перекомпиляции приложения для просмотра даже малейших изменений.

Разработка курса компьютерной графики в программном продукте Blender 3D с применением системы электронного обучения

Хорошко А.Л.
Научный руководитель — Хорошко А.Л.
МАИ, Москва

Перед началом работы над курсом были изучены различные материалы по созданию электронных курсов, а также массовых онлайн курсов (МОК), в том числе материал на сайте coursera. Главным принципом создания курса является его направленность, в данном случае курс создавался для обучения студентов высших учебных заведений, поэтому разрабатывался с учетом требований необходимых для полного доступа студентов к материалам курса.

В качестве платформы для создания курса была выбрана система онлайн обучения coursera. Coursera обладает всеми необходимыми инструментами для создания и тестирования курса, благодаря популярности платформы, для разработчика курса есть все возможности проверки курса и отладки ошибок при непосредственном обучении студентов, благодаря чему многие проблемы будут устранены в сразу после создания курса.

В ходе работы был разработан план лекций, направленный на быстрое изучение основных особенностей программного продукта Blender 3D, благодаря чему студенты проходящие курс изучают интерфейс программы в максимально сжатые сроки, в результате обучающиеся приступают к практическим заданиям уже в течении первой лекции, что позволяет повысить интерес студентов в программе и продолжить изучать курс. Материал лекций подобран таким образом, чтобы теория лекций была неразрывна связана с практическим изучением особенностей трехмерной графики. По результатам изучения блоков лекций, связанных определенной тематикой студенты проходят тесты, позволяющие не просто проверить уровень усвоения материала, но также направлены на помощь студентам в закреплении важнейших основ трехмерного моделирования.

Результатом работы является полноценный курс по трехмерной компьютерной графике с курсом лекций и лабораторными работами для удаленного обучения студентов.

Выявления тематических интересов пользователя при помощи анализа текстовой деятельности в социальной сети

Цыпленков Л.С., Мазаев А.С.
МАИ, Москва

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 основаны 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, опираясь на семантические значения используемых текстовых единиц. В последнее время в задачах, связанных с определением тем, активно используются тематические модели (topic models), которые являются разновидностью семантических моделей.

Стандартные методы тематического моделирования (LSA, LDA, ARTM), основанные на сборе статистики, плохо работают с опечатками и различными языками. Для устранения недостатков этих методов в данной работе предлагается использовать нейронную сеть BERT. Данная нейронная сеть обучена на 50+ языках и учитывает их тематическую, семантическую и синтаксическую составляющую. При помощи BERT происходит векторизация предложения, далее при помощи UMAP понижается размерность векторов, для создания общих групп тематик применяется HDBSCAN.

Для формирования обучающего набора данных для полного понимания тематик были собраны текстовые высказывания с таких платформ и социальных сетей как 2ch, Vk, Одноклассники. Общая размерность обучающий выборки составила 24 млн текстовых постов объемом 10 Гб.

Важной метрикой качества таких моделей является когерентность, то есть степень согласованности между собой тем, выделяемых моделью. Использование LDA на таком наборе данных дает значение когерентности 0.46. Использование BERT позволило достичь значения 0.85. При этом количество определяемых тем превышает 1200, что говорит о хорошем понимании смысла текста моделью. Таким образом удается достичь извлечения тем интересов пользователя.

Список использованных источников:

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.

Исследование и разработка системы биометрической авторизации с помощью мобильных устройств

Чекмазов Н.С.

Научный руководитель — к.т.н. Гинзбург И.Б.

МАИ, Москва

В современных организациях используется множество ключей, паролей и других аппаратных и цифровых средств для авторизации работников и управления их доступом к различным программным и аппаратным системам и объектам. В связи с этим возникают проблемы использования этих средств авторизации, так как их может быть неудобно носить с собой, держать в одном месте, сложно запомнить. Решением может стать использование биометрической авторизации, но этому мешает ряд проблем:

- Высокая стоимость специализированного оборудования;
- Необходимость квалифицированных специалистов для его обслуживания;
- Риск вандализма в случае общего доступа;
- Отсутствие единой централизованной системы хранения данных (данные либо хранятся локально, либо дублируются).

Наличие данных проблем привело к разработке нового способа авторизации, лишенного вышеописанных недостатков. Предлагаемым решением является использование личного мобильного устройства, обладающего необходимым функционалом для биометрической авторизации. Мобильные устройства со средствами биометрической авторизации общедоступны, их оборудование достаточно надежно и не требует обслуживания.

В результате процесс получения доступа пользователя к защищаемому объекту можно упростить, не снижая уровня защищенности объекта.

Рассмотрим процесс регистрации пользователя и последующей его авторизации с использованием предлагаемого решения:

• Токен биометрической авторизации создается на мобильном устройстве пользователя;

• На это устройство устанавливается приложение для подключения к системе и последующего использования в качестве средства контроля доступа;

• В приложение вводятся данные авторизации пользователя (логин и пароль), которые будут защищены биометрической авторизацией;

• При входе в систему, требующую авторизации пользователь считывает камерой мобильного устройства QR-код с экрана авторизации или другого носителя, что вызывает приложение для авторизации;

• Пройдя биометрическую авторизацию в приложении пользователь проходит валидацию в системе авторизации и получает необходимый доступ.

В ходе выполнения работы было исследовано качество распознавания лиц и отпечатков пальцев в различных фреймворках для работы с биометрическими данными для стационарных и мобильных устройств, и сделан вывод о том, что в современных мобильных устройствах на базе операционной системы iOS обеспечивается максимальная точность распознавания отпечатков пальцев и лиц. Разработаны алгоритмы функционирования унифицированной системы авторизации и мобильного приложения, позволяющие использовать биометрические данные. Разработано демонстрационное мобильное приложение для авторизации в различных веб-приложениях [1, 2] и информационно-техничесских системах [3, 4]. В качестве примера использования опробована авторизация в сервисах электронной почты и социальных сетях.

Предложенное решение позволяет создать простую и надежную систему биометрической авторизации, которую можно внедрить поверх уже имеющихся информационных систем с доступом по логину и паролю, а также для обеспечения бесключевого доступа в технических системах.

Список использованных источников:

1. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н. Автономные веб-приложения для систем обработки космической информации [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №82. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=58832.

2. Гинзбург И. Б. Автономные отказоустойчивые веб-приложения для систем обеспечения доступа к данным дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] // Журнал «Труды МАИ». – 2015. – №84. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://trudymai.ru/published.php?ID=63149.

3. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Концепция систем дистанционного мониторинга процессов производства и испытаний аэрокосмической техники на основе многошлюзовой беспроводной сенсорной сети с автономным веб-приложением // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – №4. – С. 58–61.

4. Гинзбург И. Б., Падалко С. Н., Терентьев М. Н. Создание облачной отказоустойчивой информационной системы управления жизненным циклом изделий // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. – №12. – С. 56-58.

Алгоритмизация семантического анализа естественно-языковых определений понятий

Чернов О.Е.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фомичев В.А.

МАИ, Москва

Семантический анализатор фрагментов научных знаний должен уметь обрабатывать, прежде всего, определения понятий. В докладе описывается широко применимый алгоритм такого рода, использующий алгоритм SemSynt1 [1] в качестве основной подсистемы. Охарактеризуем входной язык алгоритма с помощью нескольких примеров.

Пример 1. Пусть Def1 = “Евстахиева труба – это канал, который ведет от среднего уха к глотке”.

Пример 2. Пусть Def2 = “Евстахиева труба – это канал, ведущий от среднего уха к глотке”.

Пример 3. Пусть Def3 = “Тихая мутация – это мутация, не изменяющая полипептидный продукт гена”.

Пример 4. Пусть Def4 = “Шатун – это техническое устройство, соединяющее коленчатый вал с поршнем и преобразующее возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала”.

Пример 5. Пусть Def5 = “Домкрат – это техническое устройство для перемещения физических объектов в вертикальной плоскости”.

Допустим, что определение Def1 имеет тип 1, определения Def2 - Def4 имеют тип 2, а определение Def5 имеет тип 3,

При обработке определения типа 2 разработанный алгоритм сначала преобразует его в синонимическое определение типа 1. Значение определения Def5 такое же, как и значение определения Def 6 = «Домкрат - это техническое устройство, перемещающее физические объекты в вертикальной плоскости ». Поэтому при обработке определения типа 3 алгоритм преобразует его в синонимическое определение типа 1.

Идея семантического парсинга определений

В монографии [1] представлен оригинальный сильно структурированный алгоритм семантического синтаксического анализа (иначе говоря, алгоритм семантико-синтаксического анализа), называемый алгоритмом SemSynt1. Этот алгоритм является многоязычным: входящие тексты могут принадлежать к ограниченным подъязыкам английского, немецкого и русского (в последнем случае рассматриваются тексты в латинской транскрипции). Входящие тексты могут быть вопросами разных типов, операторами и командами. Алгоритм SemSynt1 преобразует входной текст в его семантическое представление, являющееся его K-представлением (представлением знаний), то есть выражением определенного SK-языка.

Алгоритм SemSynt1 является композицией алгоритмов Buildmatr1 и BuildSem1. Первый преобразует входной текст в некоторую символьно-числовую матрицу, называемую матричным семантико-синтаксическим представлением (MSSR) входного текста. Преобразование текста на естественном языке в его MSSR эквивалентно построению ориентированного графа с размеченными вершинами и ребрами. Алгоритм SemBuild1 играет роль ассемблера KR: он преобразует MSSR Matr в некое K-представление Semrepr.)

Алгоритмы семантического парсинга SemSynt1 [3] и SemSyntRA [27], предоставленные ТКР, открывают широкие перспективы разработки полезных для практики алгоритмов семантической обработки фрагментов знаний, выраженных на естественном языке, в частности, определений понятий.

Цель доклада - представить новый алгоритм семантического анализа определений. Для достижения этой цели будет использоваться модифицированная версия алгоритма SemSynt1, эта версия называется SemSynt1P. Это будет композиция нового алгоритма BuildMatr1P (который будет определен непосредственно ниже) и алгоритма BuildSem1.

Шаг 1. Алгоритм BuildMatr1 включает в себя вспомогательный алгоритм Find-set-Relations-verb-noun, см. Подраздел 9.5.2 [1], этот алгоритм содержит несколько циклов. Рассматривая цикл, охватывающий все значения входного существительного, мы анализируем только такие n-кортежи из Lsdicpt, где компонент dom = domain, где domain - входное значение тематического поля.

Шаг 2. Алгоритм BuildMatr1 также включает вспомогательный алгоритм Find-set-Relations-noun1-noun2, см. Подраздел 9.6.3 [1]. Этот алгоритм включает в себя цикл, проходящий через значения переменной Noun1, и цикл, проходящий через значения переменной Noun2. В каждом из этих циклов мы рассматриваем только такие существительные и такие значения этих существительных, что компонент dom из кортежа n из Lsdicpt совпадает со значением области входных параметров.

В результате выполнения этих шагов алгоритм BuildMatr1 преобразуется в алгоритм Buildmatr1P («P» происходит от «политематического»). Затем мы определяем алгоритм семантического анализа SemSynt1P как композицию алгоритмов BuildMatr1P и BuildSem.

Список использованных источников:

1. Fomichov V. A. Semantics-Oriented Natural Language Processing: Mathematical Models and Algorithms. — New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2010 – 352 p.

Реверс-инжиниринг в общем машиностроении

Чиркин А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Прудников В.А.
МАИ, Москва

Обратный инжиниринг или инверсия — это комплекс технологий, аппаратных и программных средств, необходимых для обеспечения свойств объекта с внесением в него ряда доработок, когда проектировщик данного объекта не предоставил полную информацию о структуре и технологии создания. Для данной технологии аппаратными средствами являются 3D сканеры, 3D-принтеры, компьютеры для сбора и обработки полученной информации и создания модели объекта. Процесс создания детали с помощью реверс – инжиниринга проходит следующие этапы работ:

1. Выполняется фиксация детали на твёрдой, плоской поверхности.
2. Далее с помощью сканера с обработкой в программе PolyWorks создаётся облако точек, отражающих координаты поверхности детали. Сканер располагают таким образом, чтобы два луча пересекались между собой. Сканером проводят по всем видам детали, т.е. спереди, справа, слева, сверху и, по возможности, снизу для более точного определения геометрических размеров образца.
3. В программе PolyWorks получается облако точек.
4. Данные после сканирования преобразуют в полигональную модель, т.е. полученные точки соединяются между собой линиями для образования треугольных полигонов. Затем экспортируют в программу Geomagic.
5. В программе Geomagic из облака точек создаётся твердотельная модель и делаются возможные доработки, используя инверсионный метод проектирования. Полигональная модель разбивается на отдельные участки – примитивы (поверхность, цилиндр, конус, тор, сфера).
6. Далее полученная полигональная модель со всех сторон обкладывается поверхностями. Полученные поверхности пересекаются между собой и обрезаются. В итоге получается готовая твердотельная модель.
7. Конечная твердотельная модель экспортируется в формат NX, где проводятся все оставшиеся доработки, в случае необходимости.
8. В результате твердотельная модель отправляется для программирования и производства на станок ЧПУ.

Анализ современных тенденций в разработке клиентской части интернет-сервисов

Шандура К.А.
Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Веб-разработка за последние годы зарекомендовала себя как незаменимый элемент успеха для организаций и бизнеса. Сейчас мир веб-разработки и его тенденции постоянно меняются. Иногда это происходит настолько быстро, что можно не поспеть за их изучением и внедрением. Поэтому еще во время организации проекта важно заранее изучить рынок технологий и методов, используемых для разработки интернет-сервисов, чтобы понять какие из них могут стать популярными и получить широкое распространение, а следовательно, и поддержку сообщества разработчиков.

Одной из главных тенденций в веб-разработке до сих пор остаются так называемые Одностраничные Приложения (Single-Page Applications - SPA). В таких приложениях пользователь грузит страницу только один раз, а все дальнейшие переходы и подзагрузки данных происходят без смены страницы, путем дополнения уже существующей. Это позволяет ускорить взаимодействие пользователя с содержимым страницы и ощутимо уменьшить объем загружаемых данных, так как мы не производим постоянную перезагрузку одних и тех частей проекта.

Другой тенденцией, быстро растущей в современной веб-разработке, являются PWA (Progressive Web Apps) – технология, позволяющая сделать гибрид между сайтом и нативным приложением. Такие приложения пользователь может установить на свое устройство прямо с сайта и затем оно будет способно отправлять уведомления, частично работать без подключения к сети и даже иметь доступ к некоторым аппаратным средствам гаджета. Для разработчиков этот подход будет особенно интересен кроссплатформенной поддержкой, что позволяет вести одну кодовую базу сразу для всех поддерживаемых платформ. Как альтернативу PWA множество Javascript-фреймворков также предлагают библиотеки, позволяющие писать нативные приложения, которые будут иметь более широкий доступ к аппаратным средствам, при этом используя тот же язык разработки что и для сайтов.

Упоминая JS-фреймворки, стоит сказать, что они также являются важным трендом, продолжающим набирать популярность. Будь то React, Vue или иной другой, все они используются в широком множестве проектов и получают постоянные обновления и улучшения. Выбирая такой фреймворк, разработчик может быть уверен, что у него будет полный спектр всех необходимых инструментов и огромная база знаний от сообщества, которые значительно упростят и ускорят разработку.

Фронтенд – это то, как будет выглядеть продукт и как пользователи будут взаимодействовать с ним. Он является одним из главных инструментов в образовании позитивного первого впечатления от работы с продуктом. Именно поэтому критически важно правильно подойти к тому, какие средства и подходы используются к его созданию. Следуя последним тенденциям в веб-разработке, вы сможете удовлетворить своих пользователей удобным и понятным интерфейсом, высокой производительностью и качеством работы, повысить рейтинг своей разработки и получите возможность открыть новые рынки для своих услуг.

Разработка сервиса для генерации программ мероприятий на основе множественных критериев выборки

Шебатина Д.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Научные конференции представляют собой огромный потенциал для развития в научной сфере. Студенты могут не только представить свою работу и получить отзывы от коллег, но также и завязать новые знакомства с людьми, которые работают непосредственно в областях, связанных со студенческими исследованиями. Одной из составляющей платформы «Лаборатории конференций» является возможность принять участие в запланированных мероприятиях. Для того, чтобы информировать людей о предстоящих конференциях, платформе необходим блок с расписанием. Программа является простым способом для участников конференций найти и отметить те мероприятия, в которых они хотят поучаствовать.

Целью данной работы является разработка микросервиса, который будет генерировать расписания мероприятий на основе множественных критериев выборки. Был выбран именно микросервисный подход, поскольку данная разработка является отдельным компонентом платформы и реализует отдельную функцию – генерацию расписания. Для разработки данного проекта был выбран язык программирования Python, с помощью которого будет

реализовано взаимодействие с СУБД PostgreSQL. В таблицах базы данных содержится информация о выступлениях участниках и сопутствующие сущности (время, номер зала, секция и т.д.). Подключение к базе данных реализуется с помощью библиотеки psycopg2, которая позволяет писать SQL-запросы и направлять их напрямую к базе данных. В результате программы информация, полученная с помощью SQL-запросов, будут структурирована и преобразована в формат обмена данными JSON. И уже данные в формате JSON будут отрисованы в виде HTML-страницы для показа на сайте платформы.

Таким образом, данный сервис позволит участникам конференций получать актуальную информацию о мероприятиях, фильтровать расписание по различным критериям: по дням, секциям, залам и т.д. Преимуществом данного сервиса является его универсальность, поскольку его можно будет переиспользовать в других проектах.

Разработка программного обеспечения для автоматизации процессов эксплуатации и координации наземных средств гражданского космоса

Шилин А.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Степаненко А.Ю.
МАИ, Москва

Основной целью работы является автоматизация внутренних процессов предприятия аэрокосмического профиля. С помощью современного подхода к разработке программного обеспечения выявлены проблемы предприятия: программное обеспечение используемое сотрудниками, является устаревшим и не предназначено для оптимальной работы специалистов.

Проблема была рассмотрена в отделе, занимающемся эксплуатацией наземных средств гражданского космоса. Большинство вопросов, связанных с эксплуатацией, выполняются операторами вручную. Например, планирование эксплуатационных мероприятий операторы выполняют вручную, используя при этом документацию (руководство по эксплуатации технических средств) и стандартные средства Microsoft Office. Достаточно сложно постоянно отслеживать состояние средств, планировать эксплуатационные мероприятия и сеансы связи, учитывать и вести статистику по выходу из строя средств, решать вопросы материально-технического снабжения [1].

Существует необходимость в создании системы, которая позволит автоматизировать действия, связанные с координацией и эксплуатацией технических средств.

В работе рассматривается система как единое информационное пространство, объединяющее в себе большое количество контрольно-измерительных пунктов с определенным составом технических средств. В рамках эксплуатации технических средств и выполнении сеансов связи (основная стратегическая задача) обеспечивается полу-автоматизированное планирование сеансов связи. Планирование сеансов связи необходимо для проведения сеансов связи между наземным техническим средством – антенной и космическим аппаратом.

В системе реализуется функционал для автоматизированного планирования, учета и контроля проведения эксплуатационных мероприятий, мониторинга технического состояния, информационной поддержки процессов оперативно-технического управления эксплуатацией технических средств.

Данная работа представляет перспективное направление и реализацию проекта позволяющих значительно повысить качество эксплуатации наземных средств гражданского космоса, в дальнейшем позволит реализовать более крупные космические проекты.

Список использованных источников:

1. Степаненко А.Ю. Логистика снабжения: методы расчета потребностей в материалах // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – №11. – С. 255-257.

The main goal of the work is to automate the internal processes of an aerospace enterprise. With the help of a modern approach to software development, the problems of the enterprise have

been identified: the software used by employees is outdated and is not intended for the optimal work of specialists.

The problem was addressed in the department dealing with the operation of ground-based civil space assets. Most of the issues related to operation are performed manually by operators. For example, operators perform planning of operational activities manually, using documentation (technical equipment operation manual) and standard Microsoft Office tools. It is quite difficult to constantly monitor the state of funds, to plan operational measures and communication sessions, to take into account and maintain statistics on the failure of funds and to solve material and technical supply issues [1].

There is a necessity to create a system that will automate the actions associated with the coordination and operation of technical means.

The work considers the system as a single information space that combines a large number of control and measuring points with a certain composition of technical means. As part of the operation of technical means and the implementation of communication sessions (the main strategic task), semi-automated scheduling of communication sessions is provided. Scheduling of communication sessions is necessary for conducting communication sessions between a ground-based technical means - an antenna and a spacecraft.

The system implements functionality for automated planning, accounting and control of operational activities, monitoring of technical conditions, information support of operational and technical management processes for the operation of technical means.

This work represents a perspective trend and realization of a project that will significantly improve the quality of operation of ground-based means of civil space, in the future it will allow the implementation of larger space projects.

Literature:

1. Stepanenko A.Yu. Supply logistics: methods for calculating material requirements // Scientific and technical bulletin of the Volga region. - 2018. - No. 11. - S. 255-257.

Разработка программного и пользовательского интерфейсов для управления моделями нейроморфных вычислительных систем

Щербаков В.С.
Научный руководитель — Гаврилов Е.С.
МАИ, Москва

Искусственные нейронные сети используются во многих областях современной жизни и позволяют решать актуальные, важные и практически значимые задачи, которые зачастую не поддаются решению с помощью классических подходов. Одним из динамично развивающихся направлений в настоящее время является разработка нейроморфных системы на базе мемристоров [1]. Для математического моделирования работы таких систем были разработаны программные средства [2], которые представляют собой вычислительный модуль на C++. Однако, для конечных пользователей-исследователей необходим удобный интерфейс, а для интеграции расчетного модуля в многомасштабные сценарии расчетов [3] необходим программный интерфейс (API). Текущая работа посвящена разработке пользовательского и программного интерфейсов для подобной системы.

Целью работы является анализ деталей реализации программного комплекса, предусматривающего все возможные аспекты взаимодействия с системой нейроморфного моделирования, обладающее гибкостью и расширяемостью для минимизации затрат на поддержку развивающегося функционала модуля. Необходимый для реализации функционал:

1. Корректная обработка и валидация входных данных.
2. В качестве шаблонов для распознавания нейросети дать возможность пользователю интерактивно рисовать пиксельное черно-белое изображение.
3. Возможность пользователю вводить, как параметры нейросети, так и параметры математической модели мемристора.

4. Возможность просматривать промежуточные результаты работы сети в течении ее работы, а также итоговые результаты в наглядном виде (представляя полученные сетью веса градациями серого в пиксельном изображении).

5. Возможность сохранения промежуточных и итоговых результатов работы модуля, импорт и экспорт входных параметров.

6. Воспроизводимость экспериментов. При вводе одних и тех же данных, результат не должен меняться.

В качестве решения всех вышеописанных задач, было предложено разработать веб-приложение, состоящее из трех частей: база данных, серверное приложение, клиентское приложение. Были учтены лучшие практики современной разработки программного обеспечения: использование нереляционных баз данных[4], микросервисной архитектуры[5], современных библиотек разработки веб интерфейсов, а также контейнеризация приложения для стабильного развертывания на сервере.

• Для базы данных было выбрано решение MongoDB за счет простоты конфигурации, легкого масштабирования и взаимодействия с клиентским приложением. База данных будет отвечать за хранение данных по проведенным экспериментам, а также справочников.

• Для реализации серверного приложения был выбран язык Kotlin и библиотека Spring Boot. Язык Kotlin [5] сочетает в себе преимущества Java, но в тоже время обладает большим количеством современных синтаксических конструкций, облегчающих поддержку и сопровождение кода Spring Boot же позволяет быстро и стандартным способом реализовать множество инфраструктурных функций: взаимодействие по HTTP, работу с базой данных, сосредоточившись на реализации бизнес логики. В реализуемом приложении на серверную часть возложена следующие обязанности: принимать HTTP запросы от клиентского приложения, сохранять обрабатываемые данные в базу и отправлять команды на исполнение модулю нейроморфного моделирования посредством протокола SSH.

• Клиентское приложение было решено разрабатывать на языке TypeScript с использованием библиотеки React. TypeScript позволяет писать более надежные приложения, за счет того, что о многих ошибках становится известно еще на стадии компиляции, до непосредственного запуска. React же позволяет строить приложение, разбивая его на составные части – компоненты, которые в последствии удобно переиспользовать. На клиентское приложение возложена обязанность предоставить пользователя максимально интуитивно понятный интерфейс для управления нейроморфной системы.

В рамках данной работы была разработана архитектура и прототип веб-интерфейса, а также реализация интеграции с модулем нейроморфного моделирования.

Список использованных источников:

1. Морозов А. Ю., Ревизников Д. Л., Абгарян К. К. Вопросы реализации нейросетевых алгоритмов на мемристорных кроссбарах // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники, 2019. Т. 22. № 4

2. Морозов А.Ю., Абгарян К.К., Ревизников Д.Л. Математическое моделирование самообучающейся нейроморфной сети, основанной на наноразмерных мемристивных элементах с 1T1R-кроссбар-архитектурой // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. 2020;23(3):186-195.

3. Абгарян К.К, Гаврилов Е.С. «Интеграционная платформа для многомасштабного моделирования нейроморфных систем», «Информатика и ее применения», том 14, выпуск 2, 2020 г. Стр. 104-110.

4. Fowler, M., and P. J. Sadalage. 2012. NoSQL distilled: A brief guide to the emerging world of polyglot persistence. Addison-Wesley Professional. 190 p.

5. Newman, S. 2015. Building microservices. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. 282 стр.

6. Jemerov, D., Isakova, S. Kotlin in Action. Manning, 2017 г., 360 стр.

Система управления цифровыми активами для организации хранения файлов с архитектурой, размещённой в облаке AWS (Amazon Web Services)

Юлдашев А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

При работе любого предприятия, создании продуктов для конечных потребителей, предоставлении услуг клиентам, генерируется колоссальное количество разнотипных и разнородных данных – изображения, видео, аудиозаписи, бинарные файлы, иногда даже структурированные файлы, что приводит к невозможности эффективного хранения в реляционных хранилищах данных.

В качестве типичного примера можно рассмотреть систему версионирования файлов, обработки метаданных, отслеживания прав доступа в корпоративной сети компании. Все данные должны храниться требуемым образом и быть организованы так, чтобы можно быстро исполнить запрос на поиск в любой момент времени.

В современном мире таким задачам уделено огромное внимание [1] и введено специальное название подобных платформ: Digital Asset Management Software или Системы Управления Цифровыми Активами (далее DAM-системы [2]).

Сформированного рынка подобных решений нет, а запрос существует — в компаниях до сих пор хранят фото в папках на внешних жёстких дисках и для поддержки всей системы требуются отдельные сотрудники, которые вручную решают задачи поиска нужных файлов и следят за их структурой и целостностью.

При использовании облачных хранилищ всегда имеются ограничения на максимальный размер, количество скачиваний в сутки, при экспорте невозможно управлять метаданными. Нет возможности создавать группы пользователей с разными правами и отслеживать процесс добавления и хранения файлов, а также затруднителен процесс ведения лога всех действий.

Учитывая описанные недостатки, в данной работе реализована усовершенствованная DAM-Система, которая позволяет перед добавлением нового файла заполнить или отредактировать поля метаданных, организовать максимально оптимизированный поиск файлов, причём его всегда будет возможно полностью настроить под конкретную задачу.

Благодаря хранению метаданных отдельно от самого файла, нет необходимости загружать сам объект, что может очень сильно повысить скорость изменения его описания и свойств, избегая при этом скачивания избыточной информации.

При применении данного подхода, удается снять ограничения на размер загружаемых и скачиваемых файлов, осуществляется поддержка большого количества форматов метаданных, повышается уровень защиты данных, появляется возможность логгирования истории операций и манипулирования правами на хранимые объекты.

Для реализации предлагаемого подхода архитектура проекта размещается полностью в облаке AWS (Amazon Web Services), что позволяет использовать все доступные и постоянно обновляющиеся возможности облачных решений. При использовании например, архитектуры вида Serverless [3], нет необходимости в специализированной группе сотрудников, которая должна следить и поддерживать сервера, где обычно находятся все приложения, базы данных и выполняется непосредственная обработка запросов. Эта возможность обеспечивается благодаря использованию cloud сервисов, которые предоставляют функционал работы с базами данных и запуска написанного кода только в тот момент, когда есть непосредственно запрос или необходимость обработки и предоставления результатов. Тем самым, обеспечивается существенное сокращение расходов, так как оплата производится только за то, что действительно используется – за количество запросов, объём переданной информации, а не за зарезервированное время работы сервера. Поддержку компьютеров и предоставление функциональности в требуемом режиме обеспечивает AWS. Ещё одно значительное преимущество использования Serverless – это автоматическое управление используемой компьютерной мощностью (добавление при

увеличении нагрузки и такое же автоматическое уменьшение при малом количестве пользователей).

Предлагаемый подход в рамках работы позволяет повысить эффективность организации цифровых активов для бизнес-процессов компании, а также для хранения большого объёма структурированных данных, системная обработка которых необходима для ежедневной работы (загрузка, описание, быстрый поиск, распространение). Эту задачу удалось решить, использовав современные возможности cloud-технологий и обеспечив выполнение всех требований к хранению корпоративных данных.

Список использованных источников:

1. Сергей Фомин: статья из сети интернет. URL: https://vc.ru/services/146297-gde-biznesu-rabotat-s-foto-i-video-sravnivaem-yandeks-disk-i-korporativnyy-soft-dlya-upravleniya-mediakontentom (дата обращения 19.02.2021).

2. Павел Серафимович: статья из сети интернет. URL: http://citforum.ru/consulting/articles/dam/

3. Официальный сайт компании Amazon. URL: https://aws.amazon.com/serverless/ (дата обращения 19.02.2021).

Программа анализа двоичных файлов с периодической структурой

Якушов Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Новиков П.В.

МАИ, Москва

Предлагается к рассмотрению рабочий прототип программного обеспечения, используемого предприятием АО НИИ ТП «Научно-исследовательский институт точных приборов», которое применяется разработчиками аппаратного и программного обеспечения.

Целью этой работы является демонстрация и описание взаимодействия разработанного программного обеспечения с данными, полученными с борта спутника. Для этого необходимо проводить как анализ потоков данных, полученных с аппарата, так и анализ этих потоков после обработки на программном комплексе.

На орбите Земли находится много аппаратов разных стран, которые имеют различные виды модуляции. Все эти аппараты передают поток данных в соответствии со своей спецификацией. Данные имеют различные дополнительные конструкции, такие как: скремблирование (наложение заранее известной псевдослучайной последовательности - это требование нормальной работы радиоканала), шифрование, помехоустойчивое кодирование и другие конструкции. Все это предполагает разбиение информации на блоки, называемые радиокадрами, которые всегда имеют фиксированную длину. Они начинаются с фиксированного короткого (обычно 32-64 бита) фрагмента, называемого маркером. Длина радиокадра постоянна и обычно лежит в пределах от 1 КБайта до 1 МБайта. За маркером обычно следует заголовок, в котором находится информация о кадре, его данные. Заметим, что при приеме потока, во многих случаях приходится иметь дело даже не с потоком байт, а с потоком бит, случайным образом попавших на границу байта. Более того, доставшиеся биты могут быть весьма специфическим образом «обратимо» искажены из-за феномена, называемого "фазовой неоднозначностью", который возникает при определенных видах модуляции, заложенных на борту спутника, что во многих случаях приходится устранять программно.

Предлагаемое программное обеспечение позволяет проанализировать двоичный файл с периодической структурой, имеющий описанные выше особенности, и сделать аргументированное заключение о принятых данных.

Список использованных источников:

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание, М.: Вильямс, 2003

2. Zodiac aerospace. High data rate receiver cortex series. HDR-XXL user’s manual, 2011

Методы и инструменты визуальной разработки динамических веб-приложений на основе методики BlockSet

Ямщиков П.Б.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.
МАИ, Москва

Визуальное программирование – это способ создания программы путём манипулирования графическими элементами вместо написания текста. Метод визуального программирования наиболее естественен для восприятия человека. При визуальной разработке количество ошибок в программе значительно уменьшается, и, следовательно, качество программного продукта растет.

Сейчас в программировании множество различных функций и большое количество кода. При всем этом от разработанного продукта требуется высокое качество и надежность его кода. За последнее время методы и средства разработки сильно эволюционировали. Путь создания программного обеспечения стал похож на проектирование сложных технических систем. Это породило потребность обеспечить максимальную эффективность процессов разработки, эксплуатации и сопровождения программного обеспечения. Разработка технологий для автоматизации процессов является актуальным направлением снижения времени разработки, обслуживание программного обеспечения, проектирования, изменения и повышения качества программ. Одним из способов повышения производительности работы программистов является использование визуального программирования, обеспечивающие более высокий уровень кода. Визуальное обозначение является более описательным и компактным, чем текстовое описание. Благодаря этому можно уменьшить время разработки.

В Московском авиационном институте была разработана технология BlockSet. Эта технология является инструментарием для гибкого создания веб-сайтов различной степени сложности без знаний программирования. Так как в проекте BlockSet используется декларативный язык BML, то он идеально подходит для визуального программирования. Поэтому было принято решение разработать графический редактор для языка BML.

Таким образом визуальный редактор позволит наглядно представить процесс разработки веб-узлов, намного ускорит работу по созданию новых шаблонов или редактированию существующих, а также снизит порог вхождения в язык BML.

Генеративно-состязательная нейронная сеть для создания анимации персонажа

Ярославский В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.
МАИ, Москва

В современном мире все чаще и чаще используется графическая анимация. И с каждым разом она становится все реалистичнее. Но для ее создания требуется приложить немало усилий и времени, добиваясь того результата, который нужен.

Для того, чтобы создание анимации не была столь рутинной работой, предлагается взять несколько образцов анимации, больше всего подходящих для модели, после чего “скормить” данные анимации нейронной сети, которая сможет сама генерировать анимацию для последующих, аналогично похожих, моделей.

Для разработки программы на языке программирования Python с генеративно-состязательной нейронной сетью потребовалось провести подготовку из нескольких этапов. В первую очередь следовало понять для какой модели будет разрабатываться анимация, выбор остановился на модели, анатомически похожей на человека. Далее была выбрана среда моделирования Blender 3D, из-за открытого исходного кода и возможности интегрировать скрипты на языке Python, после моделирования персонажа в Blender 3D, стало возможным создание анимации “вручную” для данной модели. Было сделано несколько

вариантов анимации. После чего, все сделанные анимации были отправлены нейронной сети, чтобы она смогла производить подобные анимации другим созданным персонажам.

Как итог, был разработан скрипт для Blender 3D с нейронной сетью, которая способна после создания модели персонажа, генерировать анимацию для данной модели. Данный скрипт возможно обучить и другой анимации, который, в свою очередь, будет способен генерировать анимацию для различных моделей.

Секция №3.5 Электротехника, электротехнические комплексы и электроника

Стенд для демонстрации положения модели самолета

Антипов А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Абдуллин И.Н.
КНИТУ–КАИ, Казань

В процессе обучения, особенно на этапе знакомства с принципами работы летательных аппаратов, важную роль играют демонстрационные стенды и установки.

Целью работы является создание эффективного стенда для демонстрации положения модели самолета. Эффективность стенда достигается высокой наглядностью изменения положения самолета в полете при воздействии на ручки управления.

Стенд для демонстрации положения модели самолета, представляет собой корпус, на котором расположена прозрачная труба, внутри которой находятся мотор с винтом, модель самолета, расположенная на шарнирной опоре подставки, в центральной части корпуса расположена ручка управления самолетом, ручка управления двигателем, педали, причем модель самолета выполнена в виде планера с элеронами, рулем направления и рулем высоты, соединенных с соответствующими сервоприводами. В основании ручек управления и педалей имеются передатчики, выполненные с возможностью передачи сигнала о положении органов управления как на сервоприводы, управляющие положением соответствующих рулевых поверхностей и регулятор оборотов двигателя, так и на компьютер, выход которого соединен со входом экрана, расположенного за стендом, для вывода на экран изображения положения модели самолета, дублирующего его положение на стенде. Для удобного использования стенда перед ним расположено полноразмерное кресло пилота.

Стенд работает следующим образом: человек садится в кресло пилота и запускает двигатель, отклоняя ручку управления двигателем. Набегающий поток, создающийся винтом, обтекает модель самолета, и она принимает положение, соответствующее крейсерскому полету реального самолета. Далее можно управлять моделью, меняя ее положение по тангажу, крену и рысканию отклонением ручки управления самолетом и педалей в соответствии с реальным процессом управления самолетом. Помимо отклонения модели в потоке воздуха, на экран выводится изображение самолета в воздухе, копирующее положение модели в стенде.

Данная модель позволяет повысить качество процесса обучения и привития начальных пилотных навыков за счет высокой наглядности работы самолета, которая достигается демонстрацией положений самолета в набегающем потоке воздуха и на экране, и широких функциональных возможностей стенда, таких как управление моделью самолета по тангажу, крену и направлению отклонением соответствующих органов управления (руля высоты, элеронов и руля направления). За счет электроники управление стендом происходит весьма просто, и даже не имея базовых знаний о принципах работы системы управления самолетом, данный стенд можно эксплуатировать.

Мобильный пилотажный стенд

Антонов И.М., Мелюков С.А., Иванов Б.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.
МАИ, Москва

При выполнении работы была поставлена задача создать мобильный пилотажный стенд для внедрения в учебный процесс, отработки различных алгоритмов в области систем управления ЛА и оценки психофизиологического состояния пилота для принятия решения о допуске к полёту лётчика. Пилотажный стенд близок по своему функционированию к

авиасимулятору, но допускает проведение моделирования динамических свойств и движения ЛА различных типов.

В рамках поставленной задачи был изготовлен мобильный пилотажный стенд на основе существующих органов управления ранее выпускавшегося реактивного ЛА для максимального приближения моделирования к реальным условиям.

В состав мобильного пилотажного стенда включены: ручка управления самолётом; рычаг управления двигателем; педали; четыре потенциометрических датчика; АЦП, передающий показания потенциометрических датчиков на системный блок; системный блок и монитор, закреплённый на стойке и поворачивающийся на 180 градусов для удобства настройки; камера, с программным комплексом обработки поворота головы для лучшего обзора, установленная на мониторе.

Для моделирования используется программное обеспечение, разработанное в среде Simulink и включающее в себя два работающих в реальном времени в режиме пакета проекта. На вход программы, после обработки АЦП, поступают сигналы с датчиков, фиксирующих перемещение органов управления по газу, углы по тангажу, крену и курсу (рысканью). Далее проводится расчёт математической модели пространственного движения самолёта и на выходе, путём отправки данных через внутренний сервер, параметры передаются в авиасимулятор FlightGear или Microsoft Flight Simulator.

В силу требований к мобильности и компактности пилотажного стенда для оценки окружающей обстановки используется специальный комплекс, отслеживающий поворот головы, который позволяет, используя лишь один экран, осматривать окружающее пространство во все стороны при малых поворотах головы.

Мобильный пилотажный стенд оснащён программой оценки психофизиологического состояния пилота (лётчика). Основной принцип программы заключается в измерении разности между координатами цели, передвигающейся на экране по определённому закону, и прицела, управляемого пилотом, задача которого следить за ней в течении определённого промежутка времени. Данные можно использовать при принятии решения о допуске к полёту.

В ходе работы со стендом, после серии тестов, была подтверждена его работоспособность.

Импульсный источник питания сверхпроводниковой обмотки возбуждения индукторной электрической машины с комбинированным возбуждением

Бирюкова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильясов Р.И.
МАИ, Москва

Обмотка возбуждения в сверхпроводниковой индукторной электрической машине с комбинированным возбуждением питается постоянным током. Импульсный источник питания (ИИП) нам нужен для преобразования многофазного переменного напряжения якорной обмотки плавающей величины и частоты в постоянный ток поддерживаемой величины для питания обмотки возбуждения. ИИП дает электрической машине жизнь, обеспечивая обмотку возбуждения непрерывным питанием и защищая ее от неожиданных проявлений внешней системы, например защита от короткого замыкания или перенапряжения.

При питании обмотки возбуждения переменным током возникают потери на гистерезис и вихревые токи. Сверхпроводниковая лента имеет многослойную структуру, состоящую из металлической подложки с нанесенными на нее слоями буферного и высокотемпературного сверхпроводника. Поскольку есть медные слои, то при переменном поле в этой тонкой ленте наводятся вихревые токи. Потери на гистерезис возникают так как в сверхпроводнике есть домены, которые переориентируются и это приводит к нагреву. Потери прежде всего влияют на КПД машины еще при нагреве свойства сверхпроводимости меняются вплоть до

исчезновения. Поэтому сверхпроводниковую обмотку возбуждения питают постоянным током.

Данная работа имеет множественность подходов в связи с тем, что есть четыре обмотки: две осевые сверхпроводниковые обмотки и две резервные медные обмотки с таким же МДС, как и у сверхпроводниковых обмоток. Основной режим работы ИИП – это когда управление осуществляется двумя сверхпроводниковыми обмотками одновременно. Они могут быть подключены: параллельно, последовательно и независимо. При подключении обмоток последовательно и параллельно необходим один собственный источник для питания двух обмоток. При параллельном подключении обмоток нужен ток вдвое больше, чем для питания одной обмотки, так как при параллельном подключение ток делится и течет по обмоткам равный, так как обмотки одинаковые. При последовательном подключении — это когда один ток протекает по двум обмоткам, в данном случае источник должен преодолеть индуктивное сопротивление сразу двух обмоток при токовводе и токовыводе. Независимое подключение обмоток означает, что у каждой обмотки есть свой собственный источник.

Такой импульсный источник питания может использоваться не только для питания сверхпроводниковой обмотки возбуждения индукторной электрической машины с комбинированным возбуждением, но и использоваться в качестве выпрямителя собственных нужд на борту самолета, который будет отличаться от данного только мощностью.

Анализ энергетических процессов в автономном активном магнитном подшипнике

Виноградов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шлеёнкин Л.А.
МАИ, Москва

Новейшие достижения в области цифровой микропроцессорной техники, элементной базы силовой полупроводниковой электроники и средств контроля позволяют начать постепенную замену традиционных механических подшипников качения и скольжения на бесконтактные опоры для вращающихся валов, которые могут быть выполнены в виде активных магнитных подшипников (АМП). АМП является электромеханическим устройством, образующим с вращающимся ротором многоканальную систему автоматического управления, обеспечивающим бесконтактное положение вращающегося ротора относительно статора с заданной точностью.

Современные АМП, выпускаемые промышленностью, содержат управляющее устройство (стойку управления) и нуждаются во внешнем источнике постоянного напряжения. При этом габариты управляющего устройства в несколько раз могут превышать габариты исполнительных электромагнитов. С увеличением нагрузочной способности АМП до одной тонны и более и уменьшением рабочего воздушного зазора за счет повышения точности стабилизации ротора существенно снижается удельная мощность системы автоматической стабилизации ротора. Это позволит создать эффективный энергонезависимый АМП, в котором электроэнергия, требуемая для работы системы управления, может генерироваться встроенным в магнитный подшипник генератором, а элементы системы управления и системы электроснабжения будут устанавливаться в конструкцию магнитного подшипника.

С целью обеспечить максимальную автономность магнитного подвеса, предлагается интегрировать систему электроснабжения (СЭС) в комплексную структуру АМП. Основную часть СЭС составляет бесконтактный синхронный генератор (СГ), статор которого размещён в АМП, а обмотки СГ размещены между полюсами электромагнитов магнитного подвеса. Ротор выполнен с применением редкоземельных постоянных магнитов. Также в СЭС входят управляемый полупроводниковый выпрямитель (УПВ), сетевой фильтр и буферный накопитель энергии на основе суперконденсаторов.

Проведено исследование 8-ми полюсного радиального АМП грузоподъемностью 10 000 Н с рабочим воздушным зазором равным 1,5 мм. На основе разработанной математической

модели проведена оценка энергетических характеристик магнитного подвеса для основных типов внешних возмущений, действующих на ротор. При этом максимальная мощность, потребляемая системой стабилизации ротора, не превышает 250 Вт. Показано, что для ее генерации масса и габариты встроенного синхронного генератора не превышают 12 % от массы и габаритов силовых электромагнитов. В перспективе мощность, а, следовательно, масса и габариты автономной СЭС можно уменьшить за счет повышения динамической точности АМП при соответствующем уменьшении воздушного зазора. Таким образом, разработка автономного АМП с высокой грузоподъемностью оказалась технически реализуемой.

Список использованных источников:

1. С.П. Халютин, П.С. Горшков, Б.В. Жмуров, А.П. Патрикеев. Автоматизация проектирования систем электроснабжения воздушных судов. – М.: Издательство ИД Академии Жуковского, 2015 г. – 116 с.

2. Журавлёв Ю.Н. Активные магнитные подшипники: теория, расчет, применение. — СПб.: Издательство Политехника, 2003. — 206 с.

Частотно регулируемый привод

Гильфанов Р.Л.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.

КНИТУ–КАИ, Казань

Электродвигатели вида асинхронные используются в автотранспортах и промышленных предприятиях, служит ключевой фигурой устройств. Эти устройства характеризуются повышенным качеством и хорошо поддаются ремонту. И все же асинхронный двигатель может работать лишь на одной частоте, имеющая сеть переменного тока. В действии разного рода диапазонах применяют всевозможные приборы, такие как частотные преобразователи, выполняющие изменение частот до необходимых значений.

Механизм работы преобразователей непосредственно взаимосвязана с работой электродвигателя вида асинхронные. Статор преобразователя состоит из трех обмоток к каждой из которых подведен электрический ток, образующий переменное магнитное поле. Далее под влиянием данного поля в роторе наводится электрический ток, приводящий к появлению магнитного поля. В конечном счете взаимосвязь статора с ротором, вращается ротор. При начале работы двигателя асинхронного вида, появляется огромное токовое потребление от сети питания. Поэтому привод устройства получает большую перегрузку. Случается скачковое стремление электродвигателя показать номинальные обороты. В конечном счете, сокращается срок работы механизма. Этот вопрос определяется применением ЧРП, дающий регулировать диапазон частот напряжения. Использование электронных частей превращает данные аппараты в высокопроизводительные. Механизм действия частотного преобразователя: для начала подается напряжение к выпрямителю, далее случается его превращение в постоянный ток. За этим выпрямляется конденсаторами и следует к транзисторному преобразователю. В открытом состоянии транзисторы имеют очень малое сопротивление. В нужное время закрытие и открытие происходит с использованием электронного управления. Впоследствии возникает напряжение, в которой происходит смещение фаз относительно друг друга. Трехфазный электродвигатель с однофазной сетью тесно связаны с частотным преобразователем. При подключении по этой схеме необходимо работать с фазосдвигающим конденсатором. С его помощью можно создать вращающий момент. Производительность устройства весьма сильно уменьшается, однако частотный преобразователь повысит его эффективность. Итак, использование частотно регулируемого электропривода совершает регулирование трехфазными двигателями переменного тока намного эффективнее. Таким образом, совершенствуются процессы на производстве, а сами энергетические ресурсы применяются намного рациональнее.

Список использованных источников:

1. Лазарев Г.Б. Высоковольтные преобразователи для частотно-регулируемого электропривода. Построение различных систем // Новости электротехники. 2005. № 2 (32). С. 30-36.

2. Мухамадеев А.Р. Преобразователи частоты и устройства плавного пуска для электроприводов переменного тока // Энергетика Татарстана. 2010. № 17. С. 44-53

3. Гринштейн Б.И., Колоколкин А.М., Тарасов А.Н. Опыт разработки и внедрения тиристорных преобразователей частоты для пуска и регулирования частоты вращения мощных синхронных машин // Электрические станции. 2005. № 8. С. 45-53.

Применение аналого-цифровых систем управления электрогидравлическими приводами в гражданской авиации

Голубков С.П.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Анисимова Т.В.

МАИ, Москва

В работе рассмотрена возможность применения аналого-цифровых систем управления электрогидравлическими приводами, входящими в состав комплексной системы управления (КСУ) самолетов гражданской авиации.

В настоящее время подобные системы активно применяются на борту практически каждого пассажирского или грузового самолета и представляют собой блок управления приводом (БУП).

На ранних этапах развития авиационной промышленности основной управления механизации крыла являлись тяги, тросики и т.д. Затрудняло управление на больших скоростях. Помимо проблемы физически тяжелого, в прямом смысле, управления пилоту приходилось самостоятельно оценивать критические углы атаки и перегрузки, чтобы не допустить срыва потока воздуха с кромки крыла, что приводящее к сваливанию. Исходя из этого можно понять, что на пилота ложилось большое количество задач, что повышало вероятность крушения авиационного судна.

С развитием цифровых систем начали появляться системы дистанционного управления (СДУ). Это позволило механически развязать органы управления в кабине самолета от управляющих поверхностей. Основная задача СДУ – принять электрические сигналы с ручки управления самолетом (РУС), ручки управления двигателем (РУД) и педального узла и передать их в БУП. Применение СДУ позволило кратно упростить систему управления, уменьшить количество тяг и тросиков, тем самым увеличить срок службы самолета. Это связано с тем, что любой тросик имеет свойство перетираться, либо растягиваться. Следовательно, намного чаще приходиться проводить осмотры и ремонтные работы.

Основной задачей БУП является получение цифровых сигналов от КСУ и датчиков обратной связи (ДОС), обработка и выдача на линейный электродвигатель (ЛЭД) электрогидравлического привода аналогового управляющего сигнала необходимого качества и формы.

БУП, в простейшем случае, представляет собой микроконтроллер, управляющий мостовым коммутатором, который и задает необходимый уровень и форму выходного напряжения. Микроконтроллер так же обрабатывает входной цифровой сигнал, сравнивает его с сигналом с ДОС и после обработки выдает управляющий сигнал на транзисторные ключи мостового коммутатора. Использование импульсного режима регулирования позволяет увеличить частоту обработки и корректировки положения выходного звена привода. Подобные блоки в связке с КСУ позволяют почти полностью автоматизировать полет, увеличить надежность и отказобезопасность, а также снизить вероятность человеческой ошибки почти до нуля.

Контроль и диагностика работы электродвигателей

Губаев И.Н., Шайдуллин Р.Ф.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ–КАИ, Казань

Контроль и диагностика электродвигателей на производстве проводится путем измерения основных параметров, сбора данных во время работы двигателя и прогнозирования неисправностей.

Меры при неисправностях предпринимаются в зависимости от устройства электродвигателей, которые бывают [1]:

• Асинхронные
• Синхронные
• Коллекторные двигатели постоянного тока
• Коллекторные двигатели переменного тока

Повреждения электродвигателей делятся на электрические (межвитковые замыкания; пробои изоляции на корпус) и механические (сколы, трещины на корпусе; износ щеток и коллекторных пластин, износ подшипников и т.д.)[2].

Диагностика электрических повреждений проводится путем прозвонки мультиметром токопроводящих частей с целью обнаружения следующих неисправностей [3]:

• При межвитковом КЗ сопротивление замкнутой обмотки будет меньше сопротивления исправных обмоток.
• При наличии обрыва сопротивления обмотки будет стремиться к бесконечности.
• При наличии замыкания между обмотками сопротивление между их началами и концами будут ниже минимального сопротивления изоляции (500 кОм).
• При наличии замыкания обмотки на корпус будет сопротивление между обмоткой и корпусом.

Механические повреждения выявляются после осмотра электродвигателя.

Вибрация является причиной многих механических повреждений, для обнаружения превышения определенного ее уровня используют акустический (основанный на применении вибродатчиков) и токовый (спектральный анализ тока в обмотках двигателя)

Для контроля частоты вращения к двигателям с векторным управлением подключают энкодер, отслеживающий частоту, в двигателях же со скалярным управлением за частотой следит датчик за крыльчаткой охлаждения, который при отклонении частоты вращения передает сигнал пороговому устройству.

Для защиты от перегрева используется тепловая защита основным элементом которой являются датчики тепла [4].

В целях контроля работы электродвигателей за ними должен осуществляться постоянный надзор дежурного персонала, кроме того проводятся периодические обходы и осмотры всех находящихся в работе и резервных машин (для ЭД выше 1000 В – 2 раза в месяц, для остальных 1 раз в месяц). В рамках надзора проводятся [5,7]:

• Регулирование нагрузки в допустимых пределах, целях проверки значений тока статора, проверка нагрева корпуса посредством касания или с использованием специальных приборов, проверка температуры охлаждающей среды, состояния подшипников качения и уровня смазки, проверка меди и сердечника статора;
• Проверка наличия вибрации корпуса и подшипников;
• Осмотр статорных водоохладителей на наличие свищей и пробоев в целях предотвращения контакта воды и поверхности статора;
• Контроль освещения рабочей площадки;
• Осмотр состояния заземлений корпуса электродвигателя;
• Осмотр состояния коробки выводов;
• Проверка контактных соединений на наличие пробоев в изоляции;
• Проверка коллекторно-щеточного узла коллекторных двигателей.

Методика расчета полностью сверхпроводниковой электрической машины

Дежина И.Н., Подгузов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.
МАИ, Москва

В настоящее время на летательных аппаратах применяются электрические машины различного назначения (высокооборотные, исполнительные, моментные). Открытие такого явления, как высокотемпературная сверхпроводимость (ВТСП) позволяет создавать абсолютно новый класс электрических машин, который обладает повышенной энергоэффективностью, улучшенными массогабаритными показателями и повышенной экологической безопасностью. Традиционные, в том числе сверхпроводниковые 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 с ферромагнитным внешним экраном и «безжелезной» активной зоной требуют разработки новых подходов к их расчету и проектированию.

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 [1]. Полное описание, расчетные схемы и соотношения для решения задач относительно векторного магнитного потенциала для ОВ, ОЯ и полей ротора и статора представлены в [2].

В качестве исходных данных используются выходная мощность, фазное напряжение и частота вращения. Очевидно, что требуемое значение мощности при заданной частоте вращения может быть получено большим количеством сочетаний размеров активной зоны электрической машины. При этом получение максимальной удельной мощности является задачей оптимального проектирования, а сама удельная мощность является критерием оптимальности, также называемым целевой функцией. Методика расчета и оптимизация размеров машины с целью получения максимальной удельной мощности реализованы в программе MATLAB.

В работе представлены результаты аналитического расчета криогенной электрической машины без ферромагнитопровода с рабочей температурой 25 К, и их сопоставление с результатами двухмерного моделирования методом конечных элементов в программе COMSOL Multiphysics. Проведенный численный расчет позволил учесть все основные допущения, принятые при аналитическом расчете. Результаты сопоставления расчетов также представлены в работе.

Список использованных источников:

1. Дежина (Кобзева) И.Н., Дежин Д.С., Иванов Н.С., Ковалев К.Л. Полностью сверхпроводниковая электрическая машина с высокой удельной мощностью // Электротехника. 2018. № 2. С. 2-7.

2. И.Н. Дежина (Кобзева), Н.С.Иванов, К.Л.Ковалев, В.С.Семенихин., “Аналитическая методика расчета полностью сверхпроводниковой электрической машины для летательных аппаратов.,” Инновационные технологии в энергетике, Российская академия наук. – М.: Наука, 2016, p. 142.

Методика исследования эффективности источника электропитания на основе пьезоэффекта

Демидов И.Д., Александров А.В.
Научный руководитель — Кобзев В.М.
ТУСУР, Томск

В настоящий момент ввиду ускорения темпов развития области портативной и носимой электроники актуальным является получение электрической энергии путем преобразования механической. Предполагается, что данный способ получения энергии позволит увеличить автономность работы устройств, режим работы которых подразумевает периодический выход на связь или выполнение каких-либо операций однократно в течение длительных промежутков времени.

Примером носимой электроники являются GPS-трекеры для животных. Существующие трекеры контроля местоположения работают от химических источников питания, и не могут функционировать на протяжении длительного времени. Источник питания, основанный на преобразовании механической энергии, способен устранить проблему с заменой и зарядкой химических аккумуляторов. Идея заключается в создании автономного источника питания, преобразовывающего механическую энергию в электрическую. Для получения необходимой энергоэффективности источника питания следует произвести исследование методики измерения энергоэффективности преобразования механической энергии.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование методики измерения энергоэффективности преобразования механической энергии, полученной при помощи пьезоэлемента, в электрическую.

В настоящем исследовании преобразование механической энергии основано на прямом пьезоэффекте. Для расчёта энергоэффективности пьезоэлемента разработана принципиальная электрическая схема. Схема состоит из пезьоэлемента, диодного моста, конденсатора, кнопки и светодиода. С помощью механических воздействий на пьезоэлемент вырабатывается электрический ток, который поступает на диодный мост. Диодный мост применяется для инверсии отрицательной полуволны в положительную, после чего ток поступает на конденсатор.

Один из каналов осциллографа подключается к пьезоэлементу, что позволяет при воздействии на пьезоэлемент зафиксировать длительность импульса и напряжение. Другой канал осциллографа подключается к конденсатору для измерения напряжения на нём – это необходимо для того, чтобы фиксировать момент, когда конденсатор полностью заряжен. Далее определяется необходимое количество ударов по пьезоэлементу для полной зарядки конденсатора. Таким образом, становится известна длительность каждого из ударов, после чего, можно определить суммарную длительность ударов по пьезоэлементу и рассчитать энергоэффективность пьезоэлектрического элемента. Планируется, что КПД пьезоэлемента будет составлять до 45%.

Возникновение и развитие метода преобразования механической энергии в электрическую связано с получением электрической энергии из окружающей среды. Полученные данные помогут создать источник питания для носимой электроники. Этот источник способен заменить аккумуляторы в устройствах, потребляющих малое количество энергии. Рассматриваемый метод при его апробации в ходе эксперимента может быть скомбинирован с другими аналогичными методами, к примеру, с эффектом Зеебека в виде элемента Пельтье.

Разработка системы контроля давления в шинах мотовездеходной техники

Демокидов А.Р.
Научный руководитель — Королев П.С.
НИУ ВШЭ, Москва

Доклад посвящен процессу создания TPMS (англ. tire pressure monitoring system) для мотовездеходной техники и кроссовых мотоциклов. Система включает в себя автономное устройство, которое измеряет давление в шинах и рекомендует повысить или снизить его для требуемой поездки при различных погодных условиях, а также ведет непрерывный

мониторинг давления в шинах. Рекомендации и результаты измерений отображаются на экране мобильного телефона.

Актуальность разработки подтверждается проведенным опросом в социальных сетях, где пользователи мотовездеходной техники и кроссовых мотоциклов желают приобрести такую систему, т. к. на рынке в настоящий момент нет подобных, измеряющих давление в диапазоне от 0.1 до 1.2 [бар] с высокой точностью 0.01[бар], что необходимо для шин перечисленной техники. По статистике проведенных опросов, 74% людей хотели бы иметь систему контроля давления в шинах для своего транспортного средства. Количество опрошенных пользователей в 2020 году составило 311 человек.

Целью работы является повышение безопасности передвижения на мотовездеходной технике и на кроссовых мотоциклах. Данное устройство повышает эффективность контроля внутрикамерного низкого давления в шинах перечисленной техники; помогает пользователям подобной техники решать следующие проблемы: экономия топлива, сохранение целостности протекторов шин, обеспечение оптимального сцепления шин с дорожным покрытием и обеспечение безопасности как водителя и пассажиров, так и других участников дорожного движения. Система будет состоять из следующих компонентов: измерительный модуль, включающий в себя датчик, расположенный на ниппеле внутри колеса (2-4 в зависимости от транспортного средства) и передающее устройство; центральный модуль, расположенный на приборной панели, включающий в себя приёмопередатчик; мобильное приложение.

Постоянное измерение давления шин позволит избежать множества проблем и сделает поездку максимально безопасной. Давление в шинах влияет не только на долговечность покрышек, но и на другие параметры при эксплуатации транспортного средства. Езда с шинами, накачанными в соответствии с рекомендациями нашего прибора, помимо всего прочего, в значительной степени улучшает прямолинейное движение транспортного средства и его управляемость на поворотах, в том числе при торможении и на низких скоростях.

Благодаря правильному давлению в шинах покрышка сохраняет задуманную производителем форму и имеет пятно контакта, обеспечивающее максимальное сцепление, курсовую устойчивость на дороге, высокую управляемость автомобилем, устойчивость в поворотах, торможение и отвод влаги. Перекаченные и недокаченные шины имеют сильную деформацию пятна контакта, что приводит к значительному сокращению сцепления и быстрому износу.

Таким образом, принципом работы системы является измерение показателей датчиками, передача данных сначала на микроконтроллер, а потом на Bluetooth модуль, получение данных приложением, обработка информации и вывод на экран смартфона.

Список использованных источников:

1. Пятно контакта. [Электронный ресурс]: <https://www.koleso-russia.ru/catalog/about/tires/davlenie_v_shinakh/>, 27.02.2021.

К вопросу о проектировании силовых модулей для перспективных электротехнических комплексов с учетом минимизации их массогабаритных показателей

Зубков И.А., Левченко Л.И., Султанов А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ямалов И.И.
УГАТУ, Уфа

На сегодняшний день происходит развитие силовых модулей (СМ), обусловленное расширением области применения электрических машин (ЭМ), а также возрастающими мощностями ЭМ. Создание высокомощных ЭМ актуально для производственных и транспортных применений. Касательно транспортных применений важно выполнить ЭМ и СМ с минимальными массогабаритными показателями, так как место на транспортных средствах ограничено, а высокая масса ЭМ и СМ отрицательно влияет на их

эксплуатационные характеристики. В данной работе рассмотрены мероприятия по минимизации массогабаритных показателей СМ.

Силовой модуль (СМ) включает в себя транзисторы, соединенные в определенной конфигурации, схему управления, оптимизированную по характеристикам управления затвора для данных транзисторов, схему защиты от перегрузок и схему индикации состояния. СМ предназначены для управления различными видами электрических двигателей и преобразования электрической энергии генераторов [1].

Современные СМ находят широкое применение при создании управляемых и неуправляемых выпрямителей, автономных инверторов для питания электроприводов переменного и постоянного токов средней мощности, преобразователей индукционного нагрева, сварочных аппаратов, источников питания, а также бытовой техники. Важную роль СМ играют в развитии различных видов электротранспорта. Применение СМ определенных конфигураций для управления электродвигателем позволяет обеспечивать предельно низкие потери в обмотках трансформатора и дросселей, повышать частоту переключения, упрощать схему управления, минимизировать загрузку сети гармониками.

Необходимо отметить, что создание СМ приобрело особую актуальность в рамках развития концепций полностью и более электрического самолета. В процессе проектирования и производства самолета, одной из основных задач специалистов является обеспечение минимально возможной массы всех компонентов самолета, в том числе и СМ. Именно поэтому одной из задач современной силовой электроники является минимизация массогабаритных показателей силовых блоков.

В связи с вышесказанным целесообразно при проектировании силовых блоков применять специальные мероприятия по снижению их массы и габаритов.

Минимальную массу силового модуля можно обеспечить следующим образом:

• Использовать в конструкции корпуса различные композитные материалы [2], что позволит уменьшить массу изделия.

• Сокращать количество крепежных изделий при проектировании модуля.

• Максимально эффективно использовать площадь поверхности радиатора, на которой расположены греющиеся электронные компоненты, оптимизировать расположение электронных компонентов с учетом тепловыделений в СМ, т. к. в большинстве случаев радиатор является одним из самых тяжелых элементов СМ. Грамотно спроектировав радиатор и правильно выбрав расположение электронных компонентов на нем можно существенно уменьшить массу модуля.

• Выполнение силовых блоков на базовых несущих конструкциях.

• Применение бескорпусных микросборок (т. к. они имеют малые габариты, появляется возможность размещать большее количество компонентов на единицу площади, следовательно, уменьшаются габариты электронных устройств за счет возрастания плотности монтажа).

• Максимально эффективно использовать свободное пространство при проектировании корпуса. Свободное пространство внутри модуля должно быть достаточным для осуществления сборки СМ, но не избыточным.

СМ – перспективный электроприбор, который оказывает значительное влияние на развитие различных видов электротехнических комплексов. Уменьшение массогабаритных характеристик СМ имеет ключевое значение в развитии концепции полностью или более электрического самолета, т. к. в ходе его проектирования, специалисты должны обеспечить минимально возможную массу всех его компонентов. Снижение массы и габаритов СМ можно обеспечить, применяя ряд вышеуказанных мероприятий.

Список использованных источников:

1. Семенов Б.Ю. Силовая электроника. От простого к сложному. – М.: Эксмо, 2013. – 411с.
2. Дудченко А.А. Прочность и проектирование элементов авиационных конструкций из композитного материала – М.: МАИ, 2007. – 200с.

Разработка графического интерфейса для анализа кондуктивных помех в бортовой кабельной сети летательного аппарата

Кадочников А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Томилин М.М.
МАИ, Москва

Бортовая кабельная сеть летательных аппаратов (ЛА) наиболее подвержена влиянию электромагнитных помех (ЭМП), поскольку обладает значительной протяженностью и разветвленной структурой. Электромагнитные помехи индуцируют на внутренних проводниках кабелей, соединяющих приборы и устройства бортовых систем ЛА, токи и напряжения, которые могут вызывать сбои и отказы. Поэтому для обеспечения требуемой помехозащищенности элементов и устройств ЛА на этапе проектирования важно знать уровни токов и напряжений в бортовой кабельной сети при воздействии ЭМП.

Существующие САПРы и системы моделирования, например Comsol, CST MICROWAVE [1], [2] позволяют решать широкий спектр электродинамических задач, но сложны в освоении и имеют высокую стоимость.

Целью настоящей работы является создание графического интерфейса на основе алгоритма [3] для анализа уровней напряжений на внутренних проводниках экранированных кабелей летательного аппарата в среде Matlab [4].

Разработанный графический интерфейс позволяет получать временные диаграммы напряжений на внутренних проводниках при протекании по экранам бортовых кабелей токов, индуцированных внешними электромагнитными помехами

Анализ полученных диаграмм позволяет сделать заключение об уровне помехозащищенности внутренних проводников экранированных бортовых кабелей и, в случае необходимости, - принять дополнительные меры по их защите.

Список использованных источников:

1. https://www.comsol.ru/
2. http://eurointech.ru/
3. В. Ю. Кириллов, М. В. Марченко, М. М. Томилин. Электромагнитная совместимость бортовой кабельной сети летательных аппаратов. М.: изд-во МАИ, 2014. — 170 с.
4. https://www.mathworks.com/
5. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН–Пресс, 2005. — 576 с.

Инвертор с трехуровневой широтно-импульсной модуляцией

Казанов К.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Анисимова Т.В.
МАИ, Москва

Инвертор – устройство преобразующее постоянное напряжение в переменное. Он не имеет момента создания в истории так как каждый делал это по-своему.

Работа устройства заключается в преобразовании напряжения, постоянного в синусоидальное. Сначала нужно подать постоянное напряжение на входной фильтр, для защиты сети от помех, поступающих от устройства и устройства от помех, поступающих из сети. После подать напряжение на мостовой коммутатор (МК).

Затем напряжение поступает на блок DC/DC и преобразуется в заданного уровня, далее мостовой коммутатор, в соответствии с режимом управления преобразует постоянное напряжение в прямоугольное.

Чтобы сформировать удовлетворяющий заданным условиям синусоиду нужно управлять МК определенными сигналами – нужной формы определенной длительности и паузы одним из вариантов является ШИМ-СИН, а именно ШИМ-СИН-3 или же трехуровневую ШИМ-СИН. В ШИМ-СИН используется для сравнения и последующего получения сигнала управления синус. На выходе ШИМа получается сигнал, половина которого лежит в положительной части ординаты, а вторая в отрицательной. Такой способ получения

позволяет не только регулировать коэффициент заполнения – отношения импульса к периоду, что есть огромный плюс, но и позволяет получить импульсы с одинаковой частотой.

Далее полученный в ходе работы МК сигнал подать на выходной фильтр, из-за применения которого переменное напряжение станет формы синусоиды.

Но перед тем, как производить широтно-импульсную модуляцию необходимо снять полученный сигнал с выходного фильтра и сравнить с опорным напряжением. Для этого применяют отрицательную обратную связь (ООС), которая противодействует изменению сигнала управления переключения силовыми транзисторами, так как работает в жесткой связке с схемой управления.

Затем ШИМ производит аппроксимацию, в результате которой получается сигнал управления с разным коэффициентом заполнения.

Далее сигналы управления подаются на распределитель импульсов управления (РИУ), который в свою очередь производит распределение определенных импульсов управления в заданные моменты времени, необходимые для работы МК.

Далее эти сигналы управления поступают на драйвер, который их усиливает и подает на соответствующий силовой ключ.

Инверторы являются сложными техническими устройствами. Они применяются в огромном количестве силовой электроники, которое обусловлено необходимостью формирования синуса для нагрузки и так как во всем мире сети имеют свои характеристики, то и разработка инвертора под заданные условия занимает довольно большое количество времени.

Моделирование электромагнитных полей в конструкции летательного аппарата

Казачинский Г.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Томилин М.М.
МАИ, Москва

На летательный аппарат при эксплуатации воздействуют излучаемые электромагнитные помехи естественного и искусственного происхождения [1], [2]. Проникая через технологические отверстия, стыки и апертуры во внутренний объем летательного аппарата, электромагнитные помехи индуци-руют на экранах и внутренних проводниках кабелей токи и напряжения, кото-рые могут приводить к сбоям и отказам бортовой аппаратуры [3]. Поэтому определение уровней электромагнитных помех во внутреннем объеме лета-тельного аппарата – актуальная задача.

В настоящее время компьютерное моделирование воздействия и распро-странения электромагнитных полей дополняет экспериментальные исследова-ния и испытания. Это позволяет оценить электромагнитную обстановку в кон-струкции летательного аппарата и рационально выбрать технические средства защиты от электромагнитных помех [3].

В работе приведены результаты моделирования воздействия и распро-странения электромагнитных полей, создаваемых грозовым разрядом [1], в конструкции летательного аппарата. Полученные результаты могут быть ис-пользованы для повышения уровней помехозащищенности бортовых устройств летательного аппарата.

Список использованных источников:

1. Балюк Н.В., Кечиев Л.Н., Степанов П.В. Мощный электромагнитный им-пульс: воздействие на электронный средства и методы защиты. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007.

2. Кириллов В. Ю., Томилин М. М. Воздействие преднамеренных электромаг-нитных помех на бортовые кабели космических аппаратов. // Электронный журнал «Труды МАИ». Выпуск № 66. 2013.

URL: https://mai.ru/upload/iblock/e7f/e7f4d153f49bb3d13cc95c8ef7c946f6.pdf

3. Кириллов В.Ю. Электромагнитная совместимость летательных аппаратов. М.: Издательство МАИ, 2012.

Перспективы применения FMEA в современном электромашиностроении

Калимуллин С.Р., Худияров М.В.
УГАТУ, Уфа

Одной из основных задач менеджмента является выявление дефектов продукции и риска несоответствия нормам, а также мероприятия по устранению или снижению появления потенциальных несоответствий во время всего жизненного цикла продукции. Это актуально для всех отраслей современного производства и машиностроения, в том числе электромашиностроения. Вышеперечисленные процессы включают в одно целое название FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). Иными словами, это технология анализа разновидностей и последствий возможных отказов.

Существует 3 вида FMEA анализа:

DFMEA (Design FMEA) – FMEA-анализ конструкции изделия; Направлен на выявление проблем в компонентах и подсистемах изделия;

PFMEA (Process FMEA) – FMEA-анализ технологии изготовления изделия; Направлен на выявление проблем в основных функциях системы;

MFMEA (Machinery FMEA) – FMEA-анализ специального оборудования и оснастки. Направлен на выявление проблем в процессах производства, сборки, монтажа и обслуживания изделия. [1]

Крупнейшие мировые компании используют анализ видов и последствий потенциальных несоответствий для разработки перспективных конструкций и технологий. FMEA позволяет выявить риски и оценить возможный материальный ущерб предприятию, с дальнейшим понижением затрат на самой ранней стадии проектирования и создания серии производства. [2]

В общем случае FMEA включает в себя:

• Определение последствий от того, или иного потенциального дефекта;

• Определение причины каждого потенциального несоответствия и оценка частоты возникновения каждого дефекта;

• Оценка достаточности профилактики для предупреждения каждой угрозы;

• Выработка определенных требований эксплуатации или внесение корректировок в конструкцию устройства, направленные на снижение критичности проявления того, или иного дефекта.

В настоящее время очень перспективно применение FMEA при проектировании электрических машин, в частности для авиационных электрических машин. Это обусловлено тем, что повышенные требования к электрическим машинам, например, расширением применения электрических машин в рамках концепций более и полностью электрического самолета, требуют разработки новых современных и перспективных электрических машин. Соответственно, требуется разработка новых методик проектирования электрических машин. FMEA здесь может выступать в роли серьезного инструмента для проектирования.

Итак, FMEA позволяет не только исключить недостатки продукции, но и, используя потенциальные отказы предшественника, создать новое конкурентоспособное устройство. Одним из основных преимуществ применения FMEA является уменьшение затрат на ранних стадиях производства.

Список использованных источников:

1. URL: https://www.kpms.ru/Implement/Qms_FMEA.htm (Дата обращения: 16.02.21)

2. Применение метода анализа видов, причин и последствий потенциальных несоответствий (FMEA) на различных этапах жизненного цикла автомобильной продукции // Годлевский В.Е., Дмитриев А.Я., Юнак Г.Л. / Под ред. Кокотова В.Я.— Самара: ГП «Перспектива», 2002. —160 с.

Разработка устройства для измерения концентрации нейромедиаторов методом циклической вольтамперометрии

Карташова М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Некрасова Ю.Ю.
МАИ, Москва

В процессе развития исследований в области анализа высшей нервной деятельности большую актуальность приобрели экспериментальные данные, получаемые в реальном времени. Касательно измерения концентрации нейромедиаторов применяемые ранее методы не позволяли провести измерения в естественной среде, то есть без вмешательства лаборанта во время эксперимента. При этом результаты искажались ввиду естественных реакций подопытного животного (крысы). Решением данной задачи было создание автономного малогабаритного и лёгкого прибора, закрепляемого на подопытном животном. При этом присутствие человека в непосредственной близости к животному перестало быть необходимым и экспериментальные данные стали точнее.

Данный прибор имел в своём составе сложную микроэлектронику и производил измерения и анализ экспериментальных данных «на борту», однако отличался высокой стоимостью. В работе предлагается альтернативный подход, при котором автономное устройство (АУ) состоит из достаточно простой электроники и осуществляет исключительно измерения, а полученные данные передаются по стандарту BlueTooth на планшетный компьютер (ПК), где в специально созданном приложении производится их обработка и анализ. Такой подход позволяет значительно снизить стоимость АУ, а также даёт возможность менять алгоритмы обработки сигналов без изменения программ внутри АУ, что делает устройство гибким для решения различных задач, связанных с циклической вольтамперометрией. Также рассматривается возможность использования вместо BlueTooth модуля WLAN (WiFi), позволяющего организовать измерительную сеть и осуществлять параллельный эксперимент на нескольких подопытных животных, что повышает достоверность экспериментальных данных.

На основе проведённого обзора источников было составлено техническое задание на прибор с учётом особенностей крепления на подопытном животном и обеспечения электропитания. Был осуществлён подбор основной элементной базы, связанной с формированием, измерением, и оцифровкой сигналов, а также с хранением и передачей на ПК экспериментальных данных в рамках составленного плана эксперимента. Данная работа была выполнена при поддержке СКБ-4.

Трехфазный мостовой инвертор для симметричных нагрузок

Кашолкин А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Данилина А.Н.
МАИ, Москва

Электрооборудование летательных аппаратов представляет собой сложный электротехнический комплекс, обеспечивающий выполнение задач управления, жизнеобеспечения и надежного функционирования всех систем летательного аппарата в любых условиях полета.

Всё электрооборудование летательных аппаратов можно разделить на три основные группы: потребители электроэнергии, системы передачи, распределения электроэнергии, а также источники и преобразователи электроэнергии.

К первой группе можно отнести электрические стартеры, системы зажигания для авиационных двигателей, осветительное и сигнальное оборудование, радиооборудование, системы противообледенения, обогрева и прочее.

Ко второй группе относятся: электрические кабеля, токоведущие шины, коммутационная и распределительная аппаратура.

К третьей группе электрооборудования летательных аппаратов относят: аккумуляторные батареи, генераторы с управляющей и защитной аппаратурой, различные

полупроводниковые однофазные и трехфазные преобразователи напряжения и тока. Такие преобразователи позволяют преобразовывать переменный ток одной частоты в переменный ток другой частоты, постоянный ток в переменный и наоборот. Класс устройств, преобразующих электроэнергию, весьма обширен, они используются не только на летательных аппаратах, но и в наземных стационарных установках, на автомобилях, кораблях. Преобразователи электроэнергии охватывают большой диапазон мощностей от милливатт до тысяч киловатт [1]. Такое разнообразие необходимо, так как, в большинстве случаев первичная сеть не пригодна для питания устройств.

В работе был взят трехфазный мостовой инвертор для симметричных нагрузок. Он позволяет преобразовывать постоянное напряжение, например, поступающие с аккумуляторных батарей для питания систем при полном отказе генераторов, в переменное заданного уровня. Управление мостовым коммутатором осуществляется в режиме широтно-импульсной модуляции по синусоидальному закону на основе цифрового микроконтроллера. Сигналы управления, приходящие с микроконтроллера, попадают в распределитель импульсов управления, в котором происходит распределение импульсов, для каждого транзистора. После распределителя импульсов, напряжения, при помощи драйверов, усиливается до заданного уровня. Так же драйвера обеспечивают дополнительную гальваническую развязку схемы управления. Контроль фаз осуществляется при помощи датчика выходного напряжения.

Развитие методов транзисторного преобразование электроэнергии, позволило увеличить их КПД, повысить надежность таких устройств, уменьшить массогабаритные характеристики.

Список использованных источников:

1. Букреев С.С., Голованов В.А. и др. Источники вторичного электропитания. Под редакцией Ю.И. Конева. — М.: Радио и связь, 1983 г.

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. Москва: Техносфера, 2005 г. — 632 с.

3. Чиженко И.М., Руденко В.С., Сенько В.И. Основы преобразовательной техники. Высшая школа, 1980 г.

Исследование механической прочности массивных роторов

Коренчук К.Ю., Кондрашов Д.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зечихин Б.С.

АО «УАПО», холдинг «Технодинамика», Москва

При вращении ротора с установившейся угловой скоростью несбалансированный пакет листов в классических конструкциях создает упругий выгиб вала в сторону действия центробежной силы, которая уравновешивается силой, обусловленной жесткостью вала. Большой прогиб в паре с недостаточной жесткостью конструкции ротора приводит к появлению в диапазоне частот вращения критических частот, которые не позволяют разгонять ротора авиационных синхронных генераторов до высоких частот вращения [1], [2].

В статье представлены исследования прогиба и частот вращения роторов авиационных синхронных генераторов массивных конструкций с различным возбуждением и одинаковой выходной мощностью в 500 кВА для определения наибольшей жесткости и критических частот. В обоих случаях схемы роторов позволяют поднять диаметр вала для увеличения мощности электрической машины при предельно допустимом по прочности диаметре за счет увеличения длины машины и использования массива.

Конечным этапом данных исследований является сравнение результатов конструктивных схем массивного ротора с электромагнитным возбуждением и массивного ротора с постоянными магнитами с целью определения наилучших параметров [1], [2].

Допущениями, которые упрощают расчеты, являются симметричные исполнения массивов роторов основных генераторов относительно подшипниковых опор,

неявнополюсное исполнение, а также упрощенные модели генераторов, не учитывающие некоторые конструктивные особенности.

Аналитические расчеты, согласно теоремы Кастильяно [3] и исследования статических прогибов и критических частот вращения с помощью метода конечных элементов в программной среде ANSYS показали, что результаты конструктивной схемы массивного ротора с электромагнитным возбуждением лучше, чем у конкурента с постоянными магнитами.

Результаты данных исследований говорят о том, что разработка и усовершенствование методики расчета массивного ротора с электромагнитным возбуждением позволят создавать авиационные синхронные генераторы мощностью превышающей 500кВА.

Список использованных источников:

1. Коренчук К.Ю., Кондрашов Д.А. Новая конструктивная схема ротора основного каскада для высокооборотного авиационного синхронного генератора повышенной мощности// XLVI Международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения – 2020». Москва. Сборник тезисов докладов, – М.: МАИ, 2020. С. 563 – 564.

2. Р.Ю. Мисютин, Автоматизированное конструирование авиационных генераторов с постоянными магнитами: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – М., 2015, с. 21.

3. Конструкция электрических машин / Алексеев А.Е. — М., Л.: Госэнергоиздат; Издание 2-е, 1958 – с. 271.

Расчет массо-энергетических показателей автономной системы генерирования электроэнергии по обобщенному критерию

Лебедик А.И.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Капустин А.Г.

БГАА, Минск, Беларусь

Оценка эффективности системы генерирования электроэнергии (СГЭ) рассмотрена на примере двух каналов генерирования применительно к типовому профилю полета гипотетического летательного аппарата (ЛА) с максимальной взлетной массой не более 50 тонн [1].

Цель исследований – проверка соответствия контролируемых параметров СГЭ техническим требованиям, определение эксплуатационных возможностей и оценка функциональной эффективности СГЭ.

В работе проведены разработка алгоритмов и программ для персональных компьютеров, расчеты эффективности СГЭ с комбинированной системой охлаждения (СО) по энергетическим и массовым показателям, расчеты допустимой по температуре области нормального функционирования (ОНФ) генераторов в зависимости от изменения высоты и скорости полета ЛА, изменения режимов работы СГЭ.

Оценка эффективности СГЭ проведена по следующим показателям: энергетическим и обобщенным энергетическим коэффициентам полезного действия СГЭ, СО и генератора; мощности и энергии, потребляемыми элементами СГЭ; конструктивной, функциональной, полетной, транспортировочной и стартовой массам, а также по показателям ОНФ по высоте и скорости полета ЛА, в пределах которых температура «горячей» точки генераторов не превышает допустимых значений.

Расчет энергетических показателей эффективности показал, что:

Коэффициент полезного действия (КПД) исследуемых генераторов приобретает максимальное значение на этапе крейсерского режима полета ЛА и составляет 82% для генераторов постоянного тока и 87% для генераторов переменного тока. Значение КПД генераторов на остальных этапах полета самолета составляет в среднем 74% для генераторов постоянного тока и 83% для генераторов переменного тока.

Температура горячей точки генератора постоянного тока изменяется в диапазоне от 30°С до 120°С, тогда как при этих же условиях значение данной температуры в генераторе

переменного тока изменяется в диапазоне от 125°С до 160°С. Это объясняется особенностями их систем охлаждения (СО) и конструкцией данных генераторов.

Значение КПД СО для генератора постоянного тока на этапе полета при М≥1.5 и Н=11км составляет 4%. Столь низкое значение КПД СО постоянного тока обусловлено возрастанием потерь в патрубках СО на данном этапе до 40 кВт. Это приводит к уменьшению КПД КГЭ постоянного тока до 13%. Значение КПД жидкостной системы охлаждения (ЖСО) КГЭ переменного тока составляет в среднем 59% при выполнении данной ОТЗ. Это объясняется тем, что потери в ЖСО не зависят от параметров окружающей среды.

Интегральный КПД КГЭ постоянного тока составляет 37%,что на 39% ниже интегрального значения КПД КГЭ переменного тока. Причиной этому является низкий КПД воздушной системы охлаждения (ВСО) который составляет 18%.

Расчет массовых показателей эффективности показал следующее.

Стартовая масса КГЭ постоянного тока составляет 167 кг, что на 10% ниже стартовой массы КГЭ переменного тока. Основная масса топлива (до 80%) затрачивается на функционирование КГЭ постоянного и переменного тока на этапе руления. Это объясняется низкой скоростью полета ЛА на этих этапах и высокими удельными затратами топлива на производство электроэнергии.

КГЭ постоянного тока «тратит» на производство электроэнергии приблизительно 17 кг функциональной массы топлива, что составляет 9% стартовой массы КГЭ постоянного тока. КГЭ переменного тока “тратит” на производство электроэнергии приблизительно 30 кг. Функциональной массы топлива, что составляет 17% стартовой массы КГЭ переменного тока.

Расчет области нормального функционирования (ОНФ) показал, что КГЭ постоянного и переменного тока работает в допустимом тепловом режиме при нагрузке 0.6 ом, во всем эксплуатационном диапазоне высот и скоростей полета ЛА.

Расчет стоимости КГЭ переменного и постоянного тока показал, что полная стоимость КГЭ переменного тока растет с градиентом 2 по сравнению с полной стоимостью КГЭ постоянного тока.

В заключении следует отметить, что КГЭ переменного тока по энергетическим и массовым показателям и ОНФ эффективнее КГЭ постоянного тока, по стоимостным показателям уступает КГЭ постоянного тока.

Таким образом, разработанные алгоритмы расчета массо-энергетических показателей КГЭ самолета позволяют на этапе проектирования принять обоснованное решение по структуре, составу, КПД системы электроснабжения в зависимости от назначения ЛА и специфики выполняемых им задач.

Список использованных источников:

1. Халютин, С.П. Алгоритм определения состава и параметров первичных источников электроэнергии БПЛА / С.П,Халютин, Б.В. Жмуров // Труды международного симпозиума «Надежность и качество» 26 мая 2014, т.1. Россия, Пенза. С. 1-5.

К вопросу о выборе конструкции датчиков положения ротора

Левченко Л.И., Зубков И.А., Султанов А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фаррахов Д.Р.
УГАТУ, Уфа

Для точного регулирования скорости вращения электромеханических преобразователей энергии необходимо наличие обратной связи, которая отвечает за определение места положения ротора. К разработке датчиков положения ротора (ДПР) прилагаются высокие требования. ДПР должны быть: надёжными, долговечными, недорогими в производстве, нуждаться в минимуме дополнительной электроники, обрабатывающей их выходные сигналы, и т. д. Далее в работе рассмотрены наиболее часто используемые существующие

варианты исполнения индуктивных ДПР, однако существует также оптический энкодер, но он сложнее в исполнении и менее устойчивый к внешним механическим воздействиям.

Резольвер состоит из цилиндрического ротора и статора, на которых расположены многослойные обмотки в пазах [1]. Обмотка распределяется синусоидально. За один механический оборот создаются одна или несколько полных кривых синуса и косинуса. В первом случае имеет место односкоростное исполнение, во втором – многоскоростное. Односкоростное исполнение обеспечивает абсолютную обратную связь, в то время как многоскоростное – нет. Необходимо отметить, что многоскоростной резольвер обеспечивает лучшую точность. Но при этом возможность многоскоростного исполнения резольвера ограничена размерами прибора.

Два набора обмоток расположены в пазах под углом 90 градусов друг к другу. Они называются синусными и косинусными обмотками. Один набор обмоток ротора необходим для улучшения точности и, как правило, выполняется короткозамкнутым.

Преимуществами резольвера являются: точность, долговечность, прочность, практически бесконечная разрешающая способность, ограниченная лишь качеством АЦП. Недостатками резольвера являются: высокая цена, большие габариты, требования к наличию схемы обработки сигнала и возбуждения.

Также известен Rotary Variable Differential Transformer (RVDT), который представляет собой электромеханический преобразователь [2], выдающий линейную зависимость выходного напряжения от углового перемещения.

Такой датчик состоит из неподвижной обмотки, на которую подаётся переменное напряжение, двух неподвижных вторичных обмоток, соединённых между собой, на выводах которых выводится напряжение равное разности напряжений в этих обмотках, а также ферромагнитного сердечника, закреплённого на передающем угловое перемещение валу.

Преимуществами RVDT являются: простота конструкции и как следствие их надёжность, устойчивость при эксплуатации в неблагоприятных условиях ввиду расположения обмоток на неподвижной части, высокая точность, долговечность, компактность. К недостаткам можно отнести отдельный блок электроники, необходимый для формирования и обработки сигнала, ограничение рабочего диапазона углового перемещения [3].

В статье рассмотрены модификации бесконтактных преобразователей угла. Были рассмотрены принципы их работы, приведены преимущества и недостатки. В целом анализ литературы показал, что для точного определения положения ротора перспективнее использовать RVDT, так как он обладает меньшей массой и более высокой надежностью по сравнению с резольверами. Поэтому для перспективных электротехнических комплексов в качестве ДПР целесообразно использовать RVDT.

Список использованных источников:

1. Афанасьев А. А., Ваткин В. А., Матюнин А. Н. Бесконтактный синусно-косинусный вращающийся трансформатор (резольвер) // Патент РФ № 193505 МПК H02K 24/00 H02K 1/24, опубл. 2019.10.31

2. Сысоева С. В. Автомобильные датчики положения. современные технологии и новые перспективы. Часть 8. Классические индуктивные преобразователи - надёжный запас // Компоненты и Технологии. 2005

3. «RVDT - Construction, Working, Application, Advantages and Disadvantages» [Электронный ресурс]. URL: https://www.electrical-technology.com/2019/08/rvdt-construction-working-application-advantages-and-disadvantages (Дата обращения: 17.02.2021 г.)

Расширение функциональных возможностей компьютеризированных наручных часов: регистрация электрокардиограммы в стандартных отведениях

Логинова Д.Д.
Научный руководитель — Колосов А.С.
МАИ, Москва

Мир технологий не стоит на месте, и привычные для нас вещи с каждым годом пополняются новыми изобретениями, позволяющими каждому из нас в домашних условиях контролировать показатели здоровья. Пару лет назад человеку стала доступна возможность регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) с помощью компьютеризированных наручных часов. Но по сей день актуальным является вопрос «совершенна ли данная технология?».

Представим, что перед нами часы фирмы Apple, создатели которых уверяют: «достаточно прислонить правую руку к часам на 30 сек и вы получите ЭКГ». ЭКГ – это кривая, отображающая как электрический импульс распространяется по сердцу. В медицинской практике для регистрации электрических потенциалов используется 12 отведений, однако в умных часах реализовано одно стандартное отведение между левой и правой руками, которое не всегда позволяет получить точный результат. В своей работе я усложняю задачу и провожу измерения в двух других стандартных отведениях с помощью часов, ведь изначально физиолог В. Эйнтховен снимал ЭКГ только в трех отведениях – I: левая – правая рука; II: левая нога – правая рука; III: левая нога – левая рука. Все эти отведения можно представить в виде так называемого треугольника Эйнтховена. Стоит отметить, что для записи ЭКГ необходимо наличие электродов и замкнутого контура. Смарт-часы имеют в своем корпусе два электрода: первый (отрицательный электрод) – это ультратонкий слой специального материала, нанесенного на сапфировое стекло, который соприкасается с запястьем, а второй (положительный электрод) – колесик Digital Crown из титана. Замкнутый контур в случае измерения в первом отведении обеспечивается тем, что один из электродов уже имеет непосредственный контакт с левой рукой, а палец правой руки прислоняется к колесику. Итак, для записи электрокардиограммы во втором отведении в соответствии с треугольником Эйнтховена разместим часы в левой нижней части живота, а пальцем правой руки коснемся Digital Crown, дождемся получения результатов. Аналогичные манипуляции проделываем для третьего отведения, но в данном случае палец уже левой руки прислоняется к колесику. В итоге получаем кривые с трех отведений. Сравнивая их с электрокардиограммой, зарегистрированной электрокардиографом, видим, что показатели практически одинаковые. Одним из факторов, влияющих на конечный результат, является то, что измерения с использованием Apple Watch проводились в домашних условиях, не под наблюдением врача. Дополнительно можно было измерить разность электрических потенциалов в грудных отведениях по Вильсону, однако самостоятельно это сделать сложно и на итоговой картинке были бы получены большие погрешности.

Вообще на выходе прибор может выдать один из трех возможных результатов – синусовый ритм, мерцательная аритмия или безрезультатно. В случае измерения между левой и правой руками прибор проанализирует кривую на наличие аритмии – повторяется ли через равные промежутки зубец R. Признаком синусового (нормального) ритма послужит положительный зубец P. Однако дополнительные снятия показаний в остальных отведениях дадут возможность определения электрической оси сердца (ЭОС), подтвердят синусовый ритм (+ во II), оценят комплекс QRS. Следует подчеркнуть, что умные часы тщательно следят за пульсом и нарушением сердечного ритма, используя метод фотоплетизмографии. Они оборудованы светодиодами и фотодиодными датчиками на задней поверхности и выполняют проверки во время любой активности человека, будь то ходьба, отдых или тренировка.

Говоря о результатах, полученных с помощью смарт-часов, необходимо упомянуть о риске ложных показателей, однако исследования уверяют, что этот риск минимален.

Несмотря на это, имеет место рост гипердиагностики. Apple Watch чаще всего приобретают молодые люди, хотя большая вероятность возникновения сердечных заболеваний у людей старше 65 лет, поэтому умные часы следует использовать для информирования о ритме сердца, но не для постановки диагноза.

Эта работа показала, что часы способны регистрировать ЭКГ в стандартных отведениях. Развитие данной технологии приведет к возможности получения точных результатов электрокардиографии в домашних условиях.

Список использованных источников:

1. Samol A., Bischof K., Luani B., Pascut D., Wiemer M., Kaese S. (2019) Single-Lead ECG Recordings Including Einthoven and Wilson Leads by a Smartwatch: A New Era of Patient Directed Early ECG Differential Diagnosis of Cardiac Diseases? doi:10.3390/s19204377

2. Nino Isakadze, Seth S. Martin. (2019) How useful is the smartwatch ECG? Published by Elsevier Inc. doi:10.1016/j.tcm.2019.10.010

3. Using Apple Watch for Arrhythmia Detection (2018). Available at: https://www.apple.com/ca/healthcare/docs/site/Apple_Watch_Arrhythmia_Detection.pdf

Принципиальная реализация быстрой зарядки электромобилей

Маврин А.И.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Ференец А.В.

КНИТУ–КАИ, Казань

Ключевой вопрос проектирования «быстрых» зарядных станций электромобилей заключается в разработке последовательности работы зарядной станции с момента подключения автомобиля к зарядке до окончания процесса зарядки.

Центральный процессор осуществляет логическую связь зарядной станции с электромобилем. Он осуществляет проверку совместимости транспорта с зарядной станцией, проверка на исправность работы системы зарядной станции и электромобиля, проверка изоляции, осуществление контроля напряжения на выходе из станции и на входе в батарею электромобиля, начало и конец зарядки и т.д. Для осуществления логической связи центрального процессора станции и автомобиля используется широтно импульсный модулятор. [1]

Для корректной работы системы необходим контроль за важными параметрами цепи: напряжение, ток, сопротивление изоляции и температура. Для осуществления контроля за напряжением предусмотрено два вольтметра, на выходе из зарядной станции и на входе в аккумулятор автомобиля. Проверка изоляции осуществляется перед процессом зарядки для обнаружения пробоев изоляции. В случае их нахождения, процесс зарядки не будет инициирован во избежание короткого замыкания. Измерение температуры производится на силовых контактах. В случае перегрева, процесс зарядки будет остановлен.

Ниже представлены этапы осуществления зарядки.

1. Разъем зарядной станции подключается к разъему транспортного средства, после чего запускается процесс инициализации.

2. Осуществляется связь зарядной станции с автомобилем и проверка работоспособности систем.

В ОИПЭТ осуществляется проверка уровня постоянного напряжения. Если выходное напряжение постоянного тока меньше 60 В, то процесс зарядки отключается.

3. Электромобиль выдает свои максимально допустимые значения выходного тока и напряжения источника постоянного тока.

4. Электрический автомобиль блокирует разъем зарядного устройства.

Электрический автомобиль согласует с ОИПЭТ максимальные значения постоянного тока и напряжения по линии связи.

Осуществляется проверка внутренней системы зарядки автомобиля на предмет отсутствия неисправностей до начала зарядки.

В случае, если электромобиль и ОИПЭТ несовместимы, то транспортное средство не перейдет в состояние готовности и прекратит зарядку.

5. Электрический транспорт переходит в состояние готовности к зарядке, о чем сообщает зарядной станции по линии связи. На данном этапе заканчивается процесс инициализации.

6. Электромобиль запрашивает проверку исправности зарядного устройства и изоляции.

Источник питания начинает проверку высоковольтной системы и непрерывно сообщает о состоянии изоляции.

7. ОИПЭТ определяет, что сопротивление изоляции системы соответствует необходимым требованиям и превышает 100 кОм

8. После успешного завершения проверки изоляции устройство зарядки указывает статус «Работоспособен» с последующим согласованием о возможности зарядки с автомобилем.

9. После получения подтверждения от автомобиля начинается фаза предварительной зарядки с отправкой электромобилю запроса о предварительной зарядки. Максимальный пусковой ток не должен превышать значения в 2А.

10. После фазы предварительной зарядки ОИПЭТ отправляет запрос на начало фазы зарядки с максимально допустимыми значениями выходного тока и напряжения.

11. После получения положительного ответа от автомобиля начинается фаза быстрой зарядки с последующим контролем всех необходимых значений.

12. При достижении 70-80% заряда аккумулятора электрический автомобиль отправляет запрос на снижение значения зарядного тока до значения в несколько десятков Ампер до тех пор, пока зарядка не будет проведена до конца.

13. Осуществляется снижение тока до значений не больше 1А для отключения зарядного устройства. Сначала отключается отключающее устройство электромобиля, затем отключается зарядная система зарядной станции.

14. После снижения тока ОИПЭТ до значения не больше 1А, электромобиль посылает сигнал об окончании зарядки и разблокирует разъем зарядного устройства.

15. Разъем для зарядки отключается от автомобиля.

16. Автомобиль указывает статус о неготовности к зарядке.

Такая последовательность этапов позволяет осуществить безопасный процесс зарядки электромобиля постоянным током. Система быстрой зарядки электромобилей соответствует ГОСТ Р МЭК 61851-1-2013. [2]

Список использованных источников:

1. Шим-контроллеры. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrik.info/main/praktika/1441-shim-kontroller-vidy-i-shemy.html. (дата обращения: 30.01.2021).

2. ГОСТ Р МЭК 61851-1-2013. Система токопроводящей зарядки электромобилей. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 48 с.

3. Виды зарядок электроавтомобилей. Электромотор для электромобиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https:// www.drom.ru/info/misc/79745.html. (дата обращения: 30.01.2021).

Определение рациональных параметров ВТСП обмоток электрических машин

Малевич Н.А., Кадеров В.А., Алексеев А.О.
Научный руководитель — к.т.н. Иванов Н.С.
МАИ, Москва

Внедрение сверхпроводниковых технологий в области электромеханики является перспективным направлением развития. Замена классических медных проводников на сверхпроводники позволяет значительно улучшить удельные параметры электрических

машин. Однако при работе со сверхпроводящим материалом имеется ряд существенных ограничений, приводящих к необходимости поддержания в строго определенных диапазонах следующих величин: плотности тока, магнитной индукции и температуры.

В электрических машинах из ВТСП изготавливают токопроводящие катушки. Зависимость критического тока в катушке от внешнего магнитного поля носит нелинейный характер. При увеличении магнитного поля критический ток уменьшается. Это означает, что при расчете ВТСП электрических машин должны быть учтены две нелинейности: кривые намагничивания сталей и полевая зависимость. Кроме того, в ВТСП возникают потери при работе на переменном токе в результате взаимодействия нормальных электронов и атомов кристаллической решетки. В сверхпроводнике при увеличении частоты транспортного тока или величины питающего напряжения растет энергия сверхпроводящих электронов, из-за чего куперовские пары распадаются, и количество нормальных электронов увеличивается, что приводит к увеличению активных потерь.

В настоящее время известны теоретические подходы к определению потерь в ВТСП катушках. Однако они обладают существенной погрешностью, особенно при форме тока, протекающего по катушке, отличного от синусоидального. В связи с этим, широко используются экспериментальные методы. Дополнительным инструментом при этом является конечно-элементное моделирование.

Целью данной работы является разработка конечно-элементной модели ВТСП катушки для определения ее рабочих параметров: критического тока и потерь. При этом верификация модели будет выполнена с помощью экспериментальных данных. Наличие подобной модели позволит уменьшить требуемое количество экспериментов для характеризации ВТСП катушек и увеличить точность прогнозирования параметров токопроводящих обмоток.

Применение геоинформационной системы для устойчивого функционирования электрических сетей

Маньков В.Д., Полюхович М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бурлов В.Г.
НТЦ «Аксиома Электро», Санкт-Петербург

Вопросы обеспечения безопасности функционирования составляющих элементов системы энергоснабжения объектов космической инфраструктуры включают в том числе проблему прогнозирования метеорологических факторов. В качестве инструмента, позволяющего решить данную проблему, предлагается рассмотреть геоинформационные системы (ГИС).

В настоящее время в числе приоритетных направлений развития информационных технологий в энергетической отрасли выступает создание системы Smart Grid (Умные сети электроснабжения). К базовым функциям такой системы относятся и своевременное определение текущего состояния объекта управления (электрические сети), и предупреждение эксплуатирующего персонала о достижении технологическими параметрами недопустимых показателей.

Мониторинг метеорологических факторов окружающей среды (температура, ветер, снег, влажность и т.д.) помогает предотвратить аварийные ситуации, наносящие значительный ущерб человеческой жизнедеятельности.

Кроме выполнения основных задач перед эксплуатирующими организациями стоят проблемы:

• Создания отчетов о происшествиях, неправомерных действиях и планированиях превентивных мероприятий;

• Идентификации угроз, физической безопасности объектов энергосистемы и разработки планов аварийного восстановления критически уязвимых элементов системы;

• Подготовки персонала.

Результаты управления и данные об окружающей среде передаются в подсистему наблюдения, позволяя фиксировать текущее состояние электрических сетей (объекта управления).

Меняющиеся с течением времени метеорологические условия окружающей объект защиты среды требуют создание модели формирования геоданных ГИС. Возникает задача объединения двух основных процессов:

• Процесс формирования геоданных (в настоящем исследовании характеристик показателей ветровой нагрузки, грозовых явлений, осадков, температуры, солнечной радиации);

• Процесс получения адекватного ситуации решения лица, принимающего решения (ЛПР).

Процесс формирования геоданных при управлении электроснабжением основан на прогнозировании климатических характеристик района расположения объекта управления.

В основе деятельности всегда лежит решение человека (ЛПР) [1]. Под решением понимается условие реализации предназначения объекта управления, под процессом – объект в действии при фиксированном предназначении. Человек в своей деятельности работает с четырьмя процессами [1]: целевой процесс (снабжение потребителей электроэнергией), процесс появления угрозы, процесс идентификации угрозы, процесс нейтрализации угрозы.

Управление процессом обеспечения безопасности требует формировать процессы с наперёд заданными свойствами. Концепция управления, обеспечивающая надежное электроснабжение потребителей электроэнергией при управлении территориально разбросанными объектами защиты на основе сведений, полученных при использовании ГИС, позволяет оперировать такими процессами. Средства геофизического мониторинга являются наиболее перспективным и экономически целесообразным методом получения данных о метеорологических параметрах окружающей среды. Однако, появляется вопрос установления связи между геоданными и моделью управленческого решения ЛПР для обеспечения надежного электроснабжения.

Процессы обеспечения безопасности должны функционировать на основе синтеза модели управленческого решения [2], что предполагает решение обратной задачи. Такой подход к управлению безопасностью гарантирует выполнение объектом защиты своего предназначения. Очевидно, что при этом также обеспечивается безопасность человека.

Основная проблема, возникающая при интеграции системы электроснабжения и ГИС, заключается в установлении связи между геоданными, параметрами ЭС и персоналом эксплуатирующей организации.

Только условие существования процесса управления разрешает проблему установления единой целостной связи компонентов ГИС с элементами математической модели эксплуатации электрических сетей, что позволяет преобразовать ресурсы (информация, деятельность, квалификация, условия окружающей обстановки) в интересах достижения цели деятельности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90225.

Список использованных источников:

1. Бурлов В.Г. Методология оценивания и управления рисками возникновения ЧС в организационно-технических и социально-экономических системах. В сборнике: Региональные риски чрезвычайных ситуаций и управление природной и техногенной безопасностью муниципальных образований // Материалы девятой Всероссийской научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. 2004. С. 220-233.

2. Бурлов В.Г., Попов Н.Н., Гарсия Эскалона Х.А. Управление процессом применения космической геоинформационной системы в интересах обеспечения экологической безопасности региона // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. № 50. С. 118-129.

Исследование перекрестных помех электрических жгутов в закрытом пространстве макета приборного модуля

Нгуен Тай Ван
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кириллов В.Ю.
МАИ, Москва

Перекрестные помехи возникают в электрических жгутах летательных аппаратов из-за наличия емкостных и индуктивных связей между двухпроводными линиями связи в электрических жгутах. Перекрестные помехи могут нарушать условия электромагнитной совместимости проводников в электрических жгутах, ухудшать качество функционирования бортовых приборов и устройств электротехнических комплексов летательных аппаратов.

Оценивание напряжений перекрестных помех необходимо производить с учетом реального размещения электрических жгутов в закрытых приборных модулях и конструкционных отсеках летательных аппаратов. Уровни напряжения перекрестных помех при размещении электрических жгутов в закрытых приборных модулях могут значительно отличаться от напряжений перекрестных помех при испытаниях, проводимых на открытом пространстве столов лабораторных стендов. Из-за уменьшения расстояний между жгутами проводников и корпусами приборов и резонансных явлений, возникающих в замкнутом пространстве приборных модулей значения напряжений перекрестных помех могут возрастать.

Изменение напряжений перекрестных помех необходимо, предварительно оценивать в лабораторных условиях, размещая электрические жгуты в макетах приборных модулей или макетах конструкционных отсеков летательных аппаратов. Сравнивая полученные результаты измерений напряжений перекрестных помех в макетах модулей с напряжениями перекрестных помех на открытом пространстве лабораторного стенда можно оценить возрастание значений напряжений во внутреннем пространстве приборного модуля или конструкции бортового отсека.

Для исследования перекрестных помех были использованы жгут из двухпроводных линий и макет приборного модуля с габаритами 250х250х250мм

Исследовались уровни перекрестных электромагнитных помех электрических жгутов на поверхности лабораторного стена и в закрытом пространстве макета приборного модуля.

Установлены экспериментальные зависимости уровней перекрестных электромагнитных помех электрических жгутов в макете приборного модуля от частоты.

Сформулированы выводы о необходимости проведения измерения уровней перекрестных помех в условиях имитирующих закрытое пространство приборных модулей и конструкционных отсеков летательных аппаратов.

Кинетический накопитель энергии

Подгузова М.А., Подгузов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ковалев К.Л.
МАИ, Москва

Кинетический накопитель энергии с подвесом на основе высокотемпературных сверхпроводников.

Кинетический накопитель энергии (КНЭ) является одной из разновидностей электромеханических накопителей энергии (ЭМН), которые применяются в качестве аварийного источника питания, вспомогательного источника питания, необходимого при пиковых нагрузках на электросеть. Также КНЭ используется в режиме "подхвата" провалов в электроснабжении потребителей в системах электроснабжения основанных на возобновляемых источниках энергии. Еще одна область применения КНЭ это рекуперация энергии, например, для железнодорожного транспорта.

При разряде ЭМН механическая энергия преобразуется в электрическую посредством электрической машины, работающей в режиме генератора. Для разгона маховика чаще всего применяется та же электрическая машина, которая служит электродвигателем.

Степень эффективности КНЭ зависит от размеров и массы его маховика, а также от частоты его вращения и диапазона ее изменений, за счет которого и происходит накопление и отдача кинетической энергии. Но по сравнению с индуктивными и емкостными накопителями КНЭ имеют плотность накапливаемой энергии в десятки-сотни раз больше и используются в электроприводах с ударной нагрузкой и транспортных средствах.

Помимо энергии, вращающийся маховик накапливает ещё и момент импульса, что используется для ориентации космических аппаратов. Свойство маховика сохранять направление оси вращения используется в гироскопах. Чем выше вес маховика, тем дольше сохраняется его движение.

Коэффициент полезного действия (КПД) - основной показатель энергетических характеристик электрических машин и его расчёт имеет важное значение при их проектировании. Чтобы определить КПД машины, надо точно рассчитать потери. Потери в отдельных её частях необходимо также знать для определения в них температуры, что влияет на расчёт и геометрию основных конструкционных узлов электрических машин. Потери в электрических машинах делятся на основные и добавочные. К основным потерям относятся электрические потери (потери в меди), магнитные (потери в стали) и механические потери. Механические потери связаны с потерями в подшипниках, с трением вращающихся частей о воздух и в скользящих контактах. К механическим потерям относятся также вентиляционные (аэродинамические) потери, которые расходуются на охлаждение машины. Аэродинамические потери зависят от конфигурации вращающейся детали, её частоты вращения и уровня вакуума.

В качестве газообразной жидкости берём воздух. Необходимо рассчитать аэродинамические потери на трение о воздух при вращении маховика. Рассмотрим задачу по частям: рассмотрим в отдельности 2 цилиндра – внешний и внутренний, 2 половины диска (с учётом того, что размер одной половины диска можно было изменить). Причём каждый цилиндр (внутренний и внешний) являются полыми, т.е. каждый из них состоит из 2 коаксиальных цилиндров: один с заданным радиусом, а другой с радиусом, большим чем заданный на величину воздушного промежутка (с учётом кожуха). Произведём расчёт зависимости момента сопротивления от числа Рейнольдса отдельно для каждого цилиндра и половин диска и сложим полученные зависимости. После расчёта суммарного момента сопротивления вычислим крутящий момент и оценим потери на трение о воздух. Сравним с моментом вращения вала, определив запас энергии и сделаем вывод, нужно ли откачивать воздух для создания вакуума в кожухе с целью уменьшения аэродинамических потерь и увеличения запасённой энергии, что изменило бы конструкцию за счёт установки устройства откачки воздуха. Далее произведём расчёт времени разгона маховика до заданной частоты вращения (угловой скорости вращения вала)

Для расчёта аэродинамических потерь необходимо задать частоту вращения вала, геометрию маховика (радиус внутреннего цилиндра, радиус внешнего цилиндра, высота цилиндра, радиус диска, толщина кожуха диска (половины диска), ширина воздушного промежутка между цилиндрами), плотность воздуха, вязкость воздуха (при заданной температуре).

Заключение

В данной работе были произведены расчеты основных узлов КНЭ, разработана методика расчета аэродинамических потерь КНЭ, изготовлен и собран макетный образец, а также получены экспериментальные данные.

Разработка геоинформационной системы управления электроснабжением

Полюхович М.А., Маньков В.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бурлов В.Г.
СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург

Электрические сети (ЭС) являются связующим звеном между производителем электрической энергии и ее потребителями (в частности, объектами космической инфраструктуры). Устойчивость функционирования электросетевого комплекса основана на надежной и качественной работе ЭС. Контроль текущего состояния ЭС – первый необходимый шаг в поиске наилучшего способа обеспечения электроснабжения.

Анализ статистических данных показывает, что причины аварийных отключений неравномерно распределены по сезонам года. В летний период наиболее частыми причинами повреждения ЭС являются падение деревьев из-за большой кроны, грозовые явления; в зимний период – налипание мокрого снега и гололед; в весенний и осенний периоды – превышение скорости ветра выше проектируемого значения, активные птичьи перелеты.

Очевидно, что влияние климатических факторов на технологические потери электричества существенно. Данный факт приводит к возникновению проблемы обеспечения требуемого электроснабжения потребителей (выполнение объектом электросетевого хозяйства своего предназначения).

Наиболее подходящими системами формирования целостной информационной системы по ЭС для прогнозирования метеорологических факторов являются геоинформационные системы (ГИС). ЭС представляют собой пространственно-распределенные объекты, поэтому именно ГИС способна решать задачи хранения, визуализации и анализа информации и данных о функционировании ЭС.

Анализ геоинформационных сведений важен для повышения производительности и минимизации перебоев в работе энергосистемы: мониторинг метеорологических факторов помогает предотвратить аварийные ситуации.

В данном исследовании решается задача создания устойчивых линий связи между данными о состоянии ЭС и лицами, принимающими решение (ЛПР). На данный момент линии связи характеризуются ограниченной пропускной способностью и низкой производительностью в режиме реального времени. Большинство ЭС управляется устаревшими системами автоматизации, в которых не предусматривается удаленная связь с ЛПР, что делает уязвимой всю электроэнергетическую систему. Процесс объединения ГИС с ЭС подразумевают оснащение ЭС новыми компонентами, обмен данными между которыми осуществляется более надежным способом. Целью объединения ГИС с ЭС являются обеспечение надежности электроснабжения и ежегодная оценка надежности посредством десятилетних и сезонных прогнозов.

Система безопасности ЭС должна противостоять таким угрозам, как технико-технологические (неисправность оборудования), социальные (атаки террористов) и экономические (закупка некачественных составляющих). Наличие подобных угроз серьезно снижает уровень безопасности эксплуатации ЭС. Для формирования ответных реакций на угрозы необходимо определить их происхождение. Угрозы проявляются через конструкции, модель действия, ресурсы в системе.

Данные ГИС позволяют получить значительную часть этих сведений. Кроме того, контроль потери электроэнергии на определенных участках ЭС может служить сигналом о наличии воздействия негативных факторов на процесс электроснабжения.

Система безопасности ЭС должна уметь прогнозировать характеристики следующих показателей ветровой нагрузки, интенсивности грозовых характеристик, осадков (дождь, снег густой туман, изморозь, роса и т.п.), температуры, солнечной радиации.

Для обеспечения выполнения требования по прогнозированию метеорологических условий может понадобиться замена или модернизация элементов системы электроснабжения и системы оперативной связи в масштабах всей электроэнергетической

системы с целью формирования информационного обеспечения системы управления электроснабжением. Такое технико-технологическое преобразование представляется в виде дорогостоящих и продолжительных процедур, требующих значительных ресурсов как со стороны технического обеспечения, так и со стороны привлечения персонала. Кроме того, персонал, задействованный в управлении объектом электроэнергетики, проходит соответствующее поставленным задачам обучение, что также предполагает временные и экономические затраты.

Приоритетные решения прогнозирования метеорологических показателей для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций и стабильной работы оборудования для генерации, передачи и распределения электроэнергии определяются ЛПР на основе модели управленческого решения [1]. Интегрирование системы управления электроснабжением и ГИС приводит к разработке геоинформационной системы управления электроснабжением (ГИС УЭС), представляющую собой замкнутую самоорганизующуюся систему. Деятельность системы ГИС УЭС обеспечивает получение гарантированного результата.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90225.

Список использованных источников:

1. Бурлов В.Г., Попов Н.Н., Гарсия Эскалона Х.А. Управление процессом применения космической геоинформационной системы в интересах обеспечения экологической безопасности региона // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2018. № 50. С. 118-129.

Исследование дугового разряда в авиационных сетях переменного тока

Притулкин А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Машуков Е.В.
МАИ, Москва

Последовательный дуговой разряд на борту летательного аппарата может возникнуть по множеству причин, среди которых стоит отметить две наиболее вероятные: обрыв жилы провода с периодическим соприкосновением обеих частей провода, и плохой контакт в болтовом соединении токоведущих частей с проводом. Данный отказ сопровождается искрообразованием или возникновением дуги с температурой в центре порядка нескольких тысяч градусов по Цельсию. Помимо этого, горящая дуга вызывает волну давления, которая выдувает из центра расплавленный металл и горящий материал провода. Высокая температура, а также искрообразование и горячие материалы, выпущенные из центра дуги, могут вызвать пожар на борту, поэтому главной задачей разрабатываемой аппаратуры индикации и ликвидации дугового разряда является обнаружение опасного дугового разряда на стадии возникновения и отключения защищаемой цепи, с целью снижения риска возникновения пожара.

На сегодняшний день существует большое количество патентов и статей, описывающих аппараты защиты и коммутации с функцией индикации и ликвидации дугового разряда различных конструкций. Отдельно стоит отметить статью «An Effective Detection Method of Serial Arc Fault on Low Voltage Power Circuits» (авторы: Shu-Chen Wang, Chi-Jui Wu и Yi-Jie Wang), в которой рассматривается метод индикации дугового разряда с помощью частотного анализа тока нагрузки. Отличительной особенностью этой статьи является наличие в 6-м разделе сравнения разработанного метода с методами индикации дуги ряда коммерческих аппаратов. Согласно статье, на текущий момент не существует универсального способа индикации дугового разряда для всех случаев и любых нагрузок. Каждый метод имеет преимущества при обнаружении дуги при одних условиях, и существенные недостатки при других. Таким образом, работы по поиску наиболее точных способов индикации дуги являются актуальными и активно продолжаются в научных институтах многих стран мира.

Дуговой разряд между токоведущими частями может возникать в системе распределения электроэнергии как постоянного тока с напряжением 27В, так и переменного

тока с частотой 400Гц и фазовым напряжением 115В. Возникновение последовательного дугового разряда в проводнике с постоянным током вызывает образование устойчивой дуги с непрерывным горением. Более подробно процессы возникновения и горения дуги в авиационных сетях постоянного тока описаны в статье «Исследования последовательной дуги в авиационных распределительных сетях постоянного тока» (авторы: Машукова Е.В., Ульященко Г.М., Куликовского К.В.). В текущей работе рассматриваются особенности процесса возникновения и горения дугового разряда в авиационных сетях переменного тока с частотой 400Гц.

Последовательный дуговой разряд на переменном токе сопровождается возникновением периодической дуги, которая проходит несколько этапов формирования и развития. На начальном этапе при прохождении напряжения через ноль ток в цепи нагрузки отсутствует, цепь разомкнута. По достижении напряжения зажигания дуги, которое составляет (20…60)В, между контактами формируется дуговой разряд. Возникает ток в цепи нагрузки, среднеквадратичное значение которого меньше номинального тока нагрузки, что связано с наличием падения напряжения на дуговом разряде. Напряжение на дуге составляет (16…18)В и зависит от размера и материала электродов, а его форма представляет собой прямоугольную волну, на «плечах» которой присутствует «зыбь» – высокочастотные помехи от дугового разряда. На третьем этапе развития дуги происходит её гашение, связанное с падением амплитуды напряжения нагрузки ниже значения, необходимого для поддержания процесса горения дуги.

Следует отметить, что при коммутации ряда авиационных нагрузок встречаются переходные процессы, которые могут быть похожи на процессы, характерные для дугового разряда. Среди таких нагрузок следует отметить следующие: универсальные электродвигатели, особенно оборудованные щеточно-коллекторным узлом, приборы с тиристорным управлением, нагрузки с входными вторичными источниками питания (БЦВМ, аппаратуры связи, РЛС, РЭБ), а также любые устройства с электронным управлением потребляемой мощностью. Подобные нагрузки генерируют скачки тока, вызывающие просадку напряжения, а также высокочастотные «шумы», которые могут быть определены аппаратурой защиты как признаки возникновения дугового разряда. Следовательно, разрабатываемая аппаратура защиты и коммутации авиационных сетей переменного тока с функцией гашения дугового разряда должна оперативно реагировать на возникновение дугового разряда в защищаемой цепи, и при этом пропускать

Особенности горения дуги, изложенные в данной статье, могут быть использованы в алгоритмах проектируемых индикаторов дугового разряда для аппарата защиты и коммутации с функцией гашения дуги. При этом наличие потребителей с переходными процессами напоминающими дуговой разряд потребует более тщательной проверки разрабатываемого изделия с указанными нагрузками, особенно работу в условиях возникновения переходных процессов.

Современные методы утилизации аккумуляторных батарей электромобилей

Садыков З.З., Эрджанов М.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ–КАИ, Казань

С каждым днем количество транспортных средств на дорогах общего пользования неизбежно растет. Они наносят большой ущерб окружающей среде. Проблема не в самих автомобилях, а в их двигателях, которые производят токсичные выхлопы и выводят их в воздух. К счастью их постепенно заменяют электромобили, которые имеют электродвигатель, работа которого полностью экологична. Работа любого электродвигателя основана на принципах электромагнетизма. Он состоит всего из двух основных компонентов, которые не вступают в контакт друг с другом. Это неподвижная часть, называемая статором, и подвижная - ротор. Преимущество электродвигателя заключается в том, что вы можете изменять скорость вращения, регулируя частоту переменного тока. Как

итог - рабочий диапазон скоростей от 0 до 18 тысяч оборотов в минуту с практически постоянной мощностью. Именно поэтому электромобили являются очень быстрыми транспортными средствами, т.к. мы имеем полный крутящий момент с самого старта. Электродвигатели потребляют энергию от литий-ионных батарей. Но поскольку батареи дают постоянный ток, а двигатель работает на переменном, у электромобиля есть мозг - инвертор. Он преобразует ток, а также регулирует частоту и мощность и даже изменяет фазы, чтобы двигатель вращался в противоположном направлении и электромобиль мог двигаться задним ходом. К сожалению, аккумуляторные батареи теряют большую часть своей емкости из-за большого количества циклов заряда-разряда, что приводит к снижению максимального запаса хода электромобиля. В связи с этим появляется надобность в ее замене. Вследствие этого вытекает проблема утилизации батарей электромобилей.

До появления современных технологий электромобильные аккумуляторы не разбирали на составные части. Батареи целиком помещались в печь-реактор. При этом в пирометаллургическом процессе литий не извлекался, а уходил в шлак. А металлы катода: медь, никель и кобальт извлекались не целиком, а лишь на 70% от их изначального содержания.

На сегодняшний день с экономических соображений проблема утилизации батарей в большей степени решается в сторону повторного использования этих аккумуляторов. Т.к. технологии переработки литий-ионных батарей еще не совершенны, проблематичны и довольно затратны.

Существуют последние технологии робототехники, вычислительной техники и искусственного интеллекта для борьбы с отходами, и эти системы показали свою достаточную безопасность и надежность. На сегодняшний день эти процессы направлены на решение остро стоящей проблемы разборки батарей. Автоматизированная разборка батарей снизит затраты и обеспечит потенциально экономичную переработку. Роботизированная разборка также может улучшить механическое разделение компонентов, содержащихся в батареях, увеличить чистоту полученных материалов и улучшить эффективность процессов отделения. Другие более продвинутые технологии переработки батарей включают процесс разбиения элементов батареи, поскольку эти компоненты батареи не могут быть демонтированы из-за их сложной формы. Поскольку компании, производящие электромобили, теперь должны брать на себя ответственность за переработку и утилизацию использованных батарей, имеет смысл ожидать, что литий-ионные батареи с легко съемными элементами появятся в ближайшее время. Тогда эти батареи могут быть переработаны с помощью технологии прямого рециклинга. При прямом рециклинге батарея электромобиля полностью автоматизированно демонтируется, катоды восстанавливаются и извлекаются без разделения на отдельные металлы для применения уже в новых батареях.. На сегодняшний день в крупных компаниях уже на стадии разработки находится искусственный интеллект, который может сортировать и идентифицировать аккумуляторы любого размера и формы.

Изложенные методы переработки аккумуляторных батарей являются самыми актуальными, но в связи с развитием технологий можно предположить, что вскоре появятся новые и более технологичные методы.

Список использованных источников:

1. Гринько, Д. А. Утилизация автомобильных аккумуляторов / Д. А. Гринько. Молодой ученый. — 2019.

2. Джесси Рассел Литий-ионный аккумулятор / Джесси Рассел. — М.: Книга по Требованию, — 2012.

Разработка прибора для формирования сигналов, необходимых для оценки уровня мышечной активности биоимпедансным методом

Сазонов О.И.
Научный руководитель — профессор, Егоров В.В.
МАИ, Москва

В задачах создания протезов кисти руки и дистанционного прецизионного управления манипуляторами возникает необходимость достаточно точной оценки состояния мышц, сгибающих и разгибающих пальцы. Широко применяемый метод измерения биопотенциалов в данном случае приводит к большим сложностям с обработкой полученных сигналов ввиду высокого уровня шумов. Альтернативой ему является биоимпедансный метод, позволяющий упросить обработку, но, при этом, требующий подачу на поверхность кожи в районе мышц специальных измерительных сигналов.

Мышцы, сгибающие и разгибающие пальцы, расположены в районе предплечья, где закрепляются электроды, часть которых необходима для снятия экспериментальных данных, а часть – для подачи измерительных сигналов. Данные сигналы имеют сложную форму и в целях безопасности должны соответствовать строгим требованиям, так как при их несоблюдении есть вероятность повреждения мышц.

В ходе проводимого параллельно научного исследования возникла задача обработки большого массива экспериментальных данных уровней мышечной активности, для получения которых стало необходимо наличие прибора, позволяющего формировать упомянутые выше сигналы. Естественно, к данному прибору были выдвинуты значительные требования и ограничения, которые необходимо было учесть при его проектировании и разработке.

Был проведен обзор, на основании которого были чётко сформулированы требования к прибору, как к сигналам, так и к его конструкции и возможностях настройки и калибровки. Был осуществлён подбор основной элементной базы, определены массогабаритные характеристики изделия и прочие особенности. Далее на базе СКБ-4 МАИ был разработан его прототип, удовлетворяющий основным требованиям безопасности и позволяющий сформировать библиотеку выборок сигналов, снятых с разных мышц в различных их состояниях для последующего анализа.

Демонстрационный стенд механизма уборки-выпуска 3D-модели шасси самолета

Скворцова М.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Абдуллин И.Н.
КНИТУ–КАИ, Казань

Освоение любой учебной дисциплины не представляется возможным без практики и без применения наглядных пособий. Одним из наиболее эффективных типов вспомогательного оборудования можно назвать стенды. Качественно выполненный учебный стенд является отличным наглядным пособием, которое позволит более эффективно усвоить материал. Студенты смогут не только увидеть устройство того или иного аппарата или системы, но и ближе познакомиться с принципом их действия.

Демонстрационный стенд механизма уборки-выпуска 3D-модели шасси самолета содержит стойку в виде корпуса, приборную панель, программно-аппаратный комплекс, состоящий из модуля аналого-цифрового преобразователя, модуля многоканальной визуализации, микрокомпьютера, содержащего модуль питания, микропроцессор, модуль внешней памяти, модуль оперативной памяти и специализированное программное обеспечение. Отличие его состоит в том, что в стойку корпуса введены экран для отображения работы 3D-модели механизма шасси в зависимости от выбранного режима и экран 3D-модели самолета, изменяющего угол тангажа, который показывает его положение при выбранном режиме полета. Приборная панель выполнена в виде набора последовательно расположенных клавиш-переключателей режимов полета: «Выпуск»,

«Уборка», «Посадка», «Взлет», – при этом они соединены с аналого-цифровым преобразователем, выход которого соединен со входом микрокомпьютера, соединенного с экранами отображения через модуль многоканальной визуализации.

Данный стенд является простым и эффективным оборудованием для обучения студентов авиационной специальности. Введение в стойку корпуса экранов повышает наглядность демонстрации механизма шасси самолета, а выполнение приборной панели с определенным количеством клавишей-переключателей позволяет наиболее просто управлять механизмом уборки-выпуска шасси, что повышает уровень усвоения материала. Кроме того, стенд может быть установлен в интерактивном музее техники на базе самолета Ту-144, где познакомиться с работой шасси смогут не только студенты, но и все желающие.

Перспективы развития стартеров-генераторов транспортных применений

Султанов А.М., Зубков И.А., Левченко Л.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ямалов И.И.
УГАТУ, Уфа

На сегодняшний день перед разработчиками электротехнических комплексов и систем транспортных применений стоит задача минимизации массогабаритных показателей является совмещение двух электромеханических преобразователей разного назначения в одном. Например, для транспортных применений таким комбинированным устройством является стартер-генератор. В работе рассмотрены перспективы развития стартер-генераторов.

Стартер-генератор (СГ) может представлять собой электрическую машину постоянного тока с параллельным возбуждением обмоток возбуждения в генераторном режиме и смешанным возбуждением при работе в стартерном режиме. Современные СГ могут выполняться как электрические машины с высококоэрцетивными постоянными магнитами, работающие совместно с блоком силовой электроники. СГ на сегодняшний день нашли свое применение в самолетах, тепловозах и автомобилях.

СГ во время запуска двигателя летательных аппаратов используются как стартеры, т. е. работают в двигательном режиме и применяются для запуска, например, газотурбинных авиадвигателей. При работе в генераторном режиме они снабжают бортовую сеть самолета постоянным током.

Сейчас привод СГ обеспечивает передачу вращающего момента от него на коленчатый вал двигателя машины (стартерный режим) и, наоборот, от двигателя на стартер-генератор (генераторный режим). Недостатком такого решения является наличие редуктора в стартер-генераторе. Что в свою очередь приводит к увеличению механических потерь, снижению надежности и увеличению массы системы «двигатель – стартер-генератор».

Существуют авиационные СГ двух серий отечественной промышленности: ГСР-СТ и СТГ [1]. Редуктор ГСР-СТ располагается в коробке приводов авиационного двигателя, что является существенным недостатком, поскольку в случае неисправностей в редукторе возникает необходимость в демонтаже двигателя с самолета и производстве ремонта в заводских условиях.

Редуктор СТГ, в отличие от ГСР-СТ, располагается внутри самого СГ. Недостатком является усложнение конструкции электрической машины. При этом присутствует ряд преимуществ: упрощенная коробка приводов двигателя, что позволяет при отказах производить замену СТГ в полевых условиях. Данное расположение позволяет осуществить привод в стартерном режиме через редуктор.

Также существует СГ ГМ-569 [2], который применяется в гусеничных машинах. Привод якоря СГ ГМ-569 осуществляется через специальную гидромуфту, предназначенного для генераторного режима и двухсторонний планетарный редуктор. При условии, если двигатель является неработающим, производится стартерный пуск. После стартерного пуска машина начинает работать в генераторном режиме.

Анализ существующих СГ показал, что они обладают меньшими массой и габаритами, чем электродвигатель и генератор сопоставимых мощностей. При этом основным недостатком СГ является передача момента от него в стартерном режиме и передача момента к нему в генераторном режиме через отдельное механическое звено.

Отдельно необходимо отметить СГ от компании Continental [3], который в свою очередь является интегрированным. Он представляет собой СГ, который фактически заменяет обычный маховик. У данной модели существует несколько неоспоримых преимуществ: снижение массы силового агрегата по сравнению с неинтегрируемыми СГ; экономия места под капотом; уменьшение расхода топлива на 10 %, что в свою очередь приводит к уменьшению использования ресурсов. Здесь же отметим, что разработки интегрированных СГ авиационного применения, которые ведутся компанией Rolls-Royce. Расположение СГ внутри авиационного двигателя позволяет снизить массу авиационного двигателя с обвязкой, увеличить аэродинамическую эффективность мотогондолы и, соответственно, всего летательного аппарата в целом. В свою очередь это приводит к повышению топливной эффективности летательного аппарата [4]. В случае отказа интегрированного стартера-генератора необходимо будет проводить разборку авиационного двигателя. Поэтому, в целях избежания отказов, интегрированные СГ целесообразно выполнять отказоустойчивых топологий.

Итак, анализ существующих СГ показал, что основной перспективой развития СГ является выполнение интегрированных СГ, что позволит снизить массу и повысить надежность существующих транспортных средств. Будущие работы будут направлены на рассмотрение особенностей интеграции СГ в авиационный двигатель.

Список использованных источников:

1. Унифицированный стартер-генератор [Электронный ресурс]. – URL: https://infopedia.su/16x6d22.html.

2. Стартеры-генераторы [Электронный ресурс]. – URL: https://ustroistvo-avtomobilya.ru/akkumulyator-generator-starter/generator/startery-generatory/.

3. Бунаков И. Ю. Совмещенные системы стартер-генераторов (обзор) //Молодежь и наука. – 2013. – №. 2. – С. 5-5.

4. M. E. Elbuluk and M. D. Kankam, “Potential starter/generator technologies for future aerospace applications,” IEEE Aerosp. Electron. Syst. Mag., vol. 12, pp. 24–31, May 1997.

Нечеткая система управления стартер-генератором воздушного судна в стартерном и генераторном режимах

Терещенко К.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Капустин А.Г.

БГАА, Минск, Беларусь

При выполнении данной работы определены особенности работы стартер-генератора, связанные с дефектами щеточно-коллекторного узла и необходимость регулирования тока возбуждения для обеспечения постоянства напряжения при действии возмущений (скол щеток, изменение нагрузки и частоты вращения якоря генератора).

Анализ причин неисправностей авиационных генераторов постоянного тока позволил сделать вывод об их влиянии на параметры выходного напряжения. При анализе этих зависимостей получена дополнительная информация, косвенно характеризующая техническое состояние щеточно-коллекторного узла генератора постоянного тока.

Исследования показали, что наиболее явными симптомами развития дефектов элементов генератора постоянного тока являются характер изменения формы пульсации выпрямленного напряжения во внешней цепи агрегатов. Циклический характер описанных процессов определил целесообразность спектрального анализа сигналов пульсаций напряжения в целях выявления диагностических признаков. Анализ результатов исследований показывает, что амплитудные спектры сигналов пульсаций напряжения исправной электрической машины мало отличаются друг от друга. Следовательно, спектр,

полученный в результате усреднения выборки реализаций, с некоторой степенью достоверности можно использовать для диагностики генераторов постоянного тока [1,2].

При разработке виртуальной модели регулятора с нечеткой логикой использовался блок Fuzzy Logic Controler. В этом блоке задается ссылка на fis-файл с правилами нечеткой логики.

Нечеткий регулятор создавался по методу нечеткого вывода mamdani, который является наиболее часто встречающейся нечеткой методологией [4]. Входными сигналами данной цифровой нечеткой системы регулирования являются не только напряжение генератора, но и сила тока нагрузки. Это, в свою очередь, приводит к значительному увеличению быстродействия, поскольку любой из имеющихся законов управления ориентируется только на изменение напряжения рабочей обмотки якоря синхронного генератора.

Показано, что разработанная система регулирования на основе нечеткой логики в среде Matlab обеспечивает существенное повышение качества электроэнергии системы стартер-генератора: по величине максимальных отклонений напряжения, по времени переходных процессов, по величине статической ошибки перерегулирования.

Результаты проведенных исследований указывают на целесообразность использования интеллектуальной (нечеткой) системы регулирования напряжения в электроэнергетическом комплексе перспективных воздушных судов. Реализация нечеткой системы в системах электроснабжения с стартер-генератором в нормальных режимах работы обеспечивает уменьшение времени переходных процессов до 0,1 с при одновременном уменьшении отклонений напряжения на 15 – 22 % в динамике и практически устранение статической ошибки. Это полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к современным и перспективным системам электроснабжения воздушных судов [4].

Список использованных источников:

1. Интернет-портал компании Aircraft Electrical Power Systems – Charged with Opportunities. – Режим доступа: www.aerospace.frost.com. Дата доступа: 12.11.2020.

2. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. / Вольдек А.И., Попов В.В. – Санкт-Петербург: Питер, 2007. – 320.

3. Терещенко, К. В., Капустин, А. Г., Синтез оптимального закона регулирования напряжения авиационного вентильного генератора // Scientific Collection «InterConf», (28): with the Proceedings of the 6th International Scientific and Practical Conference «Challenges in Science of Nowadays» (September 6-8, 2020). Washington, USA: EnDeavours Publisher, 2020. P. 135-145.

4. ГОСТ Р 54073-2017 Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии // ред. Л.И. Нахимова. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 36 с.

Применение GaN транзисторов в современных электротехнических комплексах

Уразбахтин Р.Р.

Научный руководитель — к.т.н. Ямалов И.И.

УГАТУ, Уфа

Сегодня увеличивается роль электрических машин (ЭМ) в производственных, транспортных и бытовых применениях. Создание ЭМ нового поколения обуславливает необходимость создания высокоэффективных блоков управления и полупроводниковых преобразователей, работающих совместно с ними.

В существующих полупроводниковых преобразователях и системах управления ЭМ часто применяются металлооксидные полевые транзисторы (МОП-транзисторы). Применения МОП-транзисторов обуславливаются тем, что они эффективно работают при пониженных напряжениях, обладают высокой скоростью переключения и потребляют невысокую мощность. МОП-транзисторы практически достигли предела своих

характеристик, так как ограничены свойства материалов, из которых они изготавливаются. Поэтому перспективным производство и применение GaN транзисторов, которые способны работать при высоких напряжениях.

GaN транзисторы выполняются на основе нитрида галлия и обладают рядом преимуществ. GaN транзисторы обладают высоким пробивным напряжением сток-исток и высокой подвижностью электронов [1]. Это обуславливает высокую удельную плотность мощности GaN транзисторов – около 5 Вт/мм, что приблизительно в 5 раз выше удельной плотности мощности транзисторов на основе GaAs и в 15 раз выше удельной плотности мощности транзисторов на основе Si. Поэтому у GaN транзисторов длина затвора существенно меньше, чем у аналогов. Также к преимуществам GaN транзисторов относятся высокие температурные характеристиками. Вышеперечисленные преимущества GaN транзисторов обуславливают снижение потерь на проводимость и коммутационных потерь в GaN транзисторах, а также позволяют выполнять GaN транзисторы с невысокими массогабаритными показателями.

К особенностям GaN транзисторов, ограничивающих их применение, относятся: (1) работа в обедненном режиме, а значит необходимость организации отрицательного смещения для нормальной работы; (2) необходимость ограничения тока затвора; с увеличением входной мощности диод Шоттки в структуре затвора GaN транзистора начинает работать как выпрямитель, что вызывает увеличение тока затвора [1].

GaN транзисторы подходят для применения в электронных системах беспилотных космических аппаратов, однако, необходимо на ровне с самим GaN транзистором использовать быстродействующий драйвер затвора [2]. То есть для обеспечения эффективности применения GaN транзисторов необходимо правильно выбирать драйвер. В перспективе GaN транзисторы будут применяться в компактных импульсных источниках питания, импульсных преобразователях, электрических приводах и т. д. вместо классических МОП-транзисторов. Например, известен успешный стартап известен успешный стартап GaNFast, в рамках которого разработаны и продаются зарядные устройства повышенного быстродействия для различных мобильных мультимедийных девайсов. Преимуществом зарядных устройств GaNFast является возможность сократить время зарядки мобильных мультимедийных девайсов до трех раз, а также уменьшить массу и габариты по сравнению с обычными зарядными устройствами [3]. Разработкой GaN транзисторов и приборов, в которых они применяются, ведется крупными мировыми корпорациями, такими как Panasonic, Toshiba, ETC и другими [4].

Применение GaN транзисторов является перспективой развития всех полупроводниковых приборов. Уже экспериментально доказано, что по своим характеристикам, а также по уменьшенным потерям, GaN транзисторы превосходят устаревающие МОП-транзисторы и более современные SiC транзисторы. Основной особенностью применения GaN транзисторов является необходимость проектирования печатных плат и устройств таким образом, чтобы GaN транзистор не подвергался воздействию внешних шумов, которые могут приводить к сбоям в его работе. Перечисленные в работе особенности использования GaN транзисторов нельзя в полном смысле назвать недостатками, скорее это особенности, накладывающие ограничения на конструкцию приборов с GaN транзисторами. Поэтому вопрос появления в продаже, а также внедрения в производство, транспорт и различные сферы жизни человека приборов, в которых будут использованы схемы на GaN транзисторах, является лишь вопросом времени.

Применение GaN транзисторов в современных и перспективных электрических комплексах и системах является важной задачей научно-исследовательских коллективов, работающих в области электромашиностроения.

Работа выполнена в рамках научной стипендии АО "ОДК".

Список использованных источников:

1. Мишуров С. Опыт применения GaN транзисторов L-диапазона фирмы MICROSEMI URL: https://ptelectronics.ru/wp-content/uploads/gan-tranzistory_l-diapazona_microsemi_VE_1512015.pdf (Дата обращения: 17.02.2021)

2. Киран Б. Преимущества использования GaN-транзисторов в непилотируемых космических аппаратах URL: https://ptelectronics.ru/wp-content/uploads/66-73.pdf (Дата обращения: 15.02.2021)
3. Устройства быстрой зарядки GaNFast URL: https://ganfast.com/discover-ganfast-technology-fast-chargers/ (Дата обращения: 14.02.2021)
4. М. Гольцева Мощные GaN транзисторы // Электроника. – 2012. – №. 4. – С. 86-100.

Исследование возможности интеграции термоэлектрических элементов в конструкцию более электрического двигателя

Фаизова Р.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Вавилов В.Е.
УГАТУ, Уфа

Генераторы, преобразующие тепловую энергию непосредственно в электрическую, в ближайшем будущем будут играть важную роль в энергетике. В настоящее время известно три метода прямого преобразования: магнитогидродинамический, термоэмиссионый и термоэлектрический. На сегодняшний день термоэлектрические генераторы с вышеперечисленными методами преобразования активно разрабатываются.

Необходимо отметить, что повышение эффективности и срока службы современных авиационных двигателей - одна из самых актуальных задач для производителей авиационной техники сегодня. Один из способов улучшения этих показателей — включение термоэлектрических генераторов в конструкцию силовой установки.

В частности, широко используются термоэлектрические генераторы (ТЭГ) различной мощности и назначения. Десятки зарубежных компаний участвуют в разработке и создании термоэлектрических генераторов, особенно представители США, Великобритании, Франции и Японии. Разработки термоэлектрических генераторов также ведутся в России. Разработаны термоэлектрические генераторы мощностью от нескольких ватт до нескольких киловатт.

Сейчас разрабатываются и строятся термоэлектрические генераторы больших мощностей (до нескольких тысяч киловатт). Эти источники энергии имеют совершенно другое назначение: они питают оборудование космических кораблей, ракет, подводных лодок, авиации, радиомаяков, станций катодной защиты, радиостанций и других устройств. В соответствии с назначением термоэлектрогенераторов для их нагрева применяются радиоизотопы, атомные реакторы, используется солнечная энергия и энергия сгорания газов. [1]

Большинство ТЭГ предназначены для так называемой «малой энергетики». Они обладают такими уникальными качествами, как полная автономность, высокая надежность, простота эксплуатации, бесшумность и долговечность. ТЭГ используются для энергоснабжения объектов, удаленных от линий электропередачи, а также при целом ряде условий, где они являются единственно возможным источником электрической энергии. С помощью ТЭГ можно преобразовывать тепло природных ресурсов (например, геотермальной воды) в тепло для электричества, автомобильных двигателей, судов и т. д. Там, где есть тепло, ТЭГ легко преобразует значительную часть тепла в электричество - наиболее удобный вид энергии.

Среди преимуществ термоэлектрического преобразования можно выделить отсутствие движущихся частей во многих установках и, следовательно, отсутствие вибрации, а также необходимость использования жидкостей и / или газов под высоким давлением. (Преобразование происходит в самом термоэлектрическом материале.) Эффективность не зависит от пространственного положения и наличия силы тяжести.

ТЭГ можно использовать при больших и малых разностях температур. Последнее становится еще более важным, учитывая, что при температуре поверхности до 300 °C выделяется до 90% тепловой энергии (отходов), выделяемой промышленными объектами и оборудованием. [2]

Исходя из проведенного обзора по теме исследования, приходим к выводу о том, что задачи, которые предстоит решить при разработке термоэлектрических генераторов – это

рациональный выбор и использование источников тепла, разработка методов расчета, исследование и разработка высокоэффективных термоэлектрических материалов в технологии производства, технологии производства термоэлектрических элементов, проблемы проектирования генераторов, рабочих мест и т. д. Эти вопросы основаны на эффектах Зеебека, Пельтье и Томсона, которые являются принципом работы термоэлемента.

Список использованных источников:

1. Терентьев А.А., Фатхиева Р.А., Лопатин А.А. Анализ возможности применения термоэлектрических генераторов в авиационных двигателях. // Вестник казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т.73, № 2. – С. 42-48.

2. Семенов В.С., Бейльман А.В., Трифанов И.В. Способы прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – Т.2. – С. 124-126.

3. Шостаковский, П. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания. / П. Шостаковский. // Новые технологии. — 2010. № 12.

Разработка и исследование магнитожидкостных датчиков виброконтроля оборудования

Федосеева В.П.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сайкин М.С.

ИГЭУ им. В.И. Ленина, Иваново

Работа посвящена разработке и исследованию магнитожидкостных датчиков, предназначенных для виброконтроля (МЖДВ) оборудования различного назначения, с целью проведения диагностики дефектов подшипниковых узлов, гидро- и турбогенераторов, электродвигателей, авиационного и судового оборудования, а также состояния фундаментов промышленных зданий и мостов.

По своей конструкции МЖДВ представляет собой магнитный подвес, состоящий из подвижного кольцевого постоянного магнита, который является чувствительным элементом, и двух магнитов, установленных по отношению к нему одноименными полюсами в корпусе датчика. Магнитная жидкость обеспечивает устойчивый подвес чувствительного элемента в корпусе и его перемещение под действием вибраций с минимальным коэффициентом трения. С внешней стороны корпуса датчика расположена измерительная обмотка. Корпус датчика жестко закреплен на контролируемом оборудовании в вертикальном положении.

Принцип действия МЖДВ заключается в следующем: при возникновении вибраций, действующих на оборудование или отдельно взятый узел, чувствительный элемент перемещается в корпусе датчика и наводит ЭДС в измерительной обмотке. Частота и амплитуда наведенной ЭДС зависят от параметров вибраций оборудования. Полученный датчиком сигнал обрабатывается автоматизированной системой виброконтроля.

Цель работы заключалась в численном исследовании параметров магнитного поля для различных конструкций МЖДВ и экспериментальной проверке результатов расчета на физической модели. Применение теоретических и экспериментальных исследований позволило определить силы взаимодействия для кольцевых постоянных магнитов трёх типоразмеров для магнитного подвеса МЖДВ.

Результат проведенной работы заключается в разработке 5 новых конструкций магнитожидкостных датчиков виброконтроля оборудования, новизна которых подтверждена охранными документами.

Разработанные магнитожидкостные датчики виброконтроля имеют следующие эксплуатационные характеристики:

- Частотный диапазон, Гц: 4 – 5000;
- Чувствительность, мВ/g: свыше 500;
- Диапазон ускорений, g: 0,2-300;
- Диапазон температур, °С: ± 60.

Список использованных источников:

1. Федосеева В.П., Сайкин М.С. Разработка магнитожидкостных виброметрических датчиков. В сборнике 19-ой Международной Плёсской конференции по нанодисперсным магнитным жидкостям. Сборник научных трудов. Иваново, 2020. С.262-268.

2. Сайкин М.С., Федосеева В.П. Разработка магнитожидкостных датчиков диагностики динамического состояния технических объектов./ Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение». 2020. N3 (63). С.83-97.

Шаговые электродвигатели

Фроленков В.Н.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Шевцов Д.А.
МАИ, Москва

Возможным из вариантов решений проблемы создания быстродействующих приводов, которые могли бы поддерживать и реализовывать большие скорости перемещения разных исполнительных механизмов, может быть использование электроприводов, базирующихся на применении шаговых двигателей (ШД) со специальными режимами управления, наиболее полно приспособленными к управлению от микроконтроллеров. Шаговый двигатель, не требует обратной связи, имеет превосходный крутящий момент на низких оборотах, прецизионное позиционирование и повторяемость (Хорошие шаговые двигатели имеют точность от 3 до 5% от величины шага, и эта неточность не накапливается от шага к шагу).

Шаговые двигатели давно и успешно применяются в самых разных устройствах. Их можно найти в дисководах, принтерах, плоттерах, сканерах, факсах, а также в разнообразном промышленном и специальном оборудовании. На сегодняшний день выпускается множество вариативных типов шаговых двигателей на все возможные случаи. Однако правильно выбрать тип двигателя – это еще не всё дело. Не менее важно правильно выбрать схему драйвера и алгоритм его работы, который зачастую позиционируется программой микроконтроллера.

В настоящее время компьютерное моделирование привносит новые возможности проектирования регуляторов шагового двигателя и более точное познание процессов. Современная наука и техника нуждается в более точных знаний процессов. Для решения данного вопроса: управления шаговыми двигателями, необходимы знания о вычислительных алгоритмах и их созданиях.

После описания физических процессов, которые происходят в двигателе - была создаётся его электронная модель в PSpice, а также принимаются следующие допущения в модели:

• Форма зависимости момента в обмотке, а также значение фиксирующего момента от угла поворота ротора принята идеально синусоидальной.

• Зависимость величины момента создаваемой обмоткой от тока в ней, линейная, без насыщения и связана через коэффициент электрической постоянной двигателя.

• Отсутствует падение напряжения в обмотках связанной с взаимоиндукцией между обмотками, так как его величиной можно пренебречь.

• Значение индукции обмотки принимается постоянным.

Список использованных источников:

1. Со Л.М./ Исследование и разработка моделей и алгоритмов старт-стопных режимов автоматических устройств управления шаговыми электроприводами (Электронный ресурс) URL: https://vak.minobrnauki.gov.ru/advert/180485 (дата обращения: 22.02.2021)

Оптимизация синхронного генератора с постоянными магнитами

Харькина О.А., Здорова М.В., Широков А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Журавлев С.В.
МАИ, Москва

Наибольший интерес среди традиционных электрических машин (ЭМ) вызывают синхронные генераторы (СГ) с возбуждением от постоянных магнитов (ПМ). Это обусловлено тем, что СГ с ПМ позволяют получать максимальную электрическую мощность при минимальной массе ЭМ и достигнуть удельной массы на уровне 0,2 - 0,25 кг/кВт. К

тому же СГ с ПМ полностью автономны и не требуют дополнительной энергии на возбуждение.

Успехи в разработке новых материалов постоянных магнитов с большой удельной магнитной энергией постоянно расширяют диапазон мощностей, в котором по массогабаритным и эксплуатационным характеристикам СГ с ПМ стали перспективными и часто используемыми.

Магниты получают на основе сплавов редкоземельных металлов, таких как неодим (Nd) и самарий (Sm). Существует большое количество сплавов, в составе которых находятся эти компоненты, однако самыми распространенными являются сплавы Nd-Fe-B и Sm-Co. Эти сплавы обладают высокой стойкостью к размагничиванию, высокой стойкостью к механическим воздействиям, а также высокими значениями коэрцитивных сил по индукции и намагниченности.

Создание высокомощных СГ с ПМ при минимальных временных и материальных затратах невозможно без разработки методики их оптимального проектирования с учетом свойств материалов и энергетических характеристик. В данной работе рассматривается задача разработки методики и программы оптимизации синхронных машин с ПМ. Разработанная программа предназначена для автоматизированного определения оптимальных параметров СГ с ПМ. Исходными параметрами являются полная мощность, частота вращения, коэффициент мощности, варьируемые и постоянные геометрические параметры ЭМ, а также электромагнитные и тепловые нагрузки. Результат оптимизации – большое количество параметров генератора таких, как диаметр расточки якоря, величина рабочего зазора, высота постоянного магнита, коэффициент полюсного перекрытия, относительная величина паза якоря, а также удельные и массогабаритные параметры, конструктивный коэффициент, КПД и др.

Целью разработки программы оптимизации является определение наилучших геометрических и удельных параметров СГ с ПМ. При этом будет возможна оценка массогабаритных показателей, полученных на основе введенных исходных данных.

На пути к более или полностью электрическому самолету: электродвигатели на современных летательных аппаратах

Худияров М.В., Калимуллин С.Р.
Научный руководитель — Уразбахтин Р.Р.
УАТУ, Уфа

В наше широкое распространение в различных отраслях промышленности и быта получили электрические машины. Это касается в том числе авиации, ведь авиационные электродвигатели имеют большой спектр применения на летательном аппарате (ЛА). В данной работе рассмотрена роль электрических двигателей на летательном аппарате.

Далее рассмотрим основные функции, которые электрические двигатели выполняют на борту ЛА. К основным функциям авиационных электродвигателей относятся запуск маршевых двигателей ЛА, обеспечение работ топливной системы, системы кондиционирования воздуха, навигационной системы и систем управления ЛА.

Чтобы двигатель ЛА вывести на минимальный режим устойчивой работы, необходимо сначала раскрутить ротор двигателя. Эту функцию в электрических системах запуска выполняет электрический стартер или стартер-генератор. [1] Электростартер – электрический двигатель, являющийся пусковым устройством, которое осуществляет раскрутку валов авиационного двигателя. Стартер-генератор (СГ) – электрическая машина, предназначенная для работы в двух режимах: в режиме стартера, задачи которого были представлены ранее, и в режиме генератора, когда во время полета СГ вырабатывает электроэнергию для питания электрических систем ЛА. [2] Совмещение стартера и генератора в одном устройстве позволяет сэкономить свободное пространство на ЛА и увеличить массу полезной нагрузки, которую может переносить ЛА.

Для приведения в движение исполнительных механизмов систем управления в полете и винтовых приводов крыла на борту ЛА устанавливают электропривод (ЭП) - электромеханическую систему, предназначенную для приведения в движение рабочих механизмов. Рабочие механизмы обеспечивает линейное перемещение и вращательное движение ЛА. Электроприводы позволяют добиться снижения массогабаритных показателей и повысить надежность по сравнению с гидравлическими и пневматическими приводами.

Еще электродвигатели на ЛА используются в топливных системах. Для подачи топлива к двигателям и перекачивания топлива из одного бака в другой используют топливные насосы – электрические двигатели. [3] Электрические насосы топливной системы позволяют обеспечивать стабильную регулируемую подачу топлива к двигателям летательного аппарата на протяжении всего полета.

В электрифицированной системе кондиционирования воздуха (СКВ) на ЛА кондиционирование и надув кабины осуществляется за счет использования специального компрессора, который приводится в движение при помощи электрического двигателя. [4] Электрические двигатели позволяют обеспечивать циркуляцию воздуха в салоне ЛА на протяжении всего полета.

Также электрические двигателя применяются и в навигационных, регулирующих и стабилизирующих устройствах ЛА. Одним из таких электродвигателей является асинхронный гироскопический двигатель. Без гироскопа полеты в тяжелых климатических условиях были бы невозможны. Также благодаря воздействию гироскопа автопилот может поддерживать неизменный курс во время полета [5]. Современные гироскопы в значительной степени увеличили безопасность полетов.

Сегодня перспективным направлением развития авиастроения является разработка «полностью электрифицированного самолёта» (ПЭС) и «более электрического самолета» (БЭС). Добиться этого возможно расширением степени интеграции электрических машин в различные системы современного ЛА. Поэтому электродвигатели играют одну из ведущих ролей в развитии современного ЛА, а количество их на новых бортах постоянно увеличивается.

Список использованных источников:

1. Таммекиви И. В. Система запуска авиационных двигателей: Методические указания – Самара: СГАУ, 2002. – 34с.
2. L. Setlak Overview of aircraft technology solutions compatible with the concept of mea // Electronical Engineering Issue 1-E (8) 2015, vol. 2015, 2015.
3. Чепурных И. В., Чепурных С. А. Система бортового оборудования самолетов и вертолетов. Топливная система и кабинное оборудование: учеб. пособие – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015. – 169с.
4. Волокитина Е.В., Власов А.И., Копчак А.Л., Москвин Е.В., Тебеньков Ф.Г. Разработка высокоскоростного электропривода компрессора системы кондиционирования воздуха самолета // Электроника и электрооборудование транспорта – 2013. - №3 – С. 34-39.
5. ГИРОСКОП И ГИРОСКОПИЧЕСКИЕ ПИЛОТАЖНЫЕ ПРИБОРЫ [Электронный ресурс] URL: http://ooobskspetsavia.ru/2015/10/09/giroskop-i-giroskopicheskie-pilotazhnye-pribory/ (Дата обращения: 23.12.20)

Применение многоуровневых инверторов в современных системах электроснабжения

Шевцов А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Анисимова Т.В.
МАИ, Москва

В настоящее время транзисторные инверторы напряжения пользуются большим спросом в различных системах электроснабжения: промышленное производство, борт летательных аппаратов. В последних инвертор напряжения чаще используется в приводах различных двигателей и как резервный источник питания.

В быту инверторы широко используются в системах бесперебойного питания, обеспечивающих стабильное питание устройства в случае отсутствия сетевого напряжения. В обычном режиме такие системы используются как стабилизаторы сетевого напряжения.

Инверторы выполняют различные задачи: регулирование амплитуды основной гармоники, обеспечение заданного качества выходного напряжения.

Наиболее кардинально данные проблемы решают многоуровневые инверторы напряжения. Недавние достижения в области технологии производства полупроводниковых устройств позволяют работать на более высоких частотах. Главным достоинством многоуровневых инверторов по сравнению с классическими двухуровневыми является возможность получения высокого уровня напряжения на выходе устройства, используя типовые низковольтные полупроводниковые компоненты.

В настоящее время наиболее широкое распространение получили следующие структуры многоуровневых инверторов напряжения, со своими достоинства и недостатки:

Схема многоуровневого инвертора с фиксированной нейтральной точкой. Основным недостатком такой схемы является проблема контроля баланса напряжения между конденсаторами.

Схема многоуровневого инвертора с плавающими конденсаторами. Данная схема отличается от предыдущей наличием «плавающих конденсаторов» вместо «блокирующих диодов». Свойство конденсаторов пропускать обратное напряжения позволяет использовать избыточное число комбинаций переключения, используя определенные комбинации переключений, когда с помощью несложного алгоритма можно решить проблему баланса напряжений между конденсаторами. Недостатком является большое число конденсаторов при увеличении уровней выходного напряжения.

Схема каскадного включения мостовых коммутаторов для формирования многоуровневого напряжения позволяет достичь высоких уровней напряжения, применяя только стандартные низковольтные полупроводниковые компоненты. Ещё одним достоинством такой топологии является высокая степень модульности, поскольку каждый инвертор может рассматриваться как отдельный модуль, что позволяет, в случае неисправности, заменить, вышедший из строя, модуль.

Структурно многоуровневый инвертор напряжения представляет собой устройство со следующими блоками: входной фильтр, обеспечивающий подавление нежелательных составляющих сигнала, поступающих из сети в устройство и из устройства в сеть; DC-DC преобразователь, необходимый для обеспечения надлежащего уровня напряжения питания и выделения требуемого количества каналов питания силовой части инвертора; силовые мостовые коммутаторы, которые служат для формирования ступенчатого многоуровневого напряжения; выходной фильтр, предназначенный для формирования напряжения синусоидальной формы; схема управления, обеспечивающая необходимый режим работы силовой части инвертора; блок вспомогательных напряжений, обеспечивающий питание всех элементов схемы управления.

В результате работы был спроектирован многоуровневый инвертор напряжения, который предназначен для преобразования постоянного напряжения сети величиной 27 В в переменное синусоидальной формы с действующим значением напряжения 115В и частотой 400 Гц. Выходная мощность инвертора 1000 Вт. Коэффициент гармоник выходного напряжения не должен превышать 5%.

Защита человека от поражения электрическим током с помощью УЗО

Эрджанов М.С., Садыков З.З.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Гумерова Р.Х.
КНИТУ–КАИ, Казань

Увеличение использования электроэнергии во всех аспектах деятельности человека, резкое увеличение количества электроприборов в повседневной жизни и производстве, естественно, привело к возрастанию опасности поражения электрическим током человека.

Электрический ток не имеет каких-либо физических свойств или характеристик, которые человек может воспринимать органами чувств, что усугубляет опасность для человека. Электротравматизм имеет значительную долю в общем количестве несчастных случаев. Люди, работающие в сфере электроэнергетики, и обычные пользователи знают, что существует большое количество смертей или серьезных человеческих повреждений от поражения электрическим током, а также от сбоев электрооборудования и электропроводки.

Устройство защитного отключения (УЗО) - это коммутационное устройство, предназначенное для защиты электрической цепи от токов утечки, то есть токов протекающих по нежелательным путям, что в свою очередь обеспечивает защиту от поражения человека электрическим током. Эти устройства снимают напряжения с проводки, когда через неё проходят токи утечки, предотвращая воздействие поражения электрическим током. Невидимые и неконтролируемые нарушения изоляционного слоя могут нанести огромный ущерб жизни и имуществу человека. Поэтому такие системы защиты приобретают все большую популярность среди населения.

Применение УЗО в последние годы в нашей стране стремительно растёт. В обязательном порядке реконструируются жилые здания и все новые дома строятся, с применением УЗО. Устройство защитного отключения применяется для комплектации вводно-распределительных устройств (ВРУ), распределительных щитов (РЩ), групповых щитков (квартирных и этажных), а также для защиты отдельных потребителей электроэнергии.

Принцип работы прибора основан на сравнении величины фазовых и нулевых токов. Если нет утечки тока, то в идеале эти значения будут равны. И если происходит утечка тока, и разность этих токов превышает значение заданной точки дифференциального тока УЗО срабатывает, отключая линию, установленную на устройстве. Стоит отметить, что защитное выключающее устройство не защищает помещение от короткого замыкания и перегрузки, поэтому оно должно стоять перед автоматическим выключателем или вместо этого должен устанавливаться дифференциальный автомат, который сочетает в себе функции автомата и УЗО в одном устройстве.

Использование УЗО с дифференциальным током обеспечивает высокий уровень электрической безопасности. Оно отличается повышенной эффективностью по сравнению с другими защитными устройствами. Поэтому международные электротехнические стандарты все чаще уделяют особое внимание мерам защиты с использованием УЗО.

Список использованных источников:

1. Автоматические выключатели и УЗО бытового назначения. Электронный справочник (актуализация на 01.04.09). - Москва: Огни, 2016.

2. Монаков В.К. Устройства защитного отключения как эффективное средство предотвращения возгораний и пожаров // Пожарная безопасность. 2003. №5.

3. Система стандартов безопасности труда. Устройства защитного отключения. ГОСТ 12.4.155.-85.ССБТ

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

Секция №4.1 Радиотехнические устройства и системы

Исследование модели прерывателя для усиления слабых сигналов

Беляев Д.К.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шевгунов Т.Я.
МАИ, Москва

При разработке усилителей постоянного тока (УПТ) возникают трудности, связанные с таким явлением как «дрейф нуля», то есть с малыми медленными изменениями начальных рабочих точек активных полупроводниковых элементов. Причинами этого явления могут быть изменения температуры в процессе работы, нестабильность источника питания, старение элементов и некоторые другие факторы. Такой «дрейф нуля» может генерировать на выходе УПТ отклики, неотличимые от откликов, создаваемых слабыми полезными сигналами. Поэтому использование УПТ в чувствительных усилителях для медленно изменяющихся сигналов не является оправданным. Напротив, в усилителях переменного тока «дрейфом нуля» можно пренебречь, и это преимущество можно использовать при синтезе УПТ.

В данной работе рассматривается система, реализующая УПТ с помощью усилителя переменного тока с прерывателями. Первый прерыватель представляет собой устройство, которое умножает входной постоянный или медленно меняющийся сигнал на периодическую последовательность прямоугольных импульсов, частота следования которых в несколько раз больше, чем максимальная частота спектра входного сигнала. Полученный после умножения переменный сигнал ведет себя как последовательность прямоугольных импульсов с той же частотой повторения, амплитуда которых меняется по закону входного медленно изменяющегося сигнала. Далее сигнал поступает на вход полосового усилителя, центральная частота и полоса пропускания которого подобраны к параметрам низкочастотного сигнала и последовательности импульсов. Второй прерыватель умножает сигнал на выходе полосового усилителя на периодическую последовательность прямоугольных импульсов с такой же частотой повторения, как у первой последовательности. Этот прерыватель используется как демодулятор, преобразующий усиленный сигнал в низкочастотный, возвращая его спектр в окрестность нулевой частоты. Из-за особенностей процесса демодуляции у выходного сигнала помимо полезных низкочастотных составляющих присутствуют также и высокочастотные составляющие. Они являются паразитными, и для того чтобы избавиться от них на выходе усилителя размещают фильтр нижних частот.

При выполнении данной работы были проанализированы спектры сигналов в разных узлах структурной схемы УПТ, построенной с использованием прерывателей и усилителя переменного тока. Также был проведен анализ преобразований во временной и частотной областях. При проведении исследования было выполнено моделирование анализируемой схемы УПТ в системе Simulink.

Список использованных источников:

1. У. М. Сиберт Цепи, сигналы, системы: в 2 ч.; пер. с англ. под ред. И. С. Рыжака. - Москва: Мир, 1988

Анализ методов встраивания цифровых меток в видеопоток

Бердников Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карпухин Е.О.
МАИ, Москва

Технология использования водяных знаков для защиты информации имеет достаточно длительную историю. В её основе лежит наложение невидимой глазу метки на демонстрируемую картинку или видео. Однако до настоящего времени данная технология находила только узкоспециализированное применение. Ситуация изменилась кардинальным образом, когда появилась возможность передавать через интернет видео высокого качества.

Хотя к текущему моменту существует достаточное количество разработок как зарубежных, так и отечественных специалистов, доказавших на практике свою эффективность в области защиты видеопродукции с помощью цифровых водяных знаков, ни одна из этих разработок не была доведена до реального выхода на рынок.

В результате анализа данных методов внедрения цифрового водяного знака в видеоизображения можно сделать вывод о том, что все методы являются достаточно эффективными и перспективными разработками в данной сфере [1-2].

В то же время, у каждого из методов можно обнаружить существенные недостатки, среди которых:

1. Очевидность присутствия для нарушителей либо легкость обнаружения цифрового водяного знака в потоке видеоизображения.
2. Вычислительная сложность методов преобразования сигнала: математические вычисления приводят к чрезмерно долгой обработке информации, что, как следствие, повышает затраты на требуемые для этого ресурсы.
3. Отсутствие решения по внедрению цифрового водяного знака в цветное изображение.
4. Необходимость вычислений с плавающей точкой, увеличивающих временные затраты, а также затраты памяти.
5. Низкая устойчивость внедряемого цифрового водяного знака к сжатию и помехам.

В работе проводится анализ методов встраивания цифровых меток в видеопоток. На основе проведенного анализа выбирается преобразование изображения с помощью систем ортогональных функций Уолша с использованием помехоустойчивого кодирования двоичными циклическими кодами для увеличения устойчивости встроенных данных к атакам злоумышленника. На основе данного преобразования разрабатывается прототип ПО, которое позволит идентифицировать извлеченный цифровой водяной знак [3-4].

На основе разработанного ПО и результатах его тестирования были найдены слабые места разработанного алгоритма, а также разработаны рекомендации по решению выявленных проблем. Исходя из вышеперечисленного, разработанный прототип программного обеспечения позволит сделать данную технологию более массовой.

Список использованных источников:

1. Грибунин, В.Г. Цифровая стеганография [Текст] / В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. — М.: Солон-Пресс, 2002. — 272 с.
2. Аграновский, А.В. Стеганография, цифровые водные знаки и стеганоанализ [Текст] / А.В. Аграновский [и др.]. — М.: Вузовская книга, 2009. — 220 с.
3. Конахович, Г.Ф. Компьютерная стеганография. Теория и практика [Текст] / Г.Ф. Конахович, А.Ю. Пузыренко. — Киев: МК-Пресс, 2006. — 288 с.
4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.

Алгоритм обнаружения источников излучения с учетом априорных сведений

Бирюков И.Д.
МАИ, Москва

Авиационные системы радиоэлектронного наблюдения (РЭН), являясь пассивными системами, оперативно в большом пространственном районе обеспечивают решение поисково-спасательных задач в отношении объектов, имеющих в своём составе источники радиоизлучения (ИРИ), и задач их радиоконтроля.

В отличие от радиолокационных систем, в которых на основе знания излучённого сигнала применяются оптимальные методы приёма отражённых радиосигналов от объектов и подстилающей поверхности, в современных авиационных системах РЭН из-за отсутствия таких знаний используются неоптимальные методы приёма радиосигналов ИРИ. При этом ИРИ могут излучать радиосигналы в широком диапазоне возможных значений их радиотехнических параметров, в частности, частоты и ширины спектра. Поэтому в современных авиационных системах РЭН для исключения пропуска сигналов вынуждены использовать широкие полосы пропускания приемного устройства в каналах обнаружения радиосигналов ИРИ, что приводит к существенному снижению чувствительности и средней вероятности обнаружения.

Вместе с тем, существенное увеличение ширины полосы приема и оцифровывания сигнала приводит к усложнению работы алгоритмов обнаружения и обработки сигналов, в связи с увеличением количества сигналов, одновременно находящихся в пределах полосы пропускания приемного тракта. Поэтому возникает необходимость их разделения и раздельной обработки.

Однако в авиационных системах РЭН имеется информация о принимаемых сигналах, которая используется при решении задачи распознавания и содержится в каталоге типов ИРИ. В нём каждому типу ставится в соответствие описание в пространстве радиотехнических параметров, таких как, таких как несущая частота, длительность импульса, ширина спектра и другие. На основе этих данных представляется возможным формировать согласованные фильтры с каждым из каталога типом ИРИ.

Согласование АЧХ фильтра с полосой несущих частот и шириной спектра сигнала является простейшей формой согласования с типом ИРИ. Представляется возможным использование знания других параметров описанных в априорной базе данных для повышения эффективности работы фильтра.

Очевидно, что не все ИРИ, а некоторые не в полной мере, представлены в каталоге типов ИРИ, особенно в период активного противодействия ИРИ авиационным системам РЭН. Поэтому предлагаемый способ повышения эффективности обнаружения сигналов ИРИ должен рассматриваться как дополнение к существующим способам. Вместе с тем, в ходе регулярного РЭН следует ожидать снижения числа таких ИРИ и, следовательно, повышение значения предлагаемого способа в авиационных системах РЭН.

Озвучивание сообщений CPDLC

Бондарь Н.В.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУГА, Санкт-Петербург

В результате качественных изменений в области голосового радиообмена, происходивших в авиации, в 1978 логичным ответом на возросшие потребности эксплуатантов и организаций, осуществляющих аэронавигационное обслуживание, стало создание и внедрение системы ACARS, давшей возможность передавать информацию в цифровом виде с земли на бортовые компьютеры.

Технология CPDLC, использующая средства системы ACARS, позволила экипажам воздушных судов получать свободные и формализованные текстовые сообщения, прямо или косвенно связанные с безопасным и экономически выгодным использованием воздушного пространства. Но, как и любая технология, она не лишена недостатков, которые нельзя

рассматривать в отрыве от фундаментальных проблем речевых (голосовых) сообщений, к которым относятся подверженность помехам, длительность сообщения, особенности человеческой речи (характерные акценты, диалекты), вкупе или поодиночке ухудшающие качество радиообмена.

К недостаткам использования текстовых сообщений можно отнести проблемы, связанные с необходимостью пилотов вынужденно отвлекать собственное внимание от наблюдения за управляющими дисплеями, что, безусловно, критично, если объём сообщений велик. Также, одной из значимых проблем является невозможность использовать технологии текстового обмена сообщениями в ситуациях угрожающего характера.

Поэтому, чтобы устранить существующие недостатки технологии CPDLC, предлагается её усовершенствовать, добавив функции бортового перевода и озвучивания кодированных сообщений, получаемых экипажами ВС от органов ОВД. При этом озвучивание должно быть гибко настраиваемым, позволяющим изменять тембр голоса и скорость произношения, чтобы сделать речь бортового ассистента максимально комфортной и разборчивой.

Конечно, предлагаемые улучшения невозможны без модификации существующего оборудования и использования нейросетевых технологий синтеза речи. Ниже представлена предполагаемая схема работы электронно-вычислительного блока, основными функциями которого должны стать хранение, обработка (дешифровка) и передача озвучиваемого сообщения.

За начальный (блок «НАЧАЛО») принят этап отправки диспетчером ОВД зашифрованного информационного сообщения экипажу воздушного судна.

Далее зашифрованное сообщение с помощью выбранного канала связи попадает на бортовую аппаратуру воздушного судна (блок «Получение цифрового сообщения»), где записывается в блок памяти и декодируется (блок «Сохранение и декодирование сообщения», после чего сопоставляется с перечнем готовых формализованных сообщений посегментно (блоки «База сообщений» и «Сопоставление частей сообщения»). Стоит заметить, что сопоставляемый полученному сообщению текст может быть заранее записан в качестве аудиодорожки.

Если сообщение не удалось сопоставить, оно будет произнесено с помощью системы синтеза голоса, с предшествующей звуковой сигнализацией. В случае, если полученному от диспетчера ОВД сообщению в бортовой базе данных найден эквивалент, то система должна сгенерировать звуковое сообщение (блок «Подготовка (генерация) аудиофайла») в соответствии с заданными предустановками (подразумевается тембр и скорость произношения для выбранного голосового ассистента, с возможностью перевода на другой язык, если это необходимо).

После генерации аудиофайла аудиодорожка должна быть конвертирована в аналоговый звук и выведена на соответствующую бортовую аппаратуру (блоки «Конвертирование в аналоговый звук» и «Вывод»).

Говоря о синтезе речи, в описанной системе предлагается использование наработок компании Google и Resemble AI, чьи нейросетевые технологии уже сейчас способны генерировать вербальные сообщения, неотличимые от естественной человеческой речи.

Формирование, фильтрация и селективное режектирование маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса с хаотической динамикой

Буткевич Ю.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев В.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Один из перспективных методов развития конфиденциальной передачи информации связан с применением эффектов динамического хаоса [1]. В работе рассмотрены особенности формирования маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса с хаотической динамикой, особенности фильтрации сигналов на основе

корреляционной обработки и селективное режектирование для подавления сформированных псевдослучайных сигналов.

Цель работы - формирование, фильтрация и селективное подавление маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса с хаотической динамикой, с обоснованием инженерных рекомендаций по выбору параметров маскирующих дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса и шага дискретизации при фильтрации и селективном подавлении сигналов.

При формировании маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса получены численные оценки условий стохатизации на основе метода расщепления сепаратрис Мельникова. Используя математическое программное обеспечение «MATLAB», проведено моделирование системы Дуффинга-Холмса с хаотической динамикой. Разработанные средства моделирования позволяют исследовать и производить оценку статистических характеристик маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса при изменении параметров самой системы.

Так как статистические свойства полученных псевдослучайных последовательностей зависят от параметров дискретно-нелинейных систем [1], то изменение параметра системы Дуффинга-Холмса меняет характеристики порождаемых псевдослучайных последовательностей, что позволит повысить конфиденциальность системы передачи информации на базе динамического хаоса.

Произведено исследование эффективности применения фильтрации в виде корреляционной обработки и селективного подавления маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса в условиях действия шумов при варьировании шага временной дискретизации маскирующих сигналов с шумами [2]. Получены оценки селективного режектирования маскирующих сигналов дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса при варьировании отношений сигнал/шум на входе и изменении шага временной дискретизации сигналов с шумами [3].

Установлено, что селективное подавление, основанное на дифференциальном подходе, дает подавление порядка -200 дБ. Показано, что при корреляционной обработки маскирующих сигналов систем Дуффинга-Холмса с динамическим хаосом шаг временной дискретизации целесообразно выбирать менее 0.005.

Полученная математическая модель формирователя псевдослучайной последовательности дискретно-нелинейных систем Дуффинга-Холмса, и проанализированные методы фильтрации и селективного подавления формируемых псевдослучайных сигналов могут быть применены при проектировании многоканальных систем передачи информации на основе хаотической маскировки.

Список использованных источников:

1. Дмитриев, А.С., Панас, А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. /А. С. Дмитриев, А. И. Панас. – М.: Изд. Физико-математической литературы, 2002. – 252 с.

2. Буткевич Ю.Р. Афанасьев В.В. Цифровой коррелятор сигналов динамических систем Дуффинга-Холмса с хаотической динамикой// Информационные технологии в электротехнике и электроИ74 энергетике: материалы XII Всерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020.

3. Ю. Р. Буткевич, В. В. Афанасьев. Избирательное подавление сигналов нелинейных динамических систем Дуффинга-Холмса в системах с шумовым маскированием // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г.Самара 21-23 апреля 2020 г.) /Под. ред. А.И. Данилина; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королѐва. Самара: Вектор, 2020. - С.48-50.

Исследование реальных возможностей по обеспечению точности позиционирования локальной системы навигации при использовании оборудования, разработанного на отечественной электронно-компонентной базе

Бычков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Мартиросов В.Е.
МАИ, Москва

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) имеют ряд недостатков и ограничений, которые могут являться критическими, при организации определения местоположения в сложных условиях. Так, например, глобальные системы спутниковой навигации не способных обеспечить высокоточное позиционирование в приполярных регионах, в зданиях, а также в условиях радиоэлектронной борьбы. Структуры сигналов систем ГЛОНАСС и GPS известны и поддаются имитации и глушению. Также мощность сигналов, приходящих со спутников, является не очень большой, и при условии прохождения ионосферы это негативно сказывается на помехоустойчивости [1]. В связи с вышеизложенным существует необходимость в разработке таких систем, которые могли бы дополнить или заменить глобальные спутниковые системы позиционирования с целью устранения упомянутых недостатков [2].

Системы, дополняющие ГНСС уже существуют в мире, но их характеристики являются закрытыми так как зачастую используются военными. В настоящее время в России производится разработка локальной системы навигации с использованием оборудования, выполненного на отечественной электронно-компонентной базе. Она будет способна дополнить ГНСС, а также поддерживать возможность определения местоположения даже в условиях отсутствия сигналов со спутника [3]. Для этой задачи были разработаны платы цифрового приемо-передатчика и радио приемо-передающего устройства.

В работе производится разработка режимов функционирования приемо-передающих модулей с целью определить фактические возможные параметры сигнала, генерируемого используемым оборудованием. На основе полученных данных можно будет сделать вывод о выборе оптимальных настроек и методе определения местоположения. Также предстоит принять решение о способе организации синхронизации между пользовательским оборудованием и базовыми станциями.

На данный момент реализована возможность работы в частотном диапазоне 0.1-2.5 ГГц, что позволяет перестраивать приемопередатчики на частоты, необходимые потребителю. Использование при формировании сигнала сложной ПСП длиной от 1024 бит позволяет получить выигрыш в помехоустойчивости за счет того, что имитировать такой сигнал становится весьма сложно. Однако остается задача уточнения максимума корреляционной функции, решение которой также положительно скажется на точности определения местоположения.

Использование такой системы позволит работать с менее чувствительным оборудование и в более сложных условиях, а стоимость ее развертывания будет значительно дешевле стоимости развертывания аналогичной системы в космосе.

Список использованных источников:

1. Coordinates [Электронный ресурс] / Анны Б.О. Дженсен, Жана-Поля Сикарда «Проблемы позиционирования и навигации в Арктике» / URL: https://mycoordinates.org/challenges-for-positioning-and-navigation-in-the-arctic/

2. Корнеев И. Л., Егоров В. В. / Локальные системы навигации, дополняющие ГНСС / IX Международный Форум по спутниковой навигации / 2015 г.

3. Кузнецов А. С., Королев В. С. / Распределенная локальная система навигации. Облик системы и предварительные испытания. / Международный форум Микроэлектроника-2020 6-я Международная конференция «Электронная компонентная база и микроэлектронные модули» / Сборник докладов / Республика Крым г. Ялта/ 2020 г.

Методы повышения качества радиообмена путем модернизации микрофонов гарнитур диспетчера и пилота

Вебер А.В.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Качественный радиообмен является одним из важнейших элементов, влияющих на безопасность полетов. Данная работы была выполнена с целью улучшить качество уже существующих моделей микрофонов, которые используют диспетчера и пилоты в своей работе.

Задачами работы являются: изучить рынок микрофонов, оценить представленные модели, найти преимущества и недостатки моделей, разобраться какие виды микрофонов вообще существуют и представить варианты улучшения связи между пилотом и авиадиспетчером путем модернизирования существующих моделей микрофонов, предназначенных для пилота.

В настоящее время пилоты большинства авиакомпаний пользуются микрофонами с активным шумоподавлением.

Вообще существует три основных типа направленности микрофонов: однонаправленные двунаправленные всенаправленные.

Однонаправленный или «направленный» микрофон более чувствителен к звуку, приходящему с одного направления, и менее чувствителен к звукам с других сторон. Самой типичной для таких микрофонов является кардиоидная характеристика, представляющая своеобразную диаграмму в форме сердца. Пик чувствительности при этом достигается на направлении вдоль оси микрофона, а спад - в противоположном направлении. 130 градусов — эффективный угол работы кардиоидного микрофона.

Из чего сделан вывод, что лучше всего выбирать однонаправленные микрофоны.

По другой классификации существуют динамические, конденсаторные, электретные. На данный момент в авиации используются конденсаторные микрофоны и, в принципе, это хороший выбор.

В результате исследователя выяснили, что лучше всего для авиации подходят однонаправленные микрофоны с активным шумоподавлением и однонаправленные с суперкардиоидной или гиперкардиоидной диаграммой направленности. Что касается устойчивости к вибрациям и прочим помехам характерным для использования в ВС конденсаторные микрофоны устойчивы к ним, хоть и имеют более сложное строение, чем динамические, однонаправленные микрофоны также соответствуют требованиям безопасности. Итак, если микрофоны будут заменены на вышепредложенные, то мы сможем добиться улучшения качества радиосвязи на 11%, что не мало, а принимая во внимание аспект безопасности сотен жизней людей этот процент довольно существенный.

Исследование эффективности использования технологии радиочастотной идентификации в сельском хозяйстве

Гереева Е.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рощин А.Б.
МАИ, Москва

Сельское хозяйство является развивающейся отраслью, в которой государство предлагает различные проекты по использованию неосвоенных территорий. Например, можно получить участок земли на реализацию бесплатно в районе Дальнего Востока [1] или недалеко от Москвы, но за небольшую плату [2]. Любой современный человек стремится жить в комфорте и удобстве, именно поэтому старается автоматизировать все вокруг себя.

Цель данного исследования – оценка эффективности автоматизации фермерского хозяйства с помощью современной технологии радиочастотной идентификации [3].

В контексте применения данной технологии в фермерстве было исследовано различное оборудование (радиочастотные метки, считыватели, датчики), представленное разными

производителями, а также возможность совместной работы устройств с определёнными характеристиками (расстояние сканирования, стандарт, частота, рабочая температура и др.).

В работе предложен масштабируемый проект, в основе которого лежит технология радиочастотной идентификации. Для контроля здоровья животных и птиц может быть использовано оборудование компаний Raybaca (Китай) и Biocontrol (Норвегия). В качестве дополнения для отслеживания условий содержания (автоматическое освещение, контроль температуры и ее поддержание) можно использовать технологию беспроводных сенсорных сетей [4].

В результате исследования было предложено готовое инженерное решение для реализации земли под небольшую птицеферму. Такая современная постройка даст фермеру полную картину состояния здоровья животных, достаточную для улучшения качества продукции, а также поможет отследить все перемещения животных по территории фермы.

Список использованных источников:

1. Программа «Дальневосточный гектар» [Электронный ресурс] // https://надальнийвосток.рф (дата обращения 18.02.2021);

2. Проект «Мой гектар» [Электронный ресурс] // https://moigektar.ru/ (дата обращения 18.02.2021);

3. Финккенцеллер, Клаус RFID-технологии. Справочное пособие/ К. Финкенцеллер; пер. с нем. Сойунханова Н.М. — М.: Додэка-XXI, 2010. — С. 496;

4. Лихтциндер Б.Я., Киричек Р.В., Федотов Е. Д., Голубничая Е.Ю., Кочуров А.А., Беспроводные сенсорные сети//Учебное пособие – 2020. – С. 236.

Оценка требуемой точности целеуказания дальнобойным авиационным средствам поражения воздушных целей

Голушко В.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.

МАИ, Москва

Одной из основных тенденций развития систем вооружений на протяжении всей их истории является создание дальнобойных управляемых средств поражения (УСП), позволяющих вести боевые действия на дистанциях, превышающих дальность ответного огня противника.

Применение современных дальнобойных средств поражения подвижных объектов требует наличия на борту носителя оружия системы предварительного целеуказания, обеспечивающей средство поражения информацией о местонахождении цели и параметрах её движения (направление движения в выбранной системе координат и путевая скорость), на основании которой будет формироваться траектория полёта УСП. Такие системы целеуказания требуются при использовании УСП с дальностью пуска в несколько десятков или сотен километров.

При применении подобных средств поражения наземных и надводных объектов малые величины их скорости движения (не более 30 м/с) и невозможность их маневрирования в вертикальной плоскости упрощают процедуру прицеливания по ним. В свою очередь, дальнобойные управляемые ракеты, предназначенные для поражения скоростных воздушных целей, находятся в более сложной ситуации. Данное обстоятельство, в основном, определяется величиной скорости воздушных целей, которая практически на порядок превышает скорость наземных подвижных объектов.

Основная часть современных дальнобойных управляемых ракет для наведения на цель на конечном участке траектории используют активные радиолокационные головки самонаведения (АРЛГСН). С учётом этого факта точность предварительного целеуказания при пуске подобных ракет должна быть достаточной для того, чтобы цель попала в зону поиска АРЛГСН на этапе самонаведения.

Для расчёта необходимой траектории движения УСП на борту носителя требуется сформировать оценки текущих координат цели, направления её движения и путевой

скорости. Поскольку оценки координат цели и параметров её движения отличаются от истинных на величину ошибки измерения, при некоторых величинах ошибок ракета на этапе самонаведения может не обнаружить искомую цель. Учитывая значительную стоимость подобных УСП и их ограниченный боекомплект, необходимо оценить граничные величины ошибок предварительного целеуказания, при которых объект поиска попадает в зону обзора аппаратуры конечного наведения.

В работе проводится статистический анализ вероятности попадания цели в зону поиска аппаратуры конечного наведения при вариации условий наблюдения с помощью математического моделирования.

Скрытная перестройка несущей частоты под прикрытием помехи

Григорян А.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Юдин В.Н.
МАИ, Москва

Беспилотный летательный аппарат космического базирования, имеющий на борту радиолокационную станцию, оснащенной фазированной адаптивной антенной решеткой сиртезированной апертуры, с целью дистанционного зондирования поверхности Земли, может быть подвергнут воздействию широкополосной помехи, мешающей вести наблюдение за исследуемым объектом. Скрытная перестройка несущей частоты под прикрытием помехи имеет высокую вероятность успешной работы радиолокационной станции при воздействии помех. Если полоса зондирующего импульса много меньше полосы помехи, то постановщик помех применяет метод прицельного подавления, в этом случае выполняется перестройка частоты зондирующего сигнала таким образом, чтобы граница полосы зондирующего сигнала и граница полосы прицельной помехи были максимально возможно близко в частотной области, при условии сохранения правильной работы радиолокационной станции. Собственное излучение постановщика помех влияет на приёмный тракт анализатора помеховой обстановки. При таких условиях обнаружение факта перестройки частоты зондирующего сигнала является затруднительным, для чего постановщику помех необходимо прервать излучение помехи для обнаружения зондирующего сигнала. Данный метод перестройки частоты позволяет эффективно использовать ресурсы беспилотного летательного аппарата и более скрытно вести наблюдение за исследуемым объектом. Эффективность метода также определяется невозможностью превентивно подавить зондирующий импульс, так как перестройка частоты помехи происходит много позже от момента перестройки излучаемого зондирующего импульса.

Анализ гистограмм распределения сигналов системы Дмитриева-Кислова

Давлетшин Н.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время является актуальным использование радиоэлектронных динамических систем Дмитриева-Кислова, которые являются как средством описания радиоэлектронных схем, так и новыми носителями информации, используемыми в радиотехнике и телекоммуникациях [1]. И из этого вытекает необходимость исследований данных систем.

Цель работы — проведение анализа гистограмм распределений сигналов системы Дмитриева-Кислова, полученных с использованием математического пакета Matlab.

Для проведения исследования в программе Matlab была написана программа, результатом работы которой являются двумерные плотности вероятностей для распределений сигналов системы Дмитриева-Кислова со случайными начальными условиями.

Было исследовано поведение системы при значении добротности RLC-фильтра Q=10, коэффициента усиления M=6 и разных значениях времени релаксации инерционного элемента T, соответствующих хаотическому режиму. Были рассмотрены значения T равные 1.581, 2.66, 3.241, 3.86. Для каждого случая получены двумерные плотности вероятностей при изменении длины интервала времени Δt между t1 и t2. Рассмотрены случаи, когда интервал Δt равен 1000,3000 и 5000.

Анализируя полученные гистограммы можно утверждать, что случайный процесс распределения сигналов системы Дмитриева-Кислова является стационарным. О стационарности можно утверждать, так как при каждом значении Δt мы получали достаточно схожие гистограммы, независимые от значений t1 и t2. Такое поведение наблюдается примерно со значения t=3000. Это объясняется тем, что в начале происходит переходной процесс и только после него процесс становится стационарным.

Подобные результаты получались при всех значениях времени релаксации инерционного элемента T.

Утверждение того, что данный процесс является стационарным позволяет использовать двумерную плотность вероятности для конкретного случая для полного описания системы.

Список использованных источников:

1. Логинов С.С., Зуев М.Ю. Статистические характеристики генераторов псевдослучайных сигналов на основе систем Лоренца, Чуа и Дмитриева-Кислова, реализованных над конечным полем Галуа // Инженерный вестник Дона №4. 2018.

2. Афанасьев В.В., Логинов С.С. Вариация параметров временной сетки в цифровых радиоэлектронных динамических системах // Нелинейный мир, № 10, Т. 12, 2014. с. 78-83.

Сигнальная обработка при цифровой передаче данных с переключением хаотических режимов динамической системы Дмитриева-Кислова

Давыдов В.Г.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев В.В.

КНИТУ–КАИ, Казань

Динамические системы с динамическим хаосом, применяемые для формирования сигналов и реализуемые в цифровом виде, являются эффективными генераторами широкополосных псевдослучайных сигналов [1].

Цель работы состоит в исследовании помехоустойчивости методов корреляционной обработки и селективного подавления псевдослучайных сигналов, формируемых дискретно-нелинейной системой Дмитриева-Кислова для систем цифровой передачи данных. Задача работы заключается в численном сравнении оценок эффективности методов сигнальной обработки при вариации величины уровня шума в канале передачи.

Моделирование обработки сигналов выполнено в средах Mathcad и MATLAB. Для формирования сигналов применено численное решение системы уравнений, описывающих динамическую систему Дмитриева-Кислова. В канале передачи уровень шума изменялся при моделировании. Для уменьшения степени влияния шума в структуре устройств сигнальной обработки применена НЧ фильтрация методом Гаусса.

Проведено моделирование корреляционной обработки сигналов дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова, эффективность корреляционной обработки оценена по минимально допустимой длительности накопления сигнала. При вариации величины С/Ш оценены пороги сравнения, определяющие минимальную величину интервала корреляционного накопления [2]. Селективное подавление реализовано на основе функциональных зависимостей между сигналами X, Y и Z системы Дмитриева-Кислова, разработана структурная схема устройства подавления хаотических сигналов на основе принципа двухканальности теории инвариантности [3]. При вариации величины С/Ш оценена эффективность селективного подавления сигналов, характеризующаяся коэффициентом подавления – оценка осуществляется по отношению СКО сигналов на входе

и выходе устройства. При моделировании сигнальной обработки в качестве носителя информации применена модель сигнала с амплитудной манипуляцией.

Установлены величины минимально допустимых интервалов накопления сигналов при корреляционной обработке. При решении системы уравнений методом Рунге-Кутты и нормированном шаге интегрирования 0.3 определено минимальное отношение С/Ш в канале -10 дБ, установлено, что интервал корреляционного накопления сигнала составляет 50,1Q при величине порога 0.465 (окно сглаживания 3 методом Гаусса), 57,6Q при величине порога 0.556 (окно сглаживания 6) и 62,4Q при величине порога 0.631 (окно сглаживания 12), где Q – величина периода усреднённой квазирезонансной частоты при заданном режиме системы Дмитриева-Кислова. При величине отношения С/Ш -10 дБ при нормированном шага 0.1 (окно сглаживания 16) интервал составляет 43,8Q. Разработаны средства моделирования селективного подавления сигналов системы Дмитриева-Кислова. Показано, что в отсутствии шумов в канале цифровой передаче данных при нормированном шаге интегрирования 0.095 коэффициент селективного подавления составляет не менее 386 дБ. При наличии шума в канале (С/Ш 20 дБ) коэффициент подавления снижается до 46 дБ (шаг 0.095), при С/Ш -10 дБ коэффициент подавления составляет 32 дБ. Уменьшение уровня сигналов системы Дмитриева-Кислова снижает эффективность корреляционной обработки, увеличивая необходимый интервал накопления сигнала и снижая быстродействие системы передачи. Моделирование селективного подавления показывает, что наличие шумов в канале резко ухудшают эффективность избирательного режектирования сигналов.

Получены сравнительные оценки допустимого уровня шума в канале при сигнальной обработке в системах цифровой передаче данных с переключением хаотических режимов динамической системы Дмитриева-Кислова. Показано, что корреляционная обработка позволяет выделять информационный сигнал при отношении С/Ш в канале до -10 дБ (при минимальном интервале корреляционного накопления 57,6Q–62,4Q, относительной величине порогов сравнения 0,556–0,631). При обработке сигналов системы Дмитриева-Кислова методом селективного подавления минимальный уровень С/Ш в канале составляет не менее 10 дБ.

Список использованных источников

1. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2002.—252 с.

2. Давыдов В.Г., Афанасьев В.В. Возможности корреляционного приёма сигналов дискретно-нелинейной системы Дмитриева-Кислова // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Самара 21–23 апреля 2020 г.). Самара, 21 -23 апреля 2020 г /Под. ред. А.И. Данилина – Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королѐва. Самара: Вектор, 2020. С.27– 29.

3. Афанасьев В.В., Марданшин Э.Р. Нелинейные функционально-режекторные фильтры сигналов // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2017. Т. 8. No 3. С.75-77.

Оценка эффективности автоматического обнаружения кильватерных следов надводных судов на радиолокационных изображениях

Елизаветина С.И., Виноградов М.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.

МАИ, Москва

Отметка кильватерных следов надводных судов на РЛ снимках может быть использована для определения скорости судна, что в свою очередь необходимо для сбора статистических данных и общего контроля за акваторией, а именно: для работы пограничных служб, мониторинга надводной инфраструктуры, обнаружения и пресечения браконьерской деятельности и пр. Особенности радиолокационной съемки дают возможность получать снимки в любое время суток и вне зависимости от погодных условий.

Как правило, в программных комплексах обработки информации ДЗЗ морской поверхности автоматическое обнаружение следа не реализуется, отметку следа ставит оператор.

В основе разработанной технологии, реализующей автоматическое обнаружение кильватерных следов, лежит преобразование Радона, которое позволяет определить полиномиальные коэффициенты первого порядка для отметки кильватерного следа. Однако, при поиске прямых линий, составляющих отметку, на реальных РЛИ существуют проблемы при построении синограммы и, как следствие, проблемы достоверности обнаружения этих прямых. Это, главным образом, связано с тем, что случайные по характеристикам и расположению элементарные отражатели водной поверхности в элементе разрешения РСА образуют случайное поле переизлучения. Избавиться от данного эффекта, называемого спекл-шумом, можно при помощи спекл-фильтров.

Для решения задачи повышения достоверности в процесс обнаружения кильватерных следов была включена предварительная фильтрация спекл-шума фоновой поверхности. В качестве примера был выбран фильтр Ли с размером окна 9x9.

В процессе анализа работы программы автоматического обнаружения кильватерных следов были обработаны радиолокационные снимки, полученные европейскими РСА С-диапазона (длина волны 6 см) Sentinel-1A. Тестирование проводилось на 20 изображениях Гибралтарского пролива, Желтого, Южно-китайского и Боханьского морей. На 20 снимках было обнаружено 16 следов кораблей из 22 (72%). При этом в функцию обнаружения кильватерных следов была включена предварительная фильтрация спекл-шума.

Для проверки эффективности предварительной фильтрации были обработаны те же самые изображения, но без использования фильтра Ли. Процент обнаружения следа в этом случае составил 9% (правильно построены следы двух кораблей, в том числе след, не построенный при использовании предварительной фильтрации). Таким образом, была подтверждена целесообразность предварительной фильтрации спекл-шума изображения при поиске кильватерных следов.

Цель данной работы заключается в оценке эффективности разработанной программы обнаружения кильватерных следов и предложенного варианта повышения достоверности обнаружения при помощи фильтрации спекл-шумов на водной поверхности.

Исследование принципов построения энергоэффективной системы сотовой связи и беспроводного широкополосного доступа в Интернет для Арктической Зоны

Казак П.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов В.А.
МАИ, Москва

В настоящее время активно осваивается Арктическая Зона Российской Федерации (АЗРФ), для комплексного развития которой необходимо создать доступную для удаленных малонаселенных территорий современную информационно-телекоммуникационную инфраструктуру, способную обеспечить широкополосный доступ (ШПД) в Интернет и мобильную связь.

Использование в качестве такой инфраструктуры современных развивающихся систем спутниковой связи («Starlink», «OneWeb») имеет ряд недостатков, таких как большое время задержки на передачу данных абоненту и потребность в использовании дополнительного абонентского оборудования больших габаритов за счет направленных антенн, с помощью которого можно организовать только стационарную точку доступа с малой зоной обслуживания, что не позволяет реализовать мобильную связь с использованием стандартных абонентских терминалов [1].

Альтернативой системам спутниковой связи являются разработанные 3GPP системы сотовой связи, которые используют стандарты сотовой связи, обеспечивающие ШПД в Интернет (LTE, LTE-Advanced, LTE-Advanced-Pro). Недостатком таких систем является их нерентабельность в условиях АЗРФ.

Данная работа предлагает использование в АЗРФ новой энергоэффективной системы сотовой связи, реализованной на основе интеграции системы сотовой связи с переносом канальной емкости (СПКЕ) [2] и системы связи Интернета Вещей LoRaWAN. Для обеспечения электропитания сайтов применяются водородные автономные источники питания, обеспечивающие бóльшее время автономной работы по сравнению с другими типами автономных источников питания.

СПКЕ выполняет функции системы сотовой связи 3GPP [3] и имеет ряд преимуществ, в частности низкое энергопотребление, что в совокупности с использованием водородных автономных источников питания позволяет достичь большого времени автономной работы сайта и сокращения операционных затрат на подвоз топлива для обеспечения электропитания сайтов.

Дальнейшее сокращение операционных затрат и повышения энергоэффективности системы сотовой связи происходит за счет интегрированной системы связи LoRaWAN, на основе которой реализуется автономная подсистема мониторинга и управления сайтами, способная следить за работой каждого отдельного сайта, а также снижать его электропитание вплоть до отключения во время «холостой» работы, т.е. когда в зоне обслуживания сайта нет абонентов и включать электропитание при их появлении, что актуально в условиях низкой плотности населения АЗРФ.

Система связи LoRaWAN имеет бóльшую зону обслуживания, чем оборудование СПКЕ, тем самым обеспечивая включение электропитание сайта до того, как абонент попадет в зону обслуживания СПКЕ. Это позволяет реализовать хэндовер в данной системе сотовой связи и организовать сплошную зону обслуживания, например, вдоль морского побережья АЗРФ, что будет способствовать развитию навигации по Северному Морскому пути.

Предлагаются варианты построения такой энергоэффективной системы сотовой связи на основе оборудования отечественных производителей.

Список использованных источников:

1. 3DNews [Электронный ресурс] / Первые впечатления от спутникового интернета Starlink – Режим доступа (URL): https://3dnews.ru/1024391/pervie-vpechatleniya-ot-sputnikovogo-interneta-starlink-komfortnie-skorost-i-zadergka-prostaya-ustanovkaoborudovaniya (дата обращения 20.02.2021)
2. Recommendation ITU-T L.1700 – Supplement 30
3. Громаков Ю. А. Система с сотовой связи с переносом емкости // Электросвязь, – № 11. – 2013. – С.51 – 57.

Исследование действительности хаоса на основе расчета старшего ляпуновского показателя для системы динамического хаоса Лоренца с квазирезонансным воздействием

Кафаров К.М.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ–КАИ, Казань

Одной из важнейших практических задач радиотехники является развитие новых носителей информации на основе нелинейных систем с динамическим хаосом. Квазирезонансные воздействия на нелинейные системы с динамическим хаосом позволяют существенно улучшить формируемых на их основе сигналов.

При исследовании динамических систем существуют различные критерии хаотичности их поведения. Наиболее достоверным из них является оценка показателей Ляпунова.

Целью данной работы является анализ старшего ляпуновского показателя для системы Лоренца, сформированных на основе квазирезонансных воздействий.

Реализации сигналов систем Лоренца с квазирезонансным воздействием получены путем численного интегрирования систем дифференциальных уравнений методом Эйлера при значениях параметров, обеспечивающих хаотическую динамику.

Процедура вычисления старшего ляпуновского показателя основывается на алгоритме Бенеттина. Рассматриваются две траектории: исходящая из точки x0 и возмущённая траектория, исходящая из точки x1. Вектор между точками является начальным расхождение двух траекторий. Через время T оценивается отклонение траекторий друг от друга. Отношение изменения векторов относительно начального расхождения характеризует изменение нормы вектора возмущения за время T. Переопределение вектора таким образом, чтобы его направленность оставалась той же, а норма стала равна исходному значению

Для детальной обработки результатов с квазирезонансными воздействиями исследованы системы с разной глубиной модуляции m=3,7,9 параметра временной сетки. Для получения оценки и доверительных интервалов системы Лоренца с квазирезонансными воздействиями использовались случайные начальные значения систем.

В ходе работы установлено, что оценка старшего ляпуновского показателя для системы Лоренца в условиях квазирезонансных воздействий при увеличении глубины модуляции происходит увеличение значений оценок старших ляпуновских показателей для малых T. При дальнейшем увеличении T оценки показателей стремятся к значениям 0,5. Таким образом, увеличение глубины модуляции параметра временной сетки приводит к более быстрому разбеганию траекторий на малых временах, что приводит к улучшению статистических характеристик формируемых сигналов

Перспективы совместного использования РЛС ОЛП и оптико-электронных систем

Кизилова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Радиотехническое обеспечение полетов (РТОП) играет важную роль в процессе функционирования системы воздушного транспорта. Средства РТОП (средства радиолокации, радионавигации и связи) предназначены для обеспечения задач управления воздушным движением.

Средства радиолокации выполняют задачу предоставления данных о местоположении воздушных судов, а также дополнительной информации в службу движения и авиационным пользователям.

Для наблюдения за рабочей площадью аэродрома используются радиолокационные станции обзора летного поля (РЛС ОЛП), многопозиционные станции наблюдения (МПСН), а также системы видеонаблюдения.

РЛС ОЛП – средство, обеспечивающее наблюдение в зонах взлета, посадок и руления воздушных судов. РЛС ОЛП позволяет обнаруживать объекты и определять их координаты на рабочей площади аэродрома.

МПСН – это система наблюдения, которая основана на многопозиционных технологиях и активно используется как высокоточный источник информации об обстановке в воздушном пространстве аэропортовых, аэродромных и трассовых зон управления воздушным движением. Говоря об аэродромной зоне, на систему МПСН возлагаются задачи определения местоположения и управления наземным движением воздушных судов, спецавтотранспорта, техническими средствами и другими объектами, оборудованных ответчиками, находящихся на посадочной прямой и рабочей площади аэродрома.

Системы видеонаблюдения предназначены для повышения уровня безопасности, а также для минимизации возможных последствий нежелательных и опасных воздействий на людей, материальные ценности и информационные ресурсы. Важно отметить, что главной задачей данной системы является не столько получение качественного видеоизображения, сколько возможность получения достоверных данных о наличии или отсутствии опасной ситуации как таковой.

Учитывая основное требование к РТОП, а именно: авиационные радиотехнические комплексы связи, навигации и наблюдения должны обеспечивать требуемые безопасность,

регулярность и интенсивность полетов при максимально возможной экономической эффективности, стоит отметить, что усовершенствование существующих систем наблюдения играет огромную роль для развития радиотехнического обеспечения полетов в целом.

Совместное использование РЛС ОЛП и оптико-электронных систем (ОЭС) подразумевает комплексирование радиолокационной станции оптической локационной системой. Под ОЭС подразумеваются системы и устройства, в состав которых входят как оптические, так и электронные узлы, причем и те и другие служат для выполнения основных задач, решаемых данным прибором. При данном решении на РЛС ОЛП возлагается роль источника целеуказания и задача измерения координат.

Использование в оптической локационной системе высокочувствительных телевизионных камер в сочетании со светосильным вариообъективом позволяет обеспечить наблюдение на дальностях, превышающих в 1,3–1,5 раз значение минимальной дальности видимости. Также стоит отметить, что линейное разрешение данной системы на дальности 2000 м не хуже 0,4 м, что существенно превышает требования по линейному разрешению, предъявляемые к РЛС ОЛП.

Таким образом, к преимуществам использования РЛС ОЛП совместно с ОЭС относится улучшение качества наблюдения за объектами, находящимися в обозреваемом пространстве. Однако стоит отметить также недостаток – сильная зависимость ОЭС от погодных условий, что приводит к существенному ограничению по дальности в сложных метеоусловиях.

Список использованных источников:

1. ФАП «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации» [утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации №297 от 20 окт. 2014г. в ред. от 9 янв. 2019г.], 2019. – 63 с.

2. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 1 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // СПб ГУГА. - Санкт-Петербург, 2019. – 119 с.

3. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 2 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // СПб ГУГА. - Санкт-Петербург, 2019. – 167 с.

4. Сертификационные требования (базис) к радиолокационной системе обзора лётного поля [согл. письмом Департамента цифровой трансформации Министерства транспорта Российской Федерации №Д14/19517-ИС от 18 авг. 2020 г.], 2020. – 9 с.

5. Пути создания радиооптического комплекса контроля воздушного и наземного пространства для диспетчерских служб региональных аэропортов / Скосырев В. Н., Кочкин В. А., Шумов А. В., Ананенков А. Е., Слукин Г. П., Нефедов С. И., Федоров И. Б. // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 11. С. 301–324.

Мультиплексные каналы межмодульного обмена

Кишко М.В.
МАИ, Москва

В настоящее время системы автоматического управления получили широкое применение в области управления бортовым оборудованием различных движущихся средств, таких как самолеты, суда, автомобили, а также космические аппараты.

Основа любой системы автоматического управления – это обработка полученных сигналов от различных источников информации. При использовании таких систем необходимо сделать выбор протоколов и интерфейсов передачи данных.

В системах автоматического управления бортовым оборудованием широкое распространение получили мультиплексные каналы межмодульного обмена, имеющие ряд преимуществ, такие как высокая интенсивность и надежность межмодульного обмена информацией.

В космической аппаратуре для связи различных бортовых систем (приборов космического комплекса) в качестве каналов межмодульного обмена используются такие интерфейсы, как RS-422, RS-485, CAN-протокол, MIL-STD-1553B (магистральный последовательный интерфейс - МПИ по ГОСТ Р 52070-2003), LVDS, SpaceWire и др.

В каждом из модулей, осуществляющих обмен данными, присутствует электронный блок, отвечающий за связь модуля через мультиплексный канал с системой, в составе которого выделяют два блока:

• Аналоговый приемопередатчик – осуществляет предварительную аналоговую обработку данных;

• Контроллер протокола – организует обмен данными в соответствии с выбранным разработчиком протоколом, выполняет кодирование и декодирование сигналов, обработку и распознавание слов, сообщений и адресов, обеспечивает связь с основной частью модуля и определяет правильность кодирования.

Для выбора протокола и интерфейса передачи данных необходимо определить: геометрические размеры сети, обеспечение требуемой надежности и достоверности передачи информации, необходимую скорость передачи данных, удобство работы и его стоимость.

Анализ времени передачи данных и надежности информации CAN-протокола и MIL-STD-1553B (МПИ по ГОСТ Р 52070-2003).

Для анализа информации был выбран пакет данных, состоящих из шестидесяти четырех 8-битных данных при скорости 1 Мбит/с на расстояние 25 метров.

Стандартный кадр CAN-протокола состоит из 107 бит [1], включая 64 бита для передачи данных (Поле данных/Data Field). Минимальное время между кадрами составляет 3 бита, т.е. для передачи 64 байт данных потребуется 8 стандартных кадров CAN-протокола и 7 пауз между кадрами. Таким образом, время передачи 64 байт данных по CAN-протоколу 877 мкс.

Передача данных по MIL-STD-1553B (МПИ) производится в соответствии с форматами 1 и 2, в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003 [2].

Размер командного слова, слова данных и ответного слова составляет 20 бит. Пауза перед выдачей ответного слова составляет не менее 4 мкс, пауза между сообщениями от 4 до 12 мкс. Данные передаются с помощью слов данных, которые состоят из 20 бит, включая 16 бит для передачи данных (Поле «Данные»). Максимальное количество слов данных, которых можно передать за один раз, равно 32. Для передачи 64 байт необходимо 32 слова данных, следовательно, при передаче сообщений будет задействована 1 пауза перед выдачей ответного слова, пауза между сообщениями не требуется. Тогда время передачи 6 байт данных по MIL-STD-1553B (МПИ) соответствует 684 мкс (максимальное время 692 мкс).

Проверка передаваемого сообщения в CAN-протоколе производится сразу с помощью узлов, а не с помощью ответного слова, как в MIL-STD-1553B (МПИ), что указывает на надежность передачи данных с помощью CAN-протокола.

Таким образом, CAN-протокол превосходит MIL-STD-1553B (МПИ по ГОСТ Р 52070-2003) по надежности, но уступает по времени передачи данных.

Список использованных источников:

1. CAN технологии [Электронный ресурс] / Введение в протокол CAN. URL: http://can.marathon.ru/page/can-protocols/canbus/canintro

2. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования.

Применение тренажеров для подготовки специалистов по обслуживанию инженерно-технического оборудования аэродромов

Ковтунов Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рубцов Е.А.
СПБГУГА, Санкт-Петербург

Понятие «тренажер» принято рассматривать в широком смысле как механическое, программное, электрическое, либо комбинированное учебно-тренировочное устройство, искусственно имитирующее различные нагрузки или обстоятельства (ситуацию). Применение тренажеров сможет подготовить инженера службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС) к производственной практике и дальнейшей работе.

Инженер по организации радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи (РТОП и АС) – одно из главных звеньев в авиации, работа которого направлена на безопасность полетов в воздушном пространстве и на земле путём обеспечения бесперебойной связи между пилотами и диспетчерами. Подготовка инженеров с тренажёрными установками будем эффективнее изучения только теоретического материала, поскольку позволит визуализировать рабочие ситуации на объекте РТОП и АС. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения качества подготовки квалифицированных кадров для службы ЭРТОС и постоянной поддержки требуемого уровня теоретической и практической подготовки действующих специалистов службы. Для того, чтобы понять важность тренажера, можно обратиться к нескольким должностным обязанностям радиоинженера службы ЭРТОС:

1) инженер обязан обеспечивать техническое обслуживание, ремонт, проверку, наладку и настройку оборудования;

2) проверять техническое состояние средств радиотехнического оборудования;

3) разрабатывать технические и организационные мероприятия по повышению надежности и качества работы оборудования;

4) проводить и контролировать выполнение работ по монтажу, настройке, наладке нового оборудования.

Как мы видим, без должных практических знаний и умений тут не обойтись. Основная часть работы инженера состоит из взаимодействия с оборудованием. Помимо проверки работоспособности, так же предстоит проводить ремонтные работы и тех. осмотр, что без хорошей подготовки не осуществить. Допустим, что студенту предстоит провести какое-либо измерение на определенном приборе. В теории, он знает, что прибор работает по определенному принципу, но как точно измерить и какие могут возникнуть проблемы – нет. В данном случае, студент начинает изучение прибора с помощью тренажера. После визуального ознакомления, ему будет предложено привести прибор в рабочее состояние и сделать несколько измерений. Эта работа принесет студенту опыт в работе с оборудованием, что делает шанс возникновения трудностей на рабочем месте крайне малым. Работа с оборудованием без тренажеров может привести к неприятным последствиям. Например, к поломке прибора или получения травмы у студентов.

Таким образом, мы получаем минимальный список операций, которые должен выполнять тренажер:

1) возможность приведения приборов в состояние работы;

2) возможность реализации разных видов измерений;

3) получение результатов измерений.

Обратившись к технологическим картам инженера службы ЭРТОС, можно сделать вывод по минимальному количеству приборов для тренажера:

1) мультиметр;

2) осциллограф;

3) анализатор спектра;

4) ваттметр;

5) генератор сигналов.

Тема этой разработки очень актуальна и требует внимания. С помощью создания тренажеров получится улучшить качество будущего персонала службы ЭРТОС, что обеспечит безопасность и бесперебойную связь в сфере авиации.

Список использованных источников:

1. Авиационные правила Часть 170 Сертификация оборудования аэродромов и воздушных трасс (АП-170). Том 2 Сертификационные требования к оборудованию аэродромов и воздушных трасс. Международный авиационный комитет, 2013. – 216 с.

2. ФАП «Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации» [утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации №297 от 20 окт. 2014г. в ред. от 9 янв. 2019г.], 2019. – 63 с.

3. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 1 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. - Санкт-Петербург, 2019. - 119 с.

4. Вельмисов И. А. Показатели профессиональной деятельности авиационных специалистов / И. А. Вельмисов, С. А. Кудряков, Ю. Б. Остапченко, Е. Н. Шаповалов, Е. А. Рубцов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. - 2018. - № 2 (19). - С. 26-37.

5. Кудряков С.А., Остапченко Ю.Б., Рубцов Е.А. Анализ технологии оценки электронных образовательных ресурсов, применяемых для подготовки авиационных специалистов // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: Труды IX научно-технической конференции преподавателей, научных работников и аспирантов с международным участием. 15-22 октября 2020 г. - Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2016. С. 295-303.

Анализ возможных проблем при внедрении L-диапазона в систему авиационной электросвязи

Колесник П.В.

Научный руководитель — к.т.н. Рубцов Е.А.

СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Спектр является дефицитным и ценным ресурс, особенно в пределах авиационного L-диапазона, где уже выделено много важных услуг. LDACS обладает высокой эффективностью использования спектра, поскольку он был разработан для размещения в тех частях L-диапазона, где до сих пор не могли быть распределены никакие другие услуги.

В работе показано использование спектра в L-диапазоне. В данной полосе LDACS1 и LDACS2 предполагается использовать совместно с DME, SSR (BPJI), JTIDS (объединенная система распределения тактической информации) и MIDS (многофункциональная система распределения информации). GSM900 примыкает к нижнему краю спектра.

Наземным радиомаякам DME присваивается полоса частот 1 МГц, для L-DACS1 могут быть доступны другие части полосы частот. Видны возможности использования спектра частот прямой и обратной связи для L-DACS1 и L-DACS2. Также важно отметить, что L-DACS1 нужен парный спектр с шагом 63 МГц между прямой и обратной видами связи. Для L-DACS2 потребуется канал 200 кГц в нижней части L-диапазона 960-975 МГц.

Из этого следует, что LDACS1 и LDACS2 создают помехи, для DME и GSM. Антенны DME и L-DACS на самолетах могут создавать значительные помехи базовым станциям GSM и наземным LDACS станциям.

Антенна DME и антенна L-DACS, расположенные на одном и том же самолете, могут мешать друг другу. В наихудшем случае, допуская потери в 35 дБ на коротком пути между двумя антеннами, L-DACS может получить интерференционную помеху на уровне 23,5 дБм.

Существует две различные стратегии решения вышеописанной проблемы:

1) совместная стратегия сосуществование DME и LDACS;

2) раздельные стратегии сосуществования DME и LDACS.

Стратегия совместного сосуществования DME и LDACS предполагает, что самолеты будут иметь как DME, так и LDACS.

Как было указано ранее, эти две антенны могут мешать друг другу. Поскольку оба оборудования находятся на одном и том же самолете, необходимо спроектировать обе системы таким образом, чтобы они взаимодействовали друг с другом во избежание взаимных помех.

Наиболее простая стратегия заключается в разделении по времени работы. Эта стратегия предполагает, что система DME самолетов может быть перепроектирована с учетом технологии LDACS, и самолеты переоснащаются этой обновленной версией DME. Это может быть не всегда возможно. Стоит отметить, что не предполагается никаких изменений в наземных DME-системах. Самолет будет иметь общий контроллер для этих двух систем, и будет динамически определять распределение времени между ними в зависимости от интенсивности движения.

Система L-DACS для самолетов будет информировать наземную станцию об отсутствии времени, чтобы она могла соответствующим образом запланировать передачу и прием этого самолета. В случае LDACS1 можно также не использовать поднесущие, на которые воздействуют помехи. В этом смысле LDACS1 более устойчива к помехам, и таким образом, является более приспособленным для функционирования даже в условиях помех.

В стратегии раздельного сосуществования DME и LDACS предполагается следующее: Если систему DME нельзя будет модифицировать, то для сосуществования систем LDACS и DME придется использовать раздельные стратегии.

Это потребует от системы LDACS измерения интерференционной картины (время и частота) и соответствующей настройки ее передачи и приема. Помехи и шумы можно отличить по характеру битовых ошибок.

Помехи приводят к возникновению серийным ошибкам, а шумы - к случайным ошибкам. Прямая коррекция ошибок (FEC) может уменьшить количество ошибок, но при повторяющихся ошибках потребуется ретрансляция. Поэтому FEC не может использоваться в случае большого количества помех. Полученные дополнительные биты могут использоваться для ретрансляции. Система LDACS1 может отслеживать поднесущие, на которых имеются большое количество помех, и не использовать их. Опять же нужно помнить, что система LDACS1 более устойчива к помехам и более приспособлена к ним, чем система LDACS2.

Список использованных источников:

1. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь. Том 3 / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации. - Санкт-Петербург, 2019. – 150 с.

2. Ghosh, D.R. Wolter, J.G. Andrews, R. Chen // Broadband wireless access with WiMax/802.16: current performance benchmarks and future potential. - IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 2, 2005.Pp. 129 - 136.

3. Raj Jain, Fred Templin, Kwong-Sang Yin // Analysis of L-Band Digital Aeronautical Communication Systems: L-DACS1 and L-DACS2. - IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2011. Pp. 102-114.

4. LDACS White Paper – A Roll-out Scenario. ICAO communications panel – data communicationsinfrastructure working group, 2019. – 8 p.

Определение параметров источников излучения антенны на основе дипольной модели с использованием метода сингулярного разложения

Король Д.Г.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Темченко В.С.
МАИ, Москва

Проектирование современных радиотехнических систем радиосвязи, радиолокации и опознавания требует от разработчиков решения ряда сложных задач, включающих создание антенн и антенных решеток, а также разработку методов контроля их технического состояния. Решение задачи контроля направлено на определение распределения эквивалентного тока на апертуре антенны по результатам измерений поля излучения в ближней зоне (БЗ). В работе рассмотрен один из подходов определения распределения токов сводиться к решению обратной задачи, реализуемой на основе решения интегрального уравнения. Для решения интегрального уравнения используется метод моментов с использованием аппроксимации распределения компонент эквивалентного тока базисными функциями с неизвестными амплитудами. Для определения амплитуд интегральное уравнение преобразуют в матричное уравнение, решение которого сводится к обращению матрицы измерений [1]. К недостаткам указанного метода следует отнести неустойчивость решения поскольку возрастают ошибки числовых вычислений при решении системы уравнений за счет плохой обусловленности матрицы измерений. В работе для решения задачи выбран метод дипольного моделирования приемопередающей антенны на основе данных измерений в (БЗ) [2]. Такой подход позволяет заменить модель реальной антенной решетки, состоящей из четырех полуволновых вибраторов, дипольной моделью. Для определения параметров диполей, характеризующих распределения тока вибраторов использовался метод сингулярного разложения, который является достаточно простым и надежным инструментом, позволяющий решать поставленную задачу. Отметим, что точность получаемых решений выше, при использовании метода обращения матрицы. На основе разработанной программы приведены результаты численного моделирования. Проведен анализ точности решения задачи.

Список использованных источников:

1. Bucci O.M., Migliore M.D., Panariello G. Accurate Diagnosis of Conformal Arrays From Near-Field Data Using the Matrix Method. // IEEE Transactact on Antennas and Propagation, V. 53. №3, 2005. с. 1114-1120.

2. Sarkar T. K., Fellow, Taaghol A. Near-Field to Near/Far-Field Transformation for Arbitrary Near-Field Geometry Utilizing an Equivalent Electric Current and MoM, // IEEE Transact. Antenna Propagat., V. 47. №3, pp 566–573, 1999.

Молниезащита летательных аппаратов

Котов С.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Волкова Г.А.
МАИ, Москва

По статистике, каждый работающий самолет получает удар молнией как минимум раз в год. Молния способна застать врасплох на любой высоте, во время взлета или посадки. Часто причиной этого является грозовое облако, однако самолет подвержен попаданию полу искусственной молнии, вызванной собственным зарядом, накопленным на корпусе во время полета. Поэтому молния может ударить и «среди ясного неба».

Чтобы обезопасить летательный аппарат от прямого удара молнии, пилоты обходят грозовые облака, благодаря погодному радару. Подобный радар обязан иметь любой коммерческий авиалайнер и частный самолет вместимостью более девяти человек. Обходя грозы, пилоты больше беспокоятся о серьезной турбулентности, которая может привести к потере контроля над самолетом и даже его разрушению в воздухе. По правилам, пилоты должны прокладывать курс самолета не ближе, чем в 37 километров от центра грозы. Поэтому, иногда самолетам приходится отклоняться от маршрута.

Подобные радары являются преимущественно импульсными, а их работа основана на использовании эффекта Доплера. Они оценивают скорость выпадения осадков, их положение и величину, на основании чего можно сделать прогноз о изменении погоды. Современные радиолокаторы получают трёхмерное цветное изображение распределения выпадающих осадков. Подобный прибор размещен на самолете «Сухой Суперджет 100».

Однако, наличия погодного радара может быть недостаточно. Существует ряд государственных требований к летательным аппаратам, их называют Нормы летной пригодности. По правилам Международной организации гражданской авиации (ICAO) ни один пассажирский самолет не может использоваться без детальных испытаний на молниестойкость (их методика имитирует последствия воздействия на летательный аппарат прямого удара молнии с предельными параметрами). Поэтому в самолёте предусмотрена система защиты от молний, основная задача которой заключается в следующем:

1. Исключение возникновения искры в топливной системе

В этих целях применяется автоматическое заполнение свободного места топливной системы инертными газами, в результате чего пространство не заполняется воздухом, и возгорание становится невозможным. Стенки топливных баков и каналов полностью экранируются, не имеют острых выступов и размещаются не ближе 0,5 м от конца крыла.

2. Компенсация внутреннего заряда

Действие технологий компенсации основано на искусственной генерации зарядов противоположной полярности. Так достигается равновесие величин зарядов, машина имеет нейтральный потенциал и не привлекает внимание молнии. Также, на концах крыльев устанавливаются электростатические разрядники, с которых статический заряд самолета и попавшие молнии стекают в воздух.

3. Экранирование корпуса

Защита самолета от молнии включает в себя также планировку расположения узлов. Элементы конструкции самолета объединяются в общую массу, что значительно облегчает возможные последствия при попадании заряда молнии. Корпус покрывают металлической экранирующей сеткой, которая не связана электрически с обшивкой и не пропускает разряд молнии к аппаратуре.

Подводя итог, стоит отметить, что катастрофы вследствие удара молнии часто случались на заре авиации, когда самолеты еще не были цельнометаллическими. В наши дни безопасность авиалайнеров обеспечивается технологиями молниезащиты, и проверяется в ходе детальных испытаний перед эксплуатацией. Поэтому данное природное явление не представляет для них серьезной угрозы и чаще всего остается незамеченным.

Алгоритм траекторной обработки информации средств наблюдения гражданской авиации

Красавин Д.С.
Научный руководитель — д.т.н. Сычёв М.И.
МАИ, Москва

Целью работы является разработка модели в системе Matlab, позволяющей имитировать слежение за траекторией полёта воздушных судов гражданской авиации с помощью алгоритмов многомодельной фильтрации. Многомодельные фильтры позволяют более точно, по сравнению с использованием модели равномерного прямолинейного движения, оценивать траекторию движения воздушных судов при выполнении манёвров средствами радиолокации и могут служить, например, для разрешения потенциально опасных ситуаций, возникающих при нарушении правил вертикального и горизонтального эшелонирования.

Многомодельные фильтры строятся на основе фильтров Калмана. В работе рассматриваются три варианта построения многомодельных фильтров, называемые ММА1, ММА2 и ММА3. Типы фильтров отличаются между собой объёмом вычислительных затрат, сложностью построения, порядком выполнения операций.

Математическая модель должна содержать алгоритмы построения гипотез для траекторий воздушных судов для разных моделей движения, таких как равномерное прямолинейное движение, поворот, торможение, движение с ускорением, блок экстраполяции, блок генерации параметров истинной траектории движения воздушного судна, блок обновления. Модель должна отражать взаимосвязи между блоками в соответствии с тремя вариантами построения многомодельного фильтра. Результатом работы модели является выявление ошибок оценки траектории по сравнению со сгенерированной истинной траекторией. Основные параметры модели, используемые в качестве исходных данных и в ходе расчётов, должны удовлетворять требованиям Европейских стандартов EUROCONTROL Specification for ATM Surveillance System Performance (EUROCONTROL-SPEC-0147) и EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR RADAR SURVEILLANCE IN EN-ROUTE AIRSPACE AND MAJOR TERMINAL AREAS (SUR.ET1.ST01.1000-STD-01-01).

На основании полученных с помощью модели данных, делается вывод об эффективности применения каждого из трех типов многомодельных фильтров для различных вариантов движения воздушных судов в случае применения для решения поставленных задач по обеспечению безопасности воздушного движения.

Организация системы мониторинга в особоохраняемых лесных зонах

Кулыгин С.В., Краснoперова С.А.
Научный руководитель — к.т.н. Казачков В.О.
МАИ, Москва

На сегодняшний день существующие методы предупреждения и обнаружения пожаров не являются достаточно эффективными. Каждый случай пожара в лесном массиве становится серьезным испытанием соответствующих аварийно-спасательных служб [1]. Зачастую решающим фактором является наличие соответствующего оборудования для сбора точных данных о пожароопасной ситуации и ее динамике.

Для решения данной проблемы проведен анализ основных методов обнаружения пожаров, таких как визуальное обнаружение со специализированных конструкций, обнаружение с помощью пилотируемых летательных аппаратов (ЛА), спутниковые методы мониторинга. Данные подходы обладают существенными недостатками. Так первые два основаны на визуальном обнаружении, обладают низкой эффективностью и высокой стоимостью (строительство вышек, стоимость летного часа). Спутниковые системы характеризуются невысокой периодичностью получения данных и большой площадью минимально обнаруживаемого очага возгорания. В качестве решения, нивелирующего вышеизложенные особенности, предлагается использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В лесоохранной сфере их применение совместно с датчиками значительно упрощает и ускоряет процесс оперативного обнаружения пожаров.

В работе сформулирован принцип работы системы. Равноудаленные датчики контроля осуществляют замер климатических показателей в точке своего местонахождения. При срабатывании аварийной сигнализации в эфир транслируется сигнал тревоги. Пролетающий мимо БПЛА в зоне своей ответственности принимает сигнал и передает его на БПЛА - сетевой сервер сети. Далее данные поступают уже на сервер приложений (в аварийно-спасательные службы).

В работе определены основные этапы организации системы мониторинга, включающие:

1. Выбор технологии беспроводной связи;
2. Расчет оптимального размещения, обоснование и выбор моделей датчиков, и установка на территории беспроводных датчиков климатического контроля IoT (Internet of Things);
3. Разбиение территории на зоны функционирования БПЛА;
4. Расчет оптимального маршрута облета с учетом оценки фактической дальности связи;
5. Расчет оптимального размещения и установка станций подзарядки БПЛА;

6. Расчет массогабаритных характеристик и установка на БПЛА приемопередающего оборудования для взаимодействия с беспроводными датчиками и аварийно-спасательными службами;

7. Установка оборудования автоматизированного контроля и мониторинга в ведомствах аварийно-спасательных служб.

В ходе исследований проведен анализ существующих беспроводных технологий, которые удовлетворяют следующим условиям: возможность обслуживать большую территорию, низкое энергопотребление, низкие экономические затраты на развертывание. По результатам анализа сделан выбор в пользу LoRaWAN - энергоэффективной сетевой технологии с дальностью более 10 километров по открытой местности [2].

На текущий момент проведен расчет дальности размещения датчиков. Как известно, тепло, выделяющееся в процессе горения, распространяется в свободном пространстве. Исходя из среднестатистических данных подъема температуры в зависимости от удаленности от очага пожара, предлагается установить датчики на территории равноудалено друг от друга с шагом сетки равным 300 м. Выбор расстояния обусловлен поиском оптимума между условиями по достаточному подъему температуры, скорости реагирования на возгорание и при этом покрытия максимально возможной территории. Порог срабатывания датчика предлагается рассчитывать исходя из среднестатистических летних температур в регионе в диапазоне 40 - 50 ºС, при условии, что кейс датчика выполнен не в черном цвете для предотвращения ложного срабатывания датчика от нагрева солнца.

Разрабатываемая система на основе БПЛА со специальным оборудованием и сетью климатических датчиков позволит обеспечить возможность быстрой развертки, сократить время, затрачиваемое на обнаружение очагов возникновения пожаров, и минимизировать участие персонала в данном процессе.

Список использованных источников:

1. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. Лесные пожары в Российской Федерации (состояние и последствия) // Технологии гражданской безопасности. 2006. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/lesnye-pozhary-v-rossiyskoy-federatsii-sostoyanie-i-posledstviya (дата обращения: 05.02.2021).

2. Wixted A.J., Kinnaird P., Larijani H., Tait A., Ahmadinia A., Strachan N. Evaluation of LoRa and LoRaWAN for wireless sensor networks // IEEE SENSORS. - Orlando, FL, USA, 2016. - P. 1-3.

Новый подход к калибровке фазированной антенной решетки

Куприянов Е.С., Юдин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Темченко В.С.

МАИ, Москва

Фазированные антенные решетки (ФАР) широко используются при создании военных и гражданских радиотехнических систем. Главной особенностью антенных систем использующих ФАР является возможность формирования желаемой диаграммы направленности в заданном направлении, посредством задания определенного амплитудно-фазового распределения (АФР) в апертуре антенной решетки. Амплитудно-фазовое распределение изменяется в соответствии с изменением состояний фазовращателей и аттенюаторов каждого канала АФАР. Таким образом, точность формирования ДН в желаемом направлении определятся точностью установки амплитуды и фазы поля в раскрыве каждого элемента. Отличия каналов АФАР, которое является следствием неточности изготовления, а также изменением характеристик каждого канала при эксплуатации, препятствует обеспечению требуемого АФР в апертуре решетки. Таким образом, задача калибровки АФАР сводится к определению амплитуды и фазы излучателей многоэлементной тестируемой АФАР или ФАР (ТФАР) и последующей корректировке [1,2].

В статье рассмотрен новый подход диагностики фазированной антенной решетки на основе метода Compressive sensing (CS) использующего неполные наборы данных в

одинаковых точках измерений в ближней зоне (БЗ), тестируемой ФАР(ТФАР) и полностью совпадающей с ней бездефектной калиброванной (эталонной) ФАР (ЭФАР). Первый этап включает особенности устойчивого решения обратной задачи CS-методом на основе минимизации l-нормы [3]. Известно, что решения обратной задачи методом CS относятся к плохо обусловленным поэтому требуется процедура регуляризации. Для этого в статье подробно рассмотрен выбор оптимального параметра регуляризации и представлены результаты числового моделирования, подтверждающие каким образом может быть выбран оптимальный параметр регуляризации. В результате решения задачи диагностики определяются потенциально дефектные излучатели (ПД) ТФАР.

Задачей второго этапа является определение комплексной амплитуды (КА) указанных излучателей. Предложенный новый подход для определения КА ПД излучателей использует данные, полученные в БЗ при проведении дополнительного измерения поля как для выбранного ПД излучателя ТФАР, так и для рабочего излучателя ЭФАР при одинаковом изменении фаз. При этом их координаты в плоскости апертуры совпадают. КА ПД излучателя определяется на основе совместной обработки сигналов регистрируемых зондом. Из полученных результатов проведенной калибровки линейной ТФАР следует, что представленный метод позволяет не только полностью исключить влияние характеристик зонда при проведении измерений полей ТФАР и ЭФАР, а также на основе знания характеристик ЭФАР позволяет выбрать оптимальную фазу при проведении дополнительных измерений.

Селекция наземных движущихся целей по тангенциальной скорости в РСА

Кучмий А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.
МАИ, Москва

Селекция наземных движущихся целей (СНДЦ) является одним из основных режимов функционирования бортовых радиолокационных комплексов воздушной разведки, предназначенных для обзора подстилающей поверхности и поиска малоразмерных объектов. В настоящее время это режим подразумевает не только определение факта наличия подвижных объектов на формируемом радиолокационном изображении (РЛИ), но и определение их истинного положения, а также оценку вектора скорости (радиальную и тангенциальную составляющие).

Селекция малоразмерных движущихся целей в бортовых радиолокационных системах (БРЛС) часто осуществляется совместно с режимом синтезирования апертуры антенны, который реализуется путём длительного когерентного накопления траекторного сигнала при движении носителя РЛС по заданной траектории. Это позволяет повысить отношение «сигнал-фон» в элементе разрешения РЛС, что повышает вероятность обнаружения движущейся цели и точность оценки составляющих вектора её скорости.

Наиболее сложной задачей в режиме СНДЦ является оценка тангенциальной составляющей вектора скорости НДЦ. Сложность данной задачи обусловлена тем, что изменение расстояния вследствие движения цели поперёк линии визирования, а, следовательно, и изменение фазовой структуры сигнала, очень мало.

Для повышения чувствительности предложенного алгоритма траекторный сигнал, отражённый от движущейся цели, разбивается на две подапертуры одинаковой длительности с последующим измерением разности фаз между ними. Измеренная разность фаз сигналов несёт в себе информацию о направлении вектора тангенциальной скорости и его величине.

Для оценки эффективности предлагаемого алгоритма проводится аналитические исследования и математическое моделирование, результаты которых и представлены в работе.

Лазерная система обнаружения зон турбулентности для летательного аппарата

Лебедев К.В., Половинкин В.В., Заречнов Ю.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Меркишин Г.В.
МАИ, Москва

Доклад посвящен решению одной из проблем современных авиаперевозок – авариям и нештатным ситуациям на летательном аппарате (ЛА) вследствие пролёта через неоднородные макро турбулентные воздушные потоки, которые создаются разностью температуры и давления в атмосфере. По данным ресурса, ведущего статистику аварийности в сфере авиационных пассажироперевозок – PlaneCrashInfo.com, около 10% катастроф происходит в связи с неблагоприятными погодными условиями, которые включают, в том числе, пролёт ЛА через макро турбулентную атмосферу.

Применяемые на борту ЛА радары не могут обеспечить обнаружение таких неоднородностей из-за незначительных отражений радиоизлучения от турбулентных воздушных потоков. Решить проблему возможно, используя дополнительные системы с применением новых лазерных технологий.

Существуют различные способы обнаружения турбулентности в атмосфере и один из них запатентован фирмой Boeing за номером US20110013016A1. Эта система использует телевизионный метод анализа изображения линии горизонта. Она имеет ряд ограничений: сложность обнаружения турбулентности в прозрачной атмосфере при слабой видимости линии горизонта – из-за отсутствия оптической видимости или в тёмное время суток.

В системе, предлагаемой в докладе для обнаружения атмосферных неоднородностей в любое время суток, используется лазер и координатно- чувствительный фотоприёмник (КЧФП). Принцип действия системы основан на том, что турбулентность нарушает однородность прозрачной воздушной среды и, как следствие, изменяет её оптические свойства, связанные с поглощением и преломлением. Лазерный луч, направленный по курсу движения ЛА, будет отклоняться от прямолинейного направления распространения из-за изменения коэффициента преломления атмосферы, создаваемым градиентом плотности турбулентного воздушного потока. Также в неоднородной атмосфере становятся заметными эффекты расфокусировки лазерного луча.

Основная идея обнаружения турбулентных потоков заключается в создании яркой светящейся плазменной точки на заданном расстоянии по курсу движения ЛА за счёт сильной ионизации воздуха в точке фокусировки лазерного луча инфракрасного диапазона. В случае существования турбулентности из-за искажений волнового фронта будет меняться яркость свечения и положение такой светящейся точки в пространстве (эффекты мерцания и дрожания). С помощью КЧФП возможно измерять статические и динамические параметры оптического сигнала, созданного такого рода эффектом, что даёт возможность регистрации неоднородностей атмосферы на пути луча.

На основе полученной информации с КЧФП с помощью специальных программных алгоритмов после компьютерной обработки возможно получение сигналов в режиме реального времени для систем автоматического управления и пилотов ЛА. Таким образом, получив заранее информацию о наличии опасных турбулентностей по курсу, можно изменять параметры движения и обходить воздушные препятствия для предупреждения аварийных ситуаций.

Рассматриваемый метод может применяться на протяжении всего пути ЛА – от взлёта до посадки, что обеспечит снижение количества возможных нештатных ситуаций. Также, возможно применение метода и в иных сферах науки и промышленности.

Улучшение качества радиообмена путем модернизации головных телефонов гарнитуры диспетчера УВД

Мартынова Е.О.
Научный руководитель — доцент, Рубцов Е.А.
СПбГУ ГА, Санкт-Петербург

Гарнитура является одним из самых важных элементов в работе диспетчера, поскольку, если связь будет некачественной, возможны неблагоприятные последствия: аварии или катастрофы.

Главной цель гражданской авиации является обеспечение безопасности полетов, поэтому должна поддерживаться устойчивая связь без помех, а гарнитура должна быть максимально удобной для диспетчера. На качество связи влияют такие факторы, как: отношение сигнал-шум, коэффициент шума наушников, характеристики восприятия и речи пользователя, а также характеристики самих головных телефонов.

В истории авиации были случаи возвращения на аэродром вылета по причине отказа радиосвязи. На воздушном судне SSJ-100, следовавшем 5 мая 2019 года из Шереметьево в Мурманск, спустя 10 минут после взлета пилот доложил об отказе радиосвязи и принял решение вернуться на аэродром вылета. Авиационное происшествие не произошло, имел место авиационный инцидент. Но не всегда происходит именно так, история знает и катастрофы по причине отказа радиосвязи или помехах в передаче сообщений. Примером такой катастрофы может послужить всем известное происшествие на Тенерифе. Одной из причин катастрофы в расследовании указывается помехи в радиосообщениях, а также использование нестандартных фраз в радиообмене.

Головные телефоны (наушники) представляют собой устройство для речевой коммуникации, состоящее из держателя, надеваемого на голову, одной или двух наушных частей и микрофонной части, выполненных таким образом, чтобы сохранять руки говорящего свободными.

Существует таблица разборчивости речи, которая при помощи субъективной оценки определяет качество речи: отличная (без переспросов), хорошая (отдельные переспросы), удовлетворительная (слушатель сообщил о возникновении затруднений с пониманием сообщения), предельно допустимая (неоднократные переспросы).

На разборчивость влияют такие факторы, как: отношение сигнал-шум, время реверберации, уровень прямого звука, отношение энергии ранних и поздних отражений, характеристики системы звукоусиления и другие.

Шумоподавление - наиболее важный фактор при выборе авиационных гарнитур. На данный момент существует два основных типа наушников по шумоподавлению: с активным и пассивным. Пассивное шумоподавление — это способность гарнитуры блокировать шум (отчасти зависит от размера чашки уха). Большинство современных пассивных гарнитур имеет шумоподавление около 20-24 дБ. В качестве ориентира 3 дБ снижения уровня шума приравнивается к эффективному сокращению вдвое энергии шума в ухе. Активное шумоподавление используется в совокупности с пассивным, что является его преимуществом.

Звук, попадающий в микрофоны наушников, содержит полезный сигнал и фоновый шум. Самые сильные шумовые помехи возникают на низких частотах, поэтому важные средние и высокие частоты – из которых по большей части состоит человеческая речь – отфильтровываются из сигнала. Затем электронные схемы обрабатывают оставшийся внешний шум, разворачивают его фазу на 180° и смешивают этот фазоинвертированный шум с оригинальным окружающим шумом. Уровень шума значительно снижается, но при этом компенсация не влияет на звуковые частоты человеческой речи, и четкость их воспроизведения повышается.

Для улучшения качества связи необходимо обеспечить в приемной стороне уменьшение влияния отраженных сигналов за счет звукопоглощающих материалов. Также возможно внедрение концепции «тихий зал», где при помощи заблаговременного проектирования

достигается уменьшение шума. Целесообразно использование адаптивных фильтров, адаптирующиеся под слух человека и к меняющейся обстановке.

Таким образом, на сегодняшний день для работы диспетчера более целесообразным будет использовать наушники с активным шумоподавлением закрытого типа, тогда, при связи, будет слышно коллег по работе, передающие сообщения, и посторонний шум будет отсекаться встроенными адаптивными фильтрами головных телефонов.

Из-за применения полно охватывающих головных телефонов закрытого типа станет возможным «отсечение» шумов, повышение разборчивости речи при приеме диспетчером сигнала с борта воздушного судна от пилота. Повысится реакция диспетчера примерно на 30%, поскольку он уже не будет тратить так много времени на то, чтобы разобрать слова пилота, они будут четче и понятнее на начальном этапе благодаря встроенным в наушники фильтрам.

Дублирующая система аварийного самописца аэрокосмических систем

Назарова П.С.
Научный руководитель — Назаров А.В.
МФ МГТУ им. Н.Э.Баумана, Мытищи

Расследование авиационных происшествий (катастроф) затрудняется повреждением бортовых самописцев. Как правило бортовые самописцы получают большие повреждения при столкновении с поверхностью, при взрывах и пожаров. Для восстановления информации требуется очень много времени и усилий большого количества специалистов.

В настоящее время в самолётах установлены два бортовых регистратора: речевой, записывающий все переговоры экипажа, и параметрический, регистрирующий параметры полёта. Кроме того, многие современные авиалайнеры имеют два комплекта самописцев: эксплуатационный, предназначенный для контроля работы систем и экипажа после полёта, и аварийный, используемый при возникновениях аварийных ситуаций. Информация может записываться на оптические либо магнитные носители; в последнее время широко применяется флеш-память.

Предлагается дополнить аварийный самописец дублирующей системой. Дублирующая система представляет из себя контейнер, в котором находится блок питания, процессор, капсулы с накопителями информации.

В свою очередь капсула состоит из накопителя информации, пиропатрона, парашюта, радиомаяка и аккумулятора, светового индикатора. Современные накопители информации имеют маленький размер и большой объем памяти.

Пять дублирующих записывающих устройств будут находиться в хвостовой части самолёта, в самой высокой точке вертикального оперения. В случае критичного изменения параметров: Полёта, углы тангажа, крена, перегрузки, выход из строя двигателей, взрыв, разгерметизация кабины лайнера, разрушения конструкции и т.д., задействуется данная система. Процессор рассчитывает скважность отстрела контейнеров с информацией в зависимости от высоты полёта. Первый контейнер отстреливается после появления первого критического параметра, а последний контейнер отстреливается на высоте 50-100 метров от поверхности.

Во время всего полёта информация передаётся в накопители по интерфейсному кабелю через гермопроходной разъем. По мере того как накопитель заполняется информация обновляется циклично.

Отличие данной системы от штатного аварийного самописца, который должен выдерживать высокие температуры и большие перегрузки, которые происходят при пожаре или ударе о поверхность к данной системе не предъявляется требований по высокой ударопрочности и стойкости в области высоких температур. Изготовление корпуса не предполагает применения дорогостоящих высокопрочных и огнестойких материалов.

Контейнер с информацией имеет положительную плавучесть, светодиодный световой индикатор. При выстреливании включается радиомаяк. Парашют и сам контейнер окрашены

в яркие контрастные цвета. При изготовлении парашюта необходимо использовать высокотехнологичные высокопрочные материалы, которые имеют малый вес и малый объем в сложенном состоянии.

Данная система не нарушает массогабаритных характеристик самолётов. Не требует больших затрат на переоборудование существующих лайнеров и вновь строящихся.

Настоящая система может применятся в перспективных аэрокосмических и космических системах при эксплуатации. Эта система будет наиболее востребована на этапе испытаний.

Определение координаты подключения питания к печатной антенне прямоугольной формы с использованием резонаторной модели

Нанеишвили И.Г.
Научный руководитель — к.т.н. Милосердов А.С.
МАИ, Москва

К бортовым антенным системам, как правило, предъявляются жесткие требования к снижению массы и уменьшению габаритных размеров. В связи с этим достаточно часто в этих системах используются планарные антенны, антенные решетки. Одним из наиболее распространенных типов планарных антенн является печатная антенна.

Печатная антенна, в общем случае представляет собой устройство, состоящее из экранирующей плоскости, на которой находится диэлектрическая подложка с нанесенным на нее слоем металлизации той или иной формы [1].

В работе рассматривается задача согласования печатной антенны прямоугольной формы с коаксиальным кабелем. Для выполнения условия согласования, а именно обеспечения минимума коэффициента стоячей волны (КСВ), необходимо чтобы входное сопротивление печатной антенны было максимально приближенно к волновому сопротивлению коаксиального кабеля.

Обычно эта задача решается с помощью метода конечных разностей во временной области, либо методом конечных элементов. Эти методы считаются самыми точными, однако при этом расчет согласования в каждой возможной точке подключения питания требует полного решения электродинамической задачи, это сильно увеличивает требования к вычислительным мощностям или же к времени вычислений.

В данной работе рассматривается приближенный метод расчета входного сопротивления прямоугольной печатной антенны для его дальнейшего согласования с волновым сопротивлением коаксиальной линии питания.

В качестве приближенного метода расчета была выбрана резонаторная модель [1, 2, 3]. Суть метода заключается в том, что антенна рассматривается как полость, ограниченная четырьмя магнитными стенками по периметру пластины и двумя электрическими стенками со стороны слоя металлизации и экранной плоскости. В этой модели входное сопротивление антенны, при достаточном отдалении частот резонансов разных мод друг от друга, представляется в виде резонансного RLC контура. Рассматриваемая модель может использоваться, если диэлектрическая проницаемость $\varepsilon \leq 10$ и размеры сторон слоя металлизации сопоставимы с половиной длины волны $\lambda/2$.

Применение резонаторной модели позволяет значительно снизить требования к вычислительным мощностям, однако при этом снижается точность расчета.

Список использованных источников:

1. В.Ф. Лось Микрополосковые и диэлектрические резонаторные антенны, САПР модели: методы математического моделирования. Издательское предприятие журнала “Радиотехника”, Москва 2002

2. Thorude, D., Himdi, M., and Daniel, J.P., Cavity Model for Rectangular Patches, Electronics Letters, 1990, vol. 26, no.13, pp. 842-844

3. Abboud, F., Damiano, J.P., and Papiernik, A., Simple Model for the Input Impedance of Coax-Fed Rectangular Microstrip patch antenna for CAD. IEE proc., 1988, vol 135, pt. H, no.5, pp. 3-326

Исследование двухкаскадной системы формирования сигналов с однополосной амплитудной модуляцией

Нефедов Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шевгунов Т.Я.
МАИ, Москва

В наше время остается актуальным вопрос увеличения плотности радиоканалов без перекрытия соседних друг другом. Одним из возможных путей решения данной задачи является уменьшение ширины спектра передаваемых сигналов, что возможно реализовать с помощью систем, осуществляющих однополосную амплитудную модуляцию.

В данной работе рассмотрена модель системы, состоящей из двух каскадов и позволяющей формировать сигнал с одной боковой полосой. Исходный сигнал, спектр которого сосредоточен на нулевой частоте, подается на вход первого каскада. Он представляет собой две параллельные ветви, на каждую из которых поступает сигнал. В первой ветви при помощи умножителя производится балансная модуляция, т.е. умножение сигнала на гармонику с частотой равной половине от граничной частоты спектра исходного сигнала. Во второй ветви первого каскада также производится балансная модуляция, но гармоника имеет задержку по фазе 90 градусов. Частота этой гармоники берется такая же, как и гармоники, подаваемой на умножитель первой ветви. При таком выборе несущей частоты образуется перекрытие копий из отрицательной и положительной областей частот. После умножителей в обеих ветвях ставится ФНЧ, с частотой среза равной по величине несущей частоте.

После этого сигналы с обеих ветвей поступают на вход второго каскада. В первой ветви сигнал поступает на вход умножителя и модулируется гармоникой с частотой, значение которой много больше граничной частоты исходного спектра. То же самое происходит и во второй ветви, но гармоника имеет задержку по фазе 90 градусов по отношению к гармонике в первой ветви. Сигналы из обеих ветвей подаются на сумматор, на выходе которого формируется радиосигнал с однополосной модуляцией. Проведенный анализ в спектральной области показал, что при формировании выходного сигнала спектры сигналов двух ветвей второго каскада складываются, образуя форму одностороннего спектра исходного сигнала, но с амплитудой, меньшей в 4 раза.

Чтобы восстановить исходный низкочастотный сигнал, необходимо провести демодуляцию полученного радиосигнала специальным образом. Для этого будет достаточно подать радиосигнал на умножитель вместе с гармоникой с частотой, равной несущей частоте радиосигнала. Чтобы исключить оставшиеся части спектра, получившийся сигнал подается на ФНЧ с частотой среза, равной граничной частоте исходного сигнала, а после усиливается в 4 раза.

В результате проведенного исследования была разработана модель системы, способной модулировать сигналы, уменьшая их ширину спектра вдвое по сравнению с системами, осуществляющими классическую амплитудную модуляцию, и модель демодулятора, позволяющего восстанавливать исходные сигналы. Также было проведено имитационное моделирование работы устройств в пакете Simulink.

Разработка программного обеспечения для расчета параметров виброизолированных блоков РЭС со смещённым центром масс

Ньи Ань Нгуен, Нгуен Дык Тхань, Нгуен Тхань Бинь
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Борисов В.Ф
МАИ, Москва

Большая часть (от 30 до 50%) отказов радиоэлектронных средств (РЭС) происходит по причине воздействия ударов и вибрации. Защита блоков РЭС от механических воздействий может осуществляться с помощью систем вибро- и удароизоляция. В инженерной практике наиболее часто используется рациональная система расстановки амортизаторов, при которой центр жесткости амортизаторов и центр масс блока находятся на одной вертикальной

прямой. Однако в случае применении в конструкции узлов с относительно большой массой, таких как трансформатор, центр масс блока может быть смещённым. Расчет системы виброизоляции блока РЭС в этом случае выполняется по модели с шестью степенями свободы и задача определения собственных частот существенно усложеняется. Расчет системы виброизоляции можно проводить вручную, руководствуясь действующей методикой [1], а можно с помощью ЭВМ путем использованием программного обеспечения, что позволяет просто и быстро рассчитать динамические параметры системы.

В настоящее время появилось больше число программ, разработанных для расчета параметров системы виброизоляции блоков, например - программа «Vibroizolation» разработана в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения или программа «ПРСА» разработана в Пензенском государственном университете [2]. Но эти программы не обеспечивают необходимую функциональность для расчета систем виброизоляции блоков РЭС со смещённым центром масс. Поэтому актуальной является задача разработки программного комплекса, который позволит автоматизировать выполнение следующих операций:

1) проводить статический расчет систем виброизоляции;

2) производить расчет собственных частот системы виброизоляции блоков РЭС со смещённым центром масс;

3) проводить анализ эффективности виброизоляции системы.

Исходными данными для расчета в программе являются: масса блока, его геометрические размеры, координаты размещения амортизаторов, координаты центра масс и диапазон возбуждающих частот. По результатам работы программы можно сделать вывод об эффективности виброизоляции блока РЭС на выбранных амортизаторах.

Наличие программного обеспечения с указанными функциональными возможностями позволит инженеру проводить все необходимые расчеты при проектировании систем амортизации РЭС. Программа реализована в среде объектноориентированного программирования Embarcadero Delphi. В программе задействовано минимальное количество вычислительных ресурсов и разработан графический интерфейс для обеспечения удобства работы пользователя.

Список использованных источников:

1. Токарев М.Ф., Талицкий Е.Н., Фролов В.А. Механические воздействия и защита радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А.Фролова. – М.: Радио и связь, 1984.

2. Затылкин А. В., Таньков Г. В., Кочегаров И. И. Алгоритмическое и программное обеспечение расчета параметров статически неопределимых систем амортизации РЭС // Надежность и качество сложных систем. – 2013. – № 4. – С. 33-40.

Бортовая многоапертурная фазированная антенная решетка

Осипов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неудакин А.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Антенная система перспективного воздушного судна (ВС) строится на основе концепции «умной обшивки», позволяющей минимизировать количество наружных антенн за счёт их встраивания в обшивку фюзеляжа. Концепция интеллектуальной обшивки подразумевает глубокую интеграцию авионики в структуру ВС с целью уменьшения его массы, объема и аэродинамического сопротивления.

При разработке интеллектуальных обшивок воздушного судна одной из основных задач является применение конформно интегрированных микроволновых антенных решеток. Решение данной задачи направлено на уменьшение требуемого количества антенн радиолокационных систем, систем связи, систем опознавания «свой-чужой», навигационных систем и систем радиоэлектронной борьбы. Для этого множество отдельных антенн

заменяется одной интегрированной конформной фазированной антенной решеткой (ФАР), выполняющей антенные функции всех вышеперечисленных систем.

Предлагается в качестве интегрированной конформной ФАР рассмотреть многоапертурную ФАР, состоящую из пяти полотен, расположенных в передней части воздушного судна. Три полотна предложенной антенной системы имеют форму эллипса, а другие два, представляют собой прямоугольник. Излучатели эллиптического полотна ФАР располагаются неэквидистантно вдоль концентрических колец, а излучатели прямоугольного полотна предполагается размещать гексагонально, что делает расположение излучателей эквидистантным. Размеры полотен выбираются исходя из реальных размеров современных ВС.

Для исследования направленных свойств предложенной ФАР разработаны математические модели геометрии излучающего раскрыва и диаграммы направленности. На основе математической модели геометрии излучающего раскрыва в математическом пакете Matcad была разработана программа, формирующая массивы для координат излучателей. Полученные координаты x, y, z пяти полотен были объединены в один массив с помощью соответствующих соотношений.

В ходе исследования направленных свойств получены зависимости ширины диа-граммы направленности и уровня боковых лепестков от угла сканирования. При этом, изменялось взаимное расположения излучателей в полотне. На основе анализа полученных зависимостей предложен оптимальный вариант геометрических параметров многоапертурной ФАР

Полученные результаты также показали, что предложенная многоапертурная ФАР с конформным размещением излучателей обладает высокими направленными свойства-ми, достаточными для решения различных задач в области радиолокации, спутниковой навигации, направленной связи, радиоэлектронного подавления, и может быть использована при проектировании интегрированных ФАР перспективных авиационных радиоэлектронных комплексов.

Исследование и моделирование системы термостабилизации гибридного накопителя энергии

Пасюта С.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ушкар М.Н.
МАИ, Москва

Неотъемлемой составной частью устройств накопления электроэнергии являются химические источники тока. При этом, учитывая современное состояние проблемы, чаще всего применяются аккумуляторные батареи литий-ионной электрохимической системы, что обуславливается высокими эксплуатационными и экономическими характеристиками. Однако, ключевой особенностью эксплуатации АКБ с данной электрохимической системой, является сильная зависимость емкости АКБ от температуры. Решением данной проблемы является применение системы термостабилизации, которая служит для обеспечения оптимального температурного режима литиевой аккумуляторной батареи во всем диапазоне эксплуатационных характеристик изделия, имеющих большой температурный разброс.

В связи с вышеперечисленным, актуальной является задача определение состава и характеристик системы и элементов системы термостабилизации, что усложняется особенностями компоновки и малым опытом разработки и эксплуатации промышленных накопителей энергии.

Моделирование проводилось в среде SolidWorks Flow Simulation.

В работе решаются следующие задачи:

1 Анализ и определение исходного теплового режима накопителя энергии;

2 Выбор и определение оптимального вида системы термостабилизации;

3 Определение состава и предъявление требований к элементам системы термостабилизации;

4 Анализ и определение теплового режима блока с применением системы термостабилизации.

Проведенные исследования позволяют установить:

1 Параметры требуемой системы термостабилизации;

2 Распределение температурных полей внутри объема блока накопителя энергии;

3 Необходимость использования элементов Пельтье в качестве основного элемента системы термостабилизации.

Так же проведенные исследования позволяют сформулировать рекомендации по правильному применению системы термостабилизации, а также компоновочным схемам устройств подобного класса.

Исследование параметров вращающейся структуры фазового центра реальной антенны

Половинкин В.В., Сидоренко С.С., Лебедев К.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Татарский Б.Г.
АО «НПП «Исток» им.Шокина», Москва

Одним из основных направлений развития авиационной техники является формирование высокодетального изображения (РЛИ), как для бокового обзора, так и по курсу полета носителя. При использовании носителя РЛС летательного аппарата (ЛА) вертолетного типа возможно использование технологии основанной на синтезировании апертуры (СА) искусственной антенны создаваемой за счет вращения фазового центра реальной антенны (ФЦ РА).

Для обеспечения вращения ФЦ РА в ЛА вертолетного типа нужно установить в законцовку лопасти слабонаправленною антенну. Тогда при вращении ротора будет обеспечено вращение ФЦ РА. За время оборота лопасти при когерентном излучении будет сформирована искусственная апертура антенны.

Линейная разрешающая способность РЛС при СА за счет вращения ФЦ РА, как и при поступательном движении и боковом обзоре определяется размером синтезированной апертуры, а также зависит от дальности до точечного объекта.

Так же возможно формирование СА и при поступательном движении ЛА вертолетного типа. Особенность формирования СА состоит в том, что ФЦ в это время совершает движение по сложной траектории, совмещая поступательное движение и вращательное движение (комбинированная траектория).

При анализе выходного сигнала оптимальной систем обработки РСА, вклад, вносимый вращаемой компонентой РСА при комбинированной траектории, зависит от времени синтезирования. И наибольший вклад вносится при малом времени когерентного накопления траекторного сигнала и время не превышает 3х оборотов вращения ФЦА.

При этом всем достоинства РСА остаются даже при чисто вращательном движении ФЦА, синтезирование апертуры в любом угловом секторе относительно ЛА, а также возможность обеспечить высокую линейную разрешающую способность по азимуту строго впереди ЛА.

При данном методе СА могут быть реализованы:

1) Картографирование земной поверхности при секторном всеракурсном и режиме под собой;

2) Режим селекции наземных движущихся целей (СНДЦ);

3) Интерферометрический режим, обеспечивается 3х мерное РЛИ «азимут-дальность-высота»

4) Измерение углового положения цели с высокой точностью.

5) Формирование РЛИ по курсу полета носителя

Работа посвящена исследованию параметров, влияющих на разрешающую способность СА, а также рассматриваются пути построения антенных систем и эффективности процесса синтеза искусственной апертуры за счет вращения фазового центра реальной антенны.

Генераторы псевдослучайных сигналов бортовых систем конфиденциальной связи на основе multi-scroll устройств с динамическим хаосом

Раупов Р.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Афанасьев В.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Бортовые системы играют важную роль при эксплуатации летательных аппаратов и необходимы, в частности, для осуществления радиосвязи экипажа с диспетчерскими службами управления воздушным движением и экипажами других летательных аппаратов, между членами своего экипажа и пассажирами [1].

Разнообразие решаемых задач бортовыми системами приводит к большому разнообразию видов радиотехнических систем, размещаемых на летательных аппаратах, а также находящихся вне летательных аппаратов, на диспетчерских пунктах, радиомаяках. В данной статье предлагается использовать систему цифровой передачи информации на основе эффектов динамического хаоса для бортовых систем летательных аппаратов. Важнейшим элементом такой системы передачи информации является генератор псевдослучайных сигналов. Эффективно построение генераторов хаоса на основе нелинейных multi-scroll систем с хаотической динамикой, которые в отличии от типовых радиоэлектронных систем с динамическим хаосом, обладают более высокой степенью сложности и используются для построения конфиденциальных систем цифровой передачи информации, для хаотического криптоанализа и шифрования сигналов и изображений [2].

Цель работы – исследование multi-scroll систем и выработка инженерных рекомендаций по выбору параметров исследуемых систем для дальнейшего использования в качестве генераторов псевдослучайных сигналов в системах цифровой передачи информации.

В работе рассмотрено сопоставление 3-х нелинейных multi-scroll систем с динамическим хаосом: схема Jerk, система Чуа и Sprott A система. Для анализа используются методы математического моделирования, интегрирования нелинейных дифференциальных уравнений, математической статистики.

Численное решение нелинейных дифференциальных систем, описывающих динамику multi-scroll систем, проводилось в программной среде Mathcad методом Эйлера. Для каждой системы в зависимости от вида фазового портрета была подобрана величина относительного шага временной дискретизации, нормированного к периоду квазирезонансных колебаний.

С помощью разработанных средств моделирования было получено решение систем нелинейных дифференциальных уравнений, построены графики фазовых портретов, с помощью встроенных функций вычислены значения математического ожидания, дисперсии и среднеквадратического отклонения.

При исследовании влияния вариации параметров multi-scroll систем на фазовые портреты установлено, что хаотический режим для схемы Jerk наблюдается при выборе управляющего параметра в диапазоне от 0.3 до 1.1 [3], для системы Чуа – при выборе управляющего параметра в диапазоне от 1448 до 1549, для Sprott A системы – от 4 до 40.

При сравнении рассмотренных multi-scroll систем установлено, что схема Jerk имеет более сложную схемную реализацию нелинейной функции, что приводит к сложностям при регулировании количества спиралей. Кроме того, схема Jerk при генерации хаотического режима имеет небольшой диапазон изменения управляющего параметра, что ограничивает возможность вариации вида фазового портрета. Sprott A система, напротив, имеет простую реализацию нелинейной функции, являющейся синусоидальной функцией, однако приводит к нестабильности генерирования необходимого числа спиралей. Поэтому в качестве генератора псевдослучайных сигналов бортовых систем рекомендуется использовать multi-scroll систему Чуа со ступенчатой кусочно-линейной характеристикой, которая характеризуется стабильностью генерирования большого числа спиралей в фазовом портрете, большим диапазоном значений управляющего параметра и возможностью несложной практической реализации.

Таким образом, на основе разработанных средств моделирования исследованы фазовые портреты и статистические характеристики псевдослучайных сигналов multi-scroll систем с хаотической динамикой и выработаны инженерные рекомендации по выбору параметров исследуемых систем с динамическим хаосом. Полученные в результате исследования значения управляющих параметров, а также выводы по выбору наилучшей multi-scroll системы возможно использовать при проектировании генераторов псевдослучайных сигналов бортовых систем летательных аппаратов.

Список использованных источников:

1. Никольский Б.А. Бортовые радиоэлектронные системы: электрон. учебник, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Самара, 2013. — 417 с.

2. Multi-scroll hidden attractors in improved Sprott A system/ X. Hu [и др.] - Nonlinear Dynamics Vol. 86, No. 3, 2006. – 10 p.

3. Раупов Р.Р., Афанасьев В.В. Генераторы псевдослучайных сигналов на основе многолепестковой системы с хаотической динамикой для аппаратуры цифровой передачи информации. – Материалы XII Всерос. науч.-техн. конф., Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. — 534 с.

Широкополосные директорные излучатели печатного типа на базе SIW-структуры для малогабаритных антенных систем

Сидоренко С.С., Половинкин В.В.

Научный руководитель — к.т.н. Демшевский В.В.

АО НПП Исток, Фрязино

В настоящие время очень активно используется технология печатного исполнения антенн, преимущество которых заключается в миниатюризации их массогабаритных параметров. Вместе с тем, относительно новым направлением в мире СВЧ электроники является использование SIW-структур (от англ. Substrate integrated waveguide – интегрированный в подложку волновод) для X, Ku, K, Ka, Q и V диапазонов, благодаря свойствам которого, потери при передаче сигнала в линии очень малы.

В работе рассматривается исследование широкополосного печатного излучателя антенной решетки (далее – излучатель), возбуждение которого осуществляется при помощи SIW. Проведенные исследования базируются на электродинамических методах анализа широкополосных структур с использованием алгоритмов и программ на основе метода конечных разностей во временной области и метода конечных элементов.

Расчеты излучателя были проведены в X-диапазоне. Его размеры не превышают 15,1 х 20,75 х 0,6 мм (без учета возбуждающего тракта), ширина рабочей полосы составила 26,2 %, а КСВН не более 2 в диапазоне от

$f_н$=8,78 ГГц до $f_в$=11,40 ГГц При этом частотная зависимость реального коэффициента усиления практически линейно возрастает на всем рабочем диапазоне от 3,34 дБ до 5,3 дБ. Излучатель имеет линейный тип поляризации. Ширина диаграммы направленности в Е-плоскости $2\theta(-3дБ)=75{,}64°$ и $2\theta(-3дБ)=172{,}12°$ в Н-плоскости. В качестве диэлектрической подложки используется Rogers 5880tm с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon=2{,}2$.

Благодаря SIW-структуре, излучатель имеет большие возможности для встраивания в бортовую антенную систему, в том числе и АФАР. Поэтому следующим этапом работы будет исследование характеристик работы излучателя в составе антенной решетки.

Моделирование приемопередающего тракта активного импульсно-доплеровского авиационного радиолокатора землеобзора

Соколова А.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Матвеев А.М.

МАИ, Москва

Незаменимым инструментом на борту летательного аппарата стала радиолокационная станция (РЛС). Учитывая современные требования по унификации и многофункциональности, РЛС нового поколения сочетают в себе совершенно

разнообразные функции - от сканирования воздушного пространства до картографирования подстилающей поверхности, селекции и сопровождения движущихся целей. Реализация всех функциональных требований к режимам работы привела к усложнению конструкции локатора, применению сложных сигналов для достижения требуемой разрешающей способности по дальности, применению вычислительно затратных методик формирования радиолокационного изображения (РЛИ).

Локатор – сложное устройство, состоящее из множества систем и модулей, включающее тракты усиления и преобразования частот сигналов, оказывающих существенное влияние на параметры излученного и отраженных сигналов, а, следовательно, и на качество РЛИ.

В данной работе представлена модель системы приемного и передающего трактов, проведен анализ полученных граничных значений параметров функциональной схемы РЛС до нарушения её работоспособности.

Моделирование выполнялось с помощью САПР SystemVue 2020.

В работе решались (решены) следующие задачи:

1. Анализ структурной схемы РЛС, состоящей в выборе архитектуре и составных элементов приемно-передающего тракта;

2. Разработка модели приемо-передающего тракта РЛС.

3. Анализ параметров приемо-передающего тракта, влияющих на работоспособность локатора с обоснованием информационной значимости контролируемых показателей качества, такие как разрешающая способностью по дальности, параметры уровня боковых лепестков и динамического диапазона.

4. Проведено моделирование с учетом ухудшения амплитудных и фазовых характеристик элементов тракта.

Проведенное исследование позволило провести дальнейшее исследование системы автоматизированного встроенного контроля РЛС с позиций сквозных проверок передающего и приемных каналов активного импульсно-доплеровского локатора с волноводно-щелевой антенной решеткой.

Моделирование 5G NR систем с неортогональным уплотнением в многолучевом канале Рэлея

Солдатенкова Н.А.
Научный руководитель — к.т.н. Казачков В.О.
МАИ, Москва

Цифровые технологии стали неотъемлемой частью современного мира. Инфокоммуникационные сети проникают практически во все сферы жизнедеятельности современного человека, а разнообразие телекоммуникационных систем и объём трафика, передаваемого по сети, постоянно увеличивается. Несмотря на применение многопозиционных спектрально-эффективных схем модуляции и методов уплотнения сигналов таких как OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access - мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов), частотный диапазон остается одним из самых ограниченных ресурсов в распоряжении разработчика системы связи, что диктует необходимость применения принципиально новых решений.

В качестве одного из вариантов решения, спецификации последних стандартов мобильной связи LTE (Long-Term Evolution) и 5G NR (New Radio) сфокусированы на неортогональном множественном доступе с разделением по мощности (Power-Domain Non-Orthogonal Multiple Access - PD-NOMA) [1]. Это неортогональный метод уплотнения, позволяющий добиться повышения пропускной способности систем при многократном использовании одной и той же полосы частот. Целью работы является исследование помехоустойчивости 5G NR сигналов с технологией PD-NOMA в условиях многолучевого Рэлеевского канала с замираниями в зависимости от соотношения мощностей мультиплексируемых сигналов.

Для оценки эффективности работы инфокоммуникационной системы с PD-NOMA была разработана имитационная модель в среде MATLAB/Simulink.

В модели реализована передающая и приемная части без применения кодирования-декодирования с демодуляцией по жестким решениям для случая двух абонентов. Мультиплексирование сигналов от двух абонентских терминалов происходит по мощности со значением средней мощности p1 для первого абонента и p2 для второго, при условии, что p1+p2 =1. Разделение смеси на приемной стороне реализовано по алгоритму SIC (Serial Interference Cancellation) [2]. Параметры модели соответствуют разработанному 3GPP стандарту 5G NR нисходящего направления для второй нумерологии [1].

В качестве многолучевого радиоканала был использован сценарий UMa NLoS (Urban macro-cell Non-Line Of Sight). Это городская макроячейка, расположенная на неподвижной базовой станции (БС) в условиях отсутствия прямой видимости между БС и мобильным абонентом. Параметры многолучевого канала стандартизованы руководством по оценке технологий радиоинтерфейса для IMT-Advanced (ITU-R) [3, 4]. Канал формируется из 20 лучей путем описания их задержек и коэффициентов ослабления. Доплеровский сдвиг представлен спектром Джейкса с максимальной частотой Доплера 5 Гц, что соответствует пешеходной модели.

Первичные исследования были посвящены изучению деградации помехоустойчивости на примере зависимости битовой вероятности ошибки (Bit Error Rate – BER) от SNR (Signal to Noise Ratio) для различных отношений средних мощностей двух мультиплексируемых абонентов. Полученные результаты показали, что для определенного диапазона средних мощностей сигналов на поднесущих существует нелинейная зависимость между изменениями значений SNR для слабых и сильных сигналов относительно значений SNR в случае с эквидистантным расположением точек совокупности сигналов. Полученные результаты исследования определяют рекомендации по распределению средних мощностей мультиплексируемых сигналов 5G NR с неортогональным множественным доступом PD-NOMA. Рекомендации основаны на априорной информации о состоянии канала в момент передачи сигнала по нисходящей линии.

Список использованных источников:

1. 3GPP Tech. Spec. 38.211, “3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; NR; Physical channels and modulation,” v. 16.3.0 (Release 16), September 2020

2. Riazul Islam, S. M., Ming Zeng, Octavia A. Dobre, (2017), “NOMA in 5G Systems: Exciting Possibilities for Enhancing Spectral Efficiency”, IEEE 5G Tech Focus, June 2017, vol. 1 no. 2.

3. NOMA Design Principles and Performance, document IMT-2020, Ericsson, Beijing, China, Jun. 2017.

4. Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced, Report ITU-R M.2135-1, Geneva, 2010.

Анализ и сравнение алгоритмов обнаружения радиолокационных сигналов от малоподвижных целей

Солдатов А.Л.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гаврилов К.Ю.

МАИ, Москва

Одной из актуальных задач радиолокации является анализ и обнаружение сигналов с микродоплеровским изменением частоты, вызванным микроперемещениями отражающих точек наблюдаемого объекта. Анализ таких сигналов может дать дополнительную информацию о характере движения или типе обнаруживаемой цели, что приводит к повышению эффективности обнаружения целей.

Микроперемещения отражающих точек объекта обычно вызваны процессами, которые связаны с природой лоцируемого объекта. Примерами таких объектов могут служить тело человека при дыхании, вибрации корпуса и колебания элементов конструкции

квадрокоптеров, вращение лопастей двигателей и т.д. Эти процессы являются, как правило, нестационарными, в чем и заключается сложность анализа соответствующих им сигналов. При этом возможность обнаружения сигналов с микродоплеровским эффектом для типовых значений отношения сигнал-шум возможна, когда микроперемещения отдельных точек цели имеют величину порядка не менее одной десятой доли длины волны зондирующего колебания.

Самым распространенным алгоритмом для анализа сигналов указанного типа является дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Однако из-за нестационарной природы исследуемых процессов сложно подобрать оптимальные параметры работы данного алгоритма. Для повышения эффективности обнаружения нестационарных сигналов в алгоритмах обработки применяют квазиоптимальные фильтры и короткооконное ДПФ (КДПФ). Также для анализа нестационарных сигналов применяют алгоритмы на основе вейвлет преобразований (ВП), эмпирической модовой декомпозиция (ЭМД) и преобразования Гильберта (ПГ). Кроме перечисленных преобразований на практике находят применение также более простые с вычислительной точки зрения алгоритмы, основанные на методах чересперiодной компенсации или вычисления дисперсии отсчетов сигнала в медленном времени (отсчеты одной дальности).

В работе исследованы алгоритмы ДПФ, КДПФ, ВП, ЭМД, которые были использованы для обнаружения нестационарных сигналов, характеризующихся наличием микродоплеровского эффекта. В качестве нестационарного сигнала использована модель аддитивной смеси сигнала дыхания человека и белого шума. Методом статистического моделирования проведен расчет характеристик обнаружения (ХО), на основе которых проведен анализ и сравнение исследованных алгоритмов. Величина сдвига ХО вправо или влево на уровне фиксированного значения вероятности правильного обнаружения (в работе использовано значение 0,9) определяет соответственно значение энергетического выигрыша или проигрыша для каждой пары сравниваемых алгоритмов. Как показал проведенный анализ наиболее эффективными при обнаружении нестационарных сигналов оказались алгоритмы КДПФ и ВП.

Список использованных источников:

1. X. Liang, H. Zhang, G. Fang, S. Ye and T. A. Gulliver, "An Improved Algorithm for Through-Wall Target Detection Using Ultra-Wideband Impulse Radar," in IEEE Access, vol. 5, pp. 22101-22118, 2017, doi: 10.1109/ACCESS.2017.2761771.

2. A. Kumar, Q. Liang, Z. Li, B. Zhang and X. Wu, "Experimental study of through-wall human being detection using ultra-wideband (UWB) radar," 2012 IEEE Globecom Workshops, Anaheim, CA, 2012, pp. 1455-1459, doi: 10.1109/GLOCOMW.2012.6477799..

3. Гаврилов К.Ю., Линников О.Н., Солдатов А.Л. Метод обработки радиолокационных сигналов в задачах обнаружения и измерения признаков живых людей. Информационно-измерительные и управляющие системы, т. 16, № 4, 2018. С. 3-15. 5

4. M. Hozhabri. Human detection and tracking with UWB radar. // M¨alardalen University Press Licentiate Thesis. - 2019 - № 280.

5. Mohamed Hussein Emam Mabrouk. SIGNAL PROCESSING OF UWB RADAR SIGNALS FOR HUMAN DETECTION BEHIND WALLS. // Ottawa-Carleton Institute for Electrical and Computer Engineering – 2015

Способ повышение пропускной способности сетей УКВ радиосвязи с использованием OFDM сигналов

Танвель А.М.

Научный руководитель — к.т.н. Мухопадов А.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Системы УКВ радиосвязи играют ключевую роль в сфере обеспечения управления авиации различного назначения. Разработчики систем связи и передачи информации постоянно сталкиваются с проблемами ограниченности ресурсов канала связи (среды

передачи), таких как время, пространство распространения радиоволн, диапазон частот и другие параметры. В УКВ диапазоне авиации наиболее остро стоит проблема повышения пропускной способности канала связи или скорости передачи данных в условиях вышеперечисленных ограничений.

Радикальным решением проблемы является применение технологии ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM), которая специально разработана для увеличения скорости информационного обмена, а также для борьбы с различными видами помехам при многолучевом распространении в УКВ диапазоне. При ортогональном частотном мультиплексировании один последовательный цифровой информационный поток разделяется на большое число параллельных субпотоков, каждый из которых передается на своей отдельной поднесущей. Основным преимуществом OFDM по сравнению со схемой с одной несущей является ее способность противостоять сложным условиям в канале связи, узкополосными помехами и частотно-избирательным затуханием. Преимущество такого группового многочастотного сигнала еще и в том, что он может рассматриваться как множество медленно модулируемых узкополосных сигналов, что делает возможным формирование защитных интервалов между символами, устраняя таким образом межсимвольные искажения.

На практике сигналы OFDM получают применением методов преобразования Фурье, а в качестве ортогональных поднесущих используются синусные и косинусные гармоники, кратные 1/T, где T – длительность канальных символов. Описанная модель OFDM-сигнала характеризуется сильным перекрытием спектров соседних поднесущих, что позволяет уменьшить в два раза значение частотного разноса, по сравнению со стандартным групповым многочастотным сигналом, и во столько же раз повысить плотность передачи информации. Благодаря ортогональному методу демодуляции происходит компенсация помех от соседних поднесущих, несмотря на то, что их боковые полосы взаимно перекрываются. Для исследования особенностей приёма и передачи OFDM сигналов была разработана имитационная модель приемопередатчика в среде MatLAB. С помощью модели исследовались свойства OFDM сигналов, такие как скорость передачи информации, ширина спектра группового сигнала и помехоустойчивость. Для исследования помехоустойчивости производилось наложение белового гауссовского шума, имитирующего условия в канале связи, на групповой радиосигнал.

Результаты имитационного моделирования показали, что с увеличением количества поднесущих пропорционально растет информационная скорость, при этом наблюдается существенная экономия спектра, по сравнению со стандартным многочастотным сигналом (за счет частичного перекрытия соседних поднесущих). Еще большего увеличения скорости информационного обмена можно добиться применяя многопозиционные методы модуляции. С другой стороны, увеличение позиционности модуляции увеличивает скорость передачи, но в то же время снижает её помехоустойчивость, что отражается зависимостями вероятности битовой ошибки (BER) от отношения сигнал/помеха.

Это обстоятельство надо учитывать при выборе параметров используемой для передачи данных УКВ радиолинии. Для обеспечения качественной связи в среде, когда канал передачи мало влияет на качество распространение сигнала, наиболее приоритетным параметром очевидно является скорость передачи. Наибольшей скоростью из рассмотренных видов модуляции обладает многопозиционный сигналы с большим количеством значащих позиций (например QAM-16). В условиях же малых соотношений сигнал/помеха или большой многолучевости важно обеспечить минимальное количество ошибок в ущерб скорости телеграфирования, т.е. необходимо использование видов модуляции с минимальным числом значащих позиций (например, двоичная фазовая манипуляция – BPSK).

Особенности реализации и ограничения применения алгоритмов слепого разделения сигналов в системах передачи информации

Тяпкин П.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Важенин Н.А.
МАИ, Москва

В технологиях программно-определяемого радио и когнитивного радио для компенсации помех возможно применение методов слепой обработки сигналов – таких алгоритмов разделения и выделения сигналов, которые допускают априорную неопределенность некоторых характеристик принимаемых сигналов, таких как амплитуда, несущая частота или начальная фаза сигнала. Прием должен осуществляться на несколько антенн, причем, количество разделяемых сигналов должно соответствовать количеству приемных антенн.

Алгоритмы слепой обработки сигналов базируются на применении статистик высоких порядков и используют нейросетевые технологии обработки сигналов. Все они различаются между собой по способу реализации в зависимости от изначальной задачи и области применения. Так, существуют алгоритмы, работающие по принципу метода максимального правдоподобия, градиентного спуска и работающие в фиксированной точке. Все они имеют свои преимущества и свои недостатки.

Среди недостатков методов слепой обработки сигналов стоит отметить относительно большую вычислительную сложность реализации, что создает проблемы для обработки сигналов в системах реального времени, необходимость использования M приемных антенн для разделения из принятых смесей M-1 сигналов, требование статистической независимости компонентов смеси между собой. Также предполагается, что при разделении сигналов из смесей, в их компонентах может быть лишь один сигнал с нормальным законом распределения.

В данной работе был проведен анализ методов и алгоритмов слепой обработки сигналов в системах передачи информации для борьбы с помехами и искажениями. Также было проведено исследование влияния отношения сигнал-шум на качество выделения сигналов из входных смесей с применением нескольких алгоритмов, которые различаются между собой по методу реализации. Были рассмотрены алгоритмы JADE, FastICA, SOBI и AMUSE.

Несмотря на ограничения и недостатки, методы слепой обработки сигналов могут применяться при решении специализированных прикладных задач, где принятый сигнал можно записать и впоследствии циклически обрабатывать с применением различных алгоритмов и методов.

Разработка и тестирование системы передачи цифрового видео в реальном времени для БПЛА на основе технологии SDR

Уткин В.В., Кададова А.В.
БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

На текущий момент для управления беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) используется видео изображение, которое в реальном времени транслируется на приёмник оператору. Это позволяет контролировать БПЛА, видеть, где оно находится, даже не имея визуального контакта с ним.

Для реализации этого в любительских аппаратах применяется аналоговая видеокамера с передатчиком, который передает сигнал оператору. Такое решение дешево и надежно, однако имеет низкое разрешение и дальность передачи вследствие использования аналоговой модуляции.

В полупрофессиональных коммерческих системах применяются решения на основе Wi-Fi, когда цифровой видеопоток транслируется через среду стандарта 802.11. Такое решение позволяет увеличить качество картинки и снизить энергопотребление на передачу, однако дальность передачи от применения такой системы, как правило, не увеличивается.

Для преодоления ограничений этих систем ведется разработка системы передачи видео в реальном времени на основе программно определяемого радио - software defined radio (SDR). Такая система позволяет определять модуляцию и частоту передачи сигнала с помощью программного обеспечения (ПО). В таком случае создание сигнала ведется на процессоре, а цифровой сигнал подается на цифро-аналоговый преобразователь для дальнейшей обработки. Данное решение увеличивает энергопотребление передачи, однако позволяет расширить возможности по модуляции сигнала. В качестве примера этому предлагается реализовать модуляцию DVB-T2 сигнала, который широко применяется в телевизионном (ТВ) вещании на территории РФ. Приемники цифрового ТВ доступны и применяют аналогичный SDR метод для демодуляции сигнала.

Применение такой системы позволяет достичь больших дальностей передачи за счет использования более продвинутых кодов коррекции ошибок более устойчивых к помехам, более низких частот, что делает систему более независимой от метеоусловий, и большей выходной мощности за счет более узкой полосы пропускания. Также изменение схемы модуляции не привязано к реализации и может быть выполнено путём обновления ПО.

Эти преимущества полезны при запуске, например, метеозондов, где расстояние от точки пуска может составлять несколько десятков километров. Был собран передатчик с усилителем, состоящий из устройства HackRF, подключенного к микрокомпьютеру, и написано ПО для передачи на основе открытого проекта GNU Radio. Для тестирования был проведен пуск метеозонда с установленной системой в рамках девятого всероссийского чемпионата «Воздушно-инженерная школа» («Cansat в России»), однако он оказался неудачным, и полезных данных по использованию системы вынести не удалось. В дальнейшем планируется проведение отдельных испытаний на открытой местности для проверки работоспособности.

Система анализа загрязнений атмосферного воздуха

Фахрутдинова Г.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Данилаев Д.П.
КНИТУ–КАИ, Казань

В условиях мегаполисов, промышленных зон возможно несколько источников загрязнений на ограниченных территориальных участках. Причем состав выбросов в атмосферный воздух у них может быть примерно одинаковый. Тогда возникает задача выявления основного источника выбросов, то есть определения – кто из них в настоящее время оказывает наибольшее воздействие на окружающее пространство. При этом приходиться учитывать направление и скорость воздушных потоков, перемещающих эти выбросы. Цель работы разработка прибора для выявления источника вредных выбросов в атмосферный воздух и анализа степени загрязнения атмосферного воздуха опасными газами (на примере диоксида азота).

В качестве объектов для анализа и сравнения выбросов были выбраны: полигон ТБО «Самосырово», Газораспределительная подстанция в г.Казань, и междугородняя автомобильная трасса, пролегающая между ними. Наиболее вредный газ в составе их выбросов: NO_2-диодксид азота - ядовитый газ красно-бурого цвета с резким неприятным запахом. Он распространяется на большие расстояния, обычно образуется в результате хозяйственной деятельности предприятий и/или сжигания природного газа.

В работе проведено сравнение возможных методов анализа загрязнений, их достоинств и недостатков. Показано, что оптический хемилюминесцентный метод отличается высокой избирательностью и точностью измерений и разработан специально для контроля содержания оксида азота в отходящих газах промышленных установок, автомобильных выхлопах и в атмосферном воздухе [1]. Предложен алгоритм мониторинга загрязнений, основанный на измерении концентраций загрязнений, а также скорости и направления ветра в нескольких контрольных точках на местности (не менее пяти точек). Такой алгоритм

позволяет выявить точки с наибольшей концентрацией с учетом перемещения воздушных масс и выявить источник загрязнения. В том числе в динамике, по серии наблюдений.

Для организации контроля загрязнений в контрольных точках предложена разработка устройства, включающего газоанализатор и анемометр [2]. Предложено создание единого прибора на микроконтроллере, с выводом данных на ЖК-дисплей, с записью измерений на SD-карту памяти, а также возможностью вывода данных через интерфейс на компьютер. Разработана структурная схема прибора. Разработана схема электронного цифрового блока обработки, записи данных и управления.

Таким образом, предложено создание системы идентификации источников загрязнений на основе разработанного прибора контроля и алгоритма мониторинга загрязнений.

Список использованных источников:

1. Осипов О.В. Эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Курс лекций: учебное пособие [Электронный ресурс] – Владивосток: Мор. Гос. Ун-т, 2011. – 208 с. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/20064/#1

2. Сажин С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012 – 432с.

Применение DTMF-сигналов для передачи кодированных управляющих команд в сигналах эфирных радиостанций

Хохлова А.В., Руденко Е.В.
Научный руководитель — Егоров В.В.
МАИ, Москва

В задачах гражданской обороны, дистанционного управления и удалённой корректировки времени часто возникает необходимость передачи неких управляющих команд непосредственно в эфире радиостанции. Основная особенность приёма данных команд заключается в том, что декодер принимает на вход сигнал, демодулированный и усиленный стандартным трактом приёмника, вносящим соответствующие искажения. Одним из классических способов кодирования сигналов, предполагаемых к передаче по линиям голосовой связи, является метод двухчастотного кодирования цифр, применяемый в тональном наборе номера, то есть DTMF. Для реализации обмена информацией таким способом существует специальная элементная база, однако в типовых применениях предполагается длительность каждого сигнала около 0,5 секунды и относительная тишина на линии во время передачи.

На основании проведенных экспериментов было установлено, что применяя только отдельные символы можно сократить длительность сигналов до 32 мс без снижения вероятности правильного обнаружения сигналов кода в смеси звуков, причем происходящее при этом расширение спектра снижает влияние на вероятность правильного обнаружения посторонних звуков, присутствующих в эфире, например звуков музыки или голоса диктора. Неизбежно растущая при этом вероятность ложного срабатывания может быть снижена путём применения кодирования с передачей контрольной суммы.

На данный момент на базе СКБ-4 МАИ реализован прототип такой системы, способный передавать и принимать короткие команды на частотах эфирного радио FM-диапазона со скоростью 24 бита в секунду в условиях присутствия в эфире параллельной радиопередачи. При этом в декодере сигналы обрабатываются в реальном времени и в случае правильного обнаружения кода активируют те или иные исполняющие устройства. Система реализована на недорогой и доступной элементной базе и может быть изготовлена в достаточно миниатюрном исполнении.

Реализация контроллера SDRAM на ПЛИС в рамках проекта выведении изображения с камеры

Чан Ван Куинь
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Орлов В.П.
МАИ, Москва

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания надежного и обладающего достаточным быстродействием контроллера SDRAM в задаче выведения изображения с камеры OV7670 на VGA монитор с использованием ПЛИС.

Массовый выпуск SDRAM начался в 1993 году. Первоначально этот тип памяти предлагался в качестве альтернативы для дорогой видеопамяти (VRAM), однако вскоре SDRAM завоевал популярность и стал применяться в качестве ОЗУ, постепенно вытесняя другие типы динамической памяти. Последовавшие затем технологии DDR позволили сделать SDRAM ещё эффективнее. За разработкой DDR SDRAM последовали стандарты DDR2 SDRAM, DDR3 SDRAM и DDR4 SDRAM.

В данной работе было проведено исследование чтения и записи SDRAM с использованием отладочной платы DE-0 фирмы Terasic с чипом Cyclone III фирмы Altera и реализован контроллер SDRAM с требуемыми характеристиками.

Для достижения поставленной цели, были решены следующие задачи:

• Изучена организация и принципы работы SDRAM отладочной платы DE-0 фирмы Terasic с чипом Cyclone III фирмы Altera;

• Определены в рамках проекта выведения изображения с камеры, требования к контроллеру SDRAM;

• В качестве языка описания контроллера SDRAM выбран Verilog;

• Реализация проекта проведена в среде QUARTUS II, анализ временных диаграмм контроллера SDRAM в среде VIVADO XILINX.

Для тестирования работы контроллера был использованы устройства оценки: монитор SVGA (RGB), модуль камера OV7670 и отладочная плата ПЛИС DE-0.

По результатам тестирования выявлено полное соответствие разработанного контроллера предъявленным техническим требованиям.

Список использованных источников:

1. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / пер. с англ. Соловьева В. В. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 464 с.

2. Цифровой синтез: практический курс / под общ. ред. А. Ю. Романова, Ю. В. Пансула. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 556 с.

Спектральный анализ сигналов системы Колпитца

Шоркин С.П.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Логинов С.С.
КНИТУ–КАИ, Казань

В практическом использовании формирователей хаотических сигналов на основе элементов аналоговой электроники возникают существенные проблемы с созданием сигналов на передающем и приемном конце канала связи, что серьёзно ограничивает применение подобных сигналов. Поэтому актуальность работы заключается в оценке их основных спектральных характеристик.

Цель работы состоит в анализе спектральных характеристик системы Колпитца.

Генератор Колпитца – это ёмкостная трёхточка, данная электронная схема имеет отличительную черту, так как с делителя напряжения на конденсаторах возникает сигнал в цепь обратной связи. Такое электронное устройство очень хорошее в разработке и многократно применяется, чтобы сгенерировать синусоидальные колебания на радиочастотах. В 1990-годы определили, что транзисторный генератор Колпитца в конкретной области показывает беспорядочный ход работы, который ассоциируется с нахождением странного аттрактора в фазовом пространстве.

Данный генератор получил такое название в честь его создателя Эдвина Колпитца. Генератор Колпитца для обнаружения частоты использует индуктивность (L) с ёмкостью (C). Этот генератор очень прост в использовании, так как нужна всего одна индуктивность без отводов.

Были получены оценки ширины спектра сигналов системы Колпитца методами burg и music при a=2 и a=7. Спектральный анализ сделан в среде Matlab.

В методе burg сигнал x на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0225, 0.0161, 0.0054 соответственно. Для сигнала y на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0151, 0.0137, 0.0215 соответственно. Для сигнала z на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0215, 0.0295, 0.0073 соответственно.

В методе music сигнал x на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0156, 0.0132, 0.0083 соответственно. У сигнала y на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0093, 0.0098, 0.0103 соответственно. Для сигнала z на уровнях затухания спектра -30 дб, -40 дб, -50 дб ширина спектра при a=2 меньше ширины спектра при a=7 на 0.0073, 0.0054, 0.0005 соответственно.

По результатам спектрального анализа сигналов системы Колпитца можно сделать вывод, что в методах burg и music с увеличением значения a более 7 на разных уровнях затухания спектра, ширина спектра увеличивается, что связано с более сложным поведением системы.

Список использованных источников:

1. С. П. Кузнецов. Простые электронные генераторы хаоса и их схемотехническое моделирование – Россия, 2018 – 27с.

Биконический отражатель в системе посадки беспилотного летательного аппарата

Щербачев Т.А., Снастин М.В.
Научный руководитель — профессор, Добычина Е.М.
МАИ, Москва

Современный этап развития авиационной техники характеризуется широким внедрением средств мониторинга и целеуказания. Большую роль в решении таких задач играют беспилотные летательные аппараты (БЛА). Последние разработки зарубежных фирм говорят о возможности их оснащения современными системами автономной посадки. Это актуально, когда требуется работа БЛА в труднодоступных, неосвоенных территориях, при этом на его борту находится радиоэлектронная система для реализации специализированных задач [1].

В работе исследованы вопросы, связанные с применением перспективного способа посадки БЛА путем наведения его на метку, выделяющуюся на окружающем фоне при сканировании пространства. В качестве таких объектов можно применять радиолокационные отражатели, которые должны обладать равномерными характеристиками рассеяния радиоволн в широком диапазоне углов падающей на них волны. Выбор отражателя требует специального анализа его способности взаимодействия с радиоволнами, в качестве характеристики которой используется эффективная площадь рассеяния (ЭПР). Известны отражатели в виде сфер, цилиндров, или вариаций уголков. Расчёт ЭПР таких объектов возможен аналитически [2].

Особое внимание в исследовании уделено биконическим отражателям. При правильной конфигурации именно они обеспечивают большое значение ЭПР. Достоинством биконического отражателя является равномерная диаграмма рассеяния в плоскости, перпендикулярной его оси по сравнению со всеми прочими аналогами. Однако общеизвестным его недостатком является сложность изготовления и расчета характеристик.

Использование современных средств автоматизированного проектирования объектов и новейшие технологии позволяют преодолеть этот недостаток.

В настоящей работе произведено сравнение индикатрис рассеяния биконического отражателя и плоской пластины в среде электродинамического моделирования. В экранированной безэховой камере собрана экспериментальная установка для верификации моделей и выявления факторов, влияющих на ухудшение отражательных свойств объектов в реальных условиях.

Разработанные модели и результаты проведенных измерений позволили предложить концепцию построения системы отражателей для создания необходимых условий навигации БЛА, особенно в процессе его посадки. Практические результаты работы могут быть использованы как для получения необходимых индикатрис рассеяния отдельных объектов, так и создания распределенных отражающих систем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, номер темы FSFF-2020-0015.

Список использованных источников:

1. Unmanned Aerial Vehicle Antenna Measurement Using Anechoic Chamber / E. Dobychina [etc.] // TEM Journal. 2020. № 9(4), P. 1480-1487.

2. Doerry A.W. Reflectors for SAR Performance Testing. Sandia National Laboratories.: SAND2008-0396., 2008. 58 p.

Исследование коэффициента пропускания лазерного излучения у специальных пленок

Юртаев В.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Куприянов А.И.

МАИ, Москва

В связи с постоянно усложняющейся геополитической обстановкой, либерализацией процедуры въезда и перемещения по территории Российской Федерации иностранных граждан, усовершенствованием и миниатюризацией систем наблюдения за объектами военной техники, имеет место резкое увеличение случаев несанкционированного съема информации дистанционным способом. Поэтому выполнение Требований по технической защите информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну (введены в действие Приказом ФСТЭК России) является важной и актуальной задачей, решение которой находится в рамках государственных интересов. Задача состоит в предотвращении утечки акустической информации, от объектов информатизации (выделенных помещений) по средствам оптико-электронного (лазерного) канала. Решение вышеупомянутой задачи возможно реализовать по средствам выполнения организационно-технических мероприятий в виде поклейки специальной пленки на окна выделенного помещения или установки рольставен. Использование рольставен во многих случаях дорого и сложно реализуемо, а в некоторых случаях практически невозможно. Применение пленок осложнено тем обстоятельством, что на данный момент пленок, сертифицированных по требованиям защиты информации, не существует. Поэтому создание научно-обоснованного метода исследования характеристик пленок с целью их сертификации является актуальной задачей исследования.

В ходе работы были разработаны теоретические основы методики и проведены экспериментальные исследования разных типов пленок по оценке коэффициентов пропускания и отражения в оптическом диапазоне длин волн с целью обеспечения возможности выбора образцов с минимальными значениями указанных коэффициентов. В результате проведения исследований было получено значение коэффициента пропускания лазерного излучения колеблющегося в диапазоне от 0,1 до 9%. Данный результат показывает, что для выделения информативного сигнала из модулированного оконной поверхностью сигнала необходимо установить лазерный микрофон в непосредственной близости от окна. Так как такое размещение лазерного микрофона нецелесообразно, а во многих случаях невозможно, то исследуемая пленка может использоваться как средство защиты выделенных помещений при условии сертификации данной пленки и совместного использования с активными средствами виброакустической защиты оконных поверхностей.

Секция №4.2 Технологии производства радиоэлектроники

Методы защиты полимерных материалов от воздействия микробиологических агентов

Аболенцев А.С., Щур П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва

Полимерные материалы активно используются в различных отраслях современной микроэлектронной промышленности и в высокоточной технике как основа для печатных плат, в пищевой промышленности в качестве «активной» антимикробной упаковки, однако полимерные материалы подвержены биодеструкции, являясь питательной средой для микроорганизмов, ввиду чего полимеры подвержены разрушению, что снижает срок службы приборов в зависимости от агрессивности биологической среды.

Для защиты от биодеструкции используются 2 основных методы борьбы:

1) Борьба с образовавшейся биоплёнкой.

Примером этого служит самый трудоемким способ — протирка поверхности биоцидными средствами. Для реализации данного метода приходиться извлекать плату из корпуса и протирать ее, что не всегда является возможным, что так же говорит о неэффективности данного метода во многих ситуациях. Также используются методы на основе ультразвуковой и ультрафиолетовой очистки.

2) Предотвращение образование биоплёнок. К этим методам относятся:

• Инкапсуляция - встраивание в материал активного вещества препятствующего, появлению и размножению микроорганизмов на поверхности материала, примером может являться серебро, встраиваемое в материал. Механизмом, который обеспечивает уничтожение микроорганизмов является разделение парных нитей ДНК с помощью встроенного в поверхность серебра [1]. В данном случае на поверхности материала формируются наночастицы серебра, которые в свою очередь нарушают связь между белками в микроорганизмах и ДНК структурами. Очевидным недостатком данного метода является сложность образования серебряных наноструктур, а также дороговизна серебряных наноструктур на поверхности серийных образцов.

• Формирование антимикробных пленок с определёнными рельефом, убивающим бактерии на поверхности полимера. Примером таких поверхностей являются барьерные слои, полученные обработкой поверхности полимера ионами газа CF 4 и N 2 +O 2[2]. В данном случае на поверхности полимера формируется “пикообразный” рельеф, способствующий повреждению, внешней оболочки микроорганизма, что приводит его к гибели, однако данный способ плох тем, то через какое-то время останки микроорганизмов скапливаться на поверхности, “пиков” образуя “островки”, на которые оседают новые микроорганизм, уже способные начать поглощать сформированную из отмерших мембран клеток биопленку, после переходя уже непосредственно к полимеру и разрушая его.

• Формирование на поверхности полимера антиадгезионных по отношению к микроорганизмам фторуглеродных покрытий, обладающих поверхностным зарядом, способным отталкивать те или иные микроорганизмы, в виду совпадения полярности их заряда [3]. Однако, ввиду того что микроорганизмы заряжены по-разному, одни микроорганизмы будут отталкиваться от поверхности, а другие, наоборот, притягиваться, поэтому заряд поверхности стоит выбирать исходя из условий эксплуатации данного полимера. Главной проблемой, с которой мы сталкиваемся при использовании данного метода, это непостоянство заряда на поверхности материала.

Из вышесказанного можно сделать вывод о необходимости изучать такие методы как формирование антимикробных пленок в частности фторсодержащие и изучение влияния поверхностного заряда на антимикробные свойства поверхности полимера в виду их

относительной дешевизны, эффективности, а также отсутствие участия человека в процессе эксплуатации изделия на основе полимерного материала. А также более подробное изучение влияния различных факторов на скорость изменения поверхностного заряда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90092.

Список использованных источников:

1. Sadoon A. A. et al. Silver ions caused faster diffusive dynamics of histone-like nucleoid-structuring proteins in live bacteria //Applied and environmental microbiology. – 2020. – Т. 86. – №. 6.

2. Елинсон В. М., Лямин А.Н., Щур П.А., Хазиев Б.С. Наноструктурирование поверхности полимеров ионно-плазменными технологиями для повышения их антибактериальных свойств //Наноматериалы и наноструктуры-XXI век. – 2014. – №. 4. – С. 23-28.

3. Elinson V M, Shchur P A, Kukushkin D Y Surface charge of polymer materials modified by nanostructured fluorocarbon coatings // IOP Publishing Ltd, Journal of Physics: Conference Series Volume 1713 (2020) 012016 https://doi.org/10.1088/1742-6596/1713/1/012016

Исследование гидрофилизации поверхности материалов радиоэлектроники при помощи низкотемпературной плазмы атмосферного давления

Ананьев Г.И.

Научный руководитель — к.т.н. Шведов А.В.

МАИ, Москва

Модификация поверхности материалов является ключевым фактором развития производства современных радиотехнических устройств. К таким материалам можно отнести полимерные материалы и углеродные материалы с высокой удельной поверхностью, такой как бусофит. Бусофит используется как перспективный электродный материал наравне с графеном и углеродными нанотрубками. Применение бусофита, модифицированного при помощи магнетронного распыления, позволяет получить электродный материал накопителей энергии (сверхъёмкие конденсаторные структуры) с относительно высокими удельными ёмкостными характеристиками для конденсаторных структур [1].

Гидрофилизация (или смачивание) подобных материалов позволяет получать поверхностный слой, обеспечивающий не только лучший контакт жидкости с материалом, но и лучшее качество пропитки с используемыми жидкими смесями, применяемыми в производстве радиоэлектронных компонентов. Одним из основных параметров, характеризующих смачивание поверхностей жидкостью является краевой угол смачивания, то есть угол, который образуется на стыке твердой, жидкой и газовой фаз между твердой поверхностью и касательной к поверхности жидкости. [2]. Целью данной работы было установление зависимости краевого угла смачивания от расстояния плазмотрон-подложка обработанной поверхности полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с нанесенным углеродным покрытием методом осаждения из газовой фазы при атмосферном давлении, а также оценка воздействия низкотемпературной атмосферной плазмы на углеродный электродный материал (Бусофит УЛ-50) для перспективных накопителей энергии (сверхъёмкие конденсаторные структуры).

Формирование углеродных покрытий и обработка низкотемпературной плазмой атмосферного давления производилась на экспериментальной установке, состоящей из низкочастотного плазмотрона (НЧ-плазмотрона) атмосферного давления, газового блока и блока ЧПУ. Получение углеродных покрытий обеспечивалось подачей газовой смеси аргона с парами циклогексана (C6H12). Обработка углеродного электродного материала производилась с использованием аргона. Для исследования краевого угла смачивания использовался горизонтальный микроскоп марки “МГ” с гониометрической приставкой.

Была установлена зависимость краевого угла от расстояния плазмотрон-подложка, а также концентрации C6H12 с последующим установлением факта снижения контактного угла смачивания до 25 градусов при уменьшении концентрации C6H12 до 2%. Было

выявлено влияние обработки низкотемпературной плазмы на процессы гидрофилизации приповерхностного слоя полимерного материала параллельно процессу осаждения углеродных покрытий из газовой фазы при атмосферном давлении. Сформированные покрытия не только обеспечивали повышенную механическую и УФ защиту полимерного материала, а также купировали процессы гидрофобного восстановления на его поверхности. Таким образом, подобный слой мог использоваться в качестве конденсационной поверхности для накапливания жидкости в системах фильтрации и климат-контроля. В рамках данной работы помимо ПЭТФ была произведена модификация Бусофита УЛ-50 для увеличения гидрофильности материала, которая позволила увеличить качество вакуумной пропитки электролитом. Обработанные образцы бусофита были пропитаны смесью электролита $LiCoO2$ и пропиленкарбонатом методом вакуумной пропитки при давлении ~5*102 – 1*103 Па в течение 30 минут с подогревом ванночки для пропитки до температуры 70°C. Далее были упакованы как ячейки сверхъёмких конденсаторных структур с последующим измерением их заряд-разрядных характеристик. Наибольшее влияние на ёмкость ячеек оказало расстояние плазмотрон-подложка 12 мм. Это связано с увеличенным энерговкладом в протекающий газовый разряд, позволяющий добиться увеличения энергии бомбардирующих заряженных частиц и получения большего числа химически активных частиц диссоциации воздуха O, OH, NO, $NO2$ [4]. Дальнейшее уменьшение расстояния плазмотрон-подложка до 9 мм приводило к снижению ёмкости и увеличению внутреннего сопротивления (ESR), за счёт сокращения объёма в котором происходит взаимодействие плазменного пучка с окружающим атмосферным воздухом.

Список использованных источников:

1. Шведов. А.В., Слепцов В.В., Елинсон В.М. Команов А.П. Модифицирование электродного материала накопителей энергии ионно-плазменным методом атмосферного давления // Материалы XV международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология», М.: Новелла. 2020, С. 169 — 174
2. Hiramatsu M., Hori M. Carbon Nanowalls: Synthesis and emerging applications. Vienna: Springer Vienna, — 2010. 166 p.
3. Huhtamäki, T., Tian, X., Korhonen, J.T. et al. Surface-wetting characterization using contact-angle measurements. Nat Protoc 13, 1521–1538 (2018).
4. Шведов А.В. Автореферат диссертации «Исследование и разработка процессов модификации поверхности полимерных материалов микро- и оптоэлектроники на основе низкочастотного газового разряда плазмы атмосферного давления» (2020), Москва, 23 с.

Перспективные металло-воздушные аккумуляторы как альтернатива литий-ионным аккумуляторам

Дителева А.О., Дителева Е.О.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Слепцов В.В.

МАИ, Москва

В последние годы в автомобильной промышленности литий-ионные аккумуляторы с высокой плотностью энергии рассматриваются как идеальный источник питания для электромобилей и гибридных электромобилей. Однако проблема безопасности и высокая стоимость, наложенное материалом электрода, затрудняют использование Li-ионных аккумуляторов. В качестве альтернативы перспективными являются литий-воздушные аккумуляторы. Принцип работы таких аккумуляторов основан на окислительно-восстановительных реакциях между металлом и кислородом. Анод Li-воздушного аккумулятора обычно представляет собой литий-металл, а катод углеродную матрицу с катализатором. Теоретическая удельная энергия Li-воздушного аккумулятора привлекательна и составляет 5580 Вт*ч/кг, однако, литий настолько реактивен, что можно столкнуться с рисками безопасности. Другие металлы, такие как Zn, Mg и Al, которые менее реакционноспособны и более распространены, в настоящее время более пригодны для применения в металло-воздушных аккумуляторах. Теоретическая удельная энергия

Zn-воздушного аккумулятора составляет 1370 Вт*ч/кг. Этим она уступает Li–воздушным аккумуляторам, но не Li-ионным аккумуляторам. Кроме того, аноды из Zn являются недорогими, безопасными, экологически чистыми и, что более важно, перезаряжаемыми. Электрически перезаряжаемый цинк-воздушный аккумулятор может стать альтернативой литий-ионным аккумуляторам и применяться в крупномасштабных накопителях энергии и бытовой электронике. Однако электроосаждение в процессе подзарядки приводит к образованию дендритов, что в конечном итоге может привести к короткому замыканию в ячейке и выходу из строя Zn-электрода, что ограничивает срок службы перезаряжаемому Zn–воздушному аккумулятору. Аноды из Mg являются еще одной привлекательной альтернативой Li-анодам из-за их безопасности, экологичности и низкой стоимости. Аноды из Mg также перспективны для применения в биоразлагаемых или биосовместимых источниках питания из-за их нетоксичности. Теоретическая удельная энергия у магний-воздушных аккумуляторов составляет 2789 Вт*ч/кг. Однако Mg настолько реакционноспособен, что даже в щелочном растворе он проявляет высокую скорость коррозии, что значительно снижает кулоновскую эффективность. Другой основной проблемой анода из Mg является поляризация из-за осаждения нерастворимого гидроксида магния на поверхности анода, в результате практическое напряжение ячейки составляет 1,2 В вместо теоретически возможного 3,1 В. Al–воздушные аккумуляторы вырабатывают электричество в результате реакции кислорода с алюминием. Такие аккумуляторы имеют одну из самых высоких теоретических удельных энергий из всех аккумуляторов (6000-8000 Вт*ч/кг.). Но они имеют высокую стоимость анода и проблемы с удалением побочных продуктов при использовании традиционных электролитов. Анод предлагают изготавливать из вторично переработанного гидратированного оксида алюминия. Al–воздушные аккумуляторы могут стать эффективным решением для морских применений благодаря их высокой плотности энергии, низкой стоимости и отсутствием каких-либо выбросов в месте использования. Таким образом, металло-воздушные аккумуляторы, обладающие исключительно высокой удельной энергией и демонстрирующие другие идеальные характеристики, такие как низкая стоимость, экологичность и безопасность, рассматриваются как перспективные кандидаты следующего поколения источников питания.

Перспективы использования полититаната калия в качестве электродов для источников питания

Ковалев И.А., Коробейников Е.В., Мельников А.Б.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Слепцов В.В.
МАИ, Москва

В настоящее время появилось множество работ, посвящённых различным соединениям оксида титана с солями лития. Такие композиционные материалы представляют интерес в качестве катодных и анодных материалов литиевых источников питания.

Полититанат калия (ПТК) является одним из наиболее перспективных материалов. Кристаллическая структура частиц полититаната калия построена из двойных слоёв, сформированных титан-кислородными октаэдрами. В межслойном пространстве ПТК расположены ионы гидроксония, калия и некоторое количество молекулярной воды. Благодаря слоистой структуре и присутствию в составе ПТК воды позволяют рассматривать его как твёрдый электролит. Минусом является хрупкость керамического ПТК, что не позволяет использовать материал в рулонных технологиях. В данной ситуации применение тонкие полимерные плёнки, наполненные микро- и наночастицами полититаната калия. Такие плёнки могут применяться при изготовление суперконденсаторов и химических источников тока [1].

Также возможна модификация титановых электродов с целью получения на поверхности электродов пленки ПТК.

Максимальное рабочее напряжение у большинства литиевых накопителей энергии не превышает 3-4 В. Титановые электроды, модифицированные в щелочных и кислотных

растворах позволяют достигать высоких рабочих напряжений (до 6 В) [2]. Поэтому применение модифицированных титановых электродов весьма перспективно. В дальнейших перспективах исследования в данной области должны позволить повысить рабочие напряжение литиевых накопителей энергии.

Модификация углеродного волокна «Бусофит» нанослоями хитозана (обзор)

Коробейников Е.В., Щур П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва

Активированная углеродная ткань Бусофит получает широкое распространение и исследователи постоянно находят новое способы применения этого материала в различных областях. Бусофит уже зарекомендовал себя как фильтр для очистки воздуха и воды; фильтр для тонкой очистки в нефтеловушках; на основе Бусофита создаются медицинские углеродные бинты; а также Бусофит служит материалом электродов в конденсаторах и ионисторах. Модификация углеродной ткани позволяет усилить, изменить или придать ей новые свойства. Одним из способов модификации является нанесение на поверхность углеродной ткани нанослоёв хитозана [1].

Хитозан это природный полимер получаемый при деацетилировании хитина из панцирей морских обитателей, панцирей насекомых, грибов и дрожжевых клеток. Хитозан имеет уникальную комбинацию свойств, таких как способность образовывать мембраны, высокая проницаемость по отношению к воде, хорошая адгезия, биосовместимость, нетоксичность, высокая механическая прочность и восприимчивость к химической модификации вследствие присутствия амино- и гидроксильных групп. Преимуществом, которое делает хитозан превосходящим другие полисахаридные полимеры, является простота химических модификаций в структуре, особенно в положении C-2, которые обеспечивают производные с различными характеристиками, с потенциальным использованием в различных областях [2].

Углеродные волокна с высокоразвитой поверхностью хорошо сорбируют хитозан. При обработке в анодной области поверхность волокна подвергается окислению с формированием большого количества разнообразных кислородсодержащих групп. Сорбенты, получаемые при анодном окислении исходных углеродных материалов в присутствии биополимера, будут содержать на поверхности углеродной матрицы функциональные группы, типичные для окислительной её обработки, и протонированные аминогруппы биополимера. В катодной области осаждается нерастворимая форма хитозана, следовательно, толщину пленки биополимера на поверхности можно регулировать изменяя параметры электрохимического процесса [3].

Список использованных источников:

1. V. V. Sleptsov, P. A. Shchur, D. Yu. Kukushkin, I. A. Kovalev, E. V. Korobeinikov and A. B. Melnikov. Universal electrode materials for CCS and SC based on carbon textile «Busofit». IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1281 (2019) 012077 doi:10.1088/1742-6596/1281/1/012077

2. Ahmed, T. A. Aljaeid, B. M. Preparation, characterization, and potential application of chitosan, chitosan derivatives, and chitosan metal nanoparticles in pharmaceutical drug delivery // Drug Design, Development and Therapy. – 2016. Vol. 10. P. 483-507

3. Земскова Л. А., Шевелёва И. В. Модифицированные сорбционно-активные углеродные волокнистые материалы/ Рос. хим. ж. (ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 2004, т. XLVIII, №5, стр. 53-57

Защита полимерных материалов от биодеструкции с помощью электретных структур

Кочетов В.А., Щур П.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Елинсон В.М.
МАИ, Москва

В современном мире под термином «биодеструкция» понимают совокупность физических и химических процессов которые совершаются живыми микроорганизмами и приводят к разрушительному воздействию на поверхности полимерных материалов [1]. Данный процесс ограничивает применение полимерных материалов во всех сферах науки и техники, а наносимый вред от образования биопленок не позволяет сохранять свойства продукции долгое время [2].

Нашим коллективом был изучен и обоснован наиболее оптимальный метод борьбы с адгезией колоний микроорганизмов на поверхности полимерных материалов, связанных защитным внеклеточным матриксом. Его принцип заключается в формировании антиадгезионных по отношению к вредоносным биологическим агентам барьерных слоев на поверхности полимерного материала. В качестве модельного полимера был выбран полиэтилентерефталат (ПЭТФ). С помощью данного полимера возможно осуществлять получение микро– и нанофлюидных диодов, на основе трековой мембраны с асимметрией проводимости [3]. Также, из такого полимера возможно получение изолирующей трековой мембраны для лечения буллезной кератопатии [4]. Своего рода, это патология роговицы, характеризующаяся отеком оболочки, поражением эпителиального слоя с формированием специфических «булл». Трековые мембраны из ПЭТФ могут служить оптимальным материалом для корнеального имплантата, так как способны обеспечивать избирательную проницаемость жидкости в целях поддержания обменных процессов роговой оболочки.

Формирование антиадгезионных барьерных слоев возможно при условии проведения ионной обработки и последующего нанесения фторуглеродных пленок из плазмообразующей смеси CF4 + C6H12 [2].

Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на антиадгезионные и антимикробные свойства, является формирование электретных состояний на поверхности полимерного материала, так как известно [2], что микроорганизмы имеют заряд и, придавая определенный заряд поверхности, возможно добиться отталкивающего эффекта.

Измерения электретных состояний было проведено с помощью измерения поверхностной плотности электрических зарядов на пленках в трех точках по ГОСТ 25209-82 «Пластмассы и пленки полимерные. Методы определения поверхностных зарядов электретов». На основе полученных результатов, стало возможным, изучить влияние технологии обработки и нанесения плазмообразующей смеси CF4+C6H12 на величину и стабильность заряда, а следственно и на антимикробную активность.

Покрытие, нанесенное на ПЭТФ применяют в качестве упаковок для различных сфер производства. Оно способно эффективно подавлять развитие микроорганизмов и тем самым продлевать срок хранения продуктов без использования консервантов и других пищевых добавок. Антимикробные пленки следует наносить внутри упаковки для наилучшего эффекта.

На основе полученных данных были сделаны следующие выводы:

• Величина отрицательного поверхностного заряда значительно уменьшается при обработке ПЭТФ ионами CF4 в течение 30 минут, а значения грибостойкости уменьшаются на 1 балл.

• При обработке ПЭТФ в течение 30 минут ионами CF4 и дальнейшем нанесении фторуглеродного покрытия 40% CF4 + 60% C6H12 рост плесневых грибов не был выявлен, что свидетельствует о формировании антиадгезионных покрытий по отношению к плесневым грибам, при этом поверхностный заряд имел положительный знак.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-32-90092.

Список использованных источников:
1. V.M. Elinson, P.A. Shchur and O.A. Silnitskaya. «Multifunctional polymer materials with antifungal activity, modified by fluorocarbon films by methods of ion-plasma technology», IOP Publishing Ltd, Journal of Physics: Conference Series, Volume 1121 012012, conference 1, pp 1-3;
2. Elinson V.M., Shchur P.A., Kukushkin D.Y. Surface charge of polymer materials modified by nanostructured fluorocarbon coatings // IOP Publishing Ltd, Journal of Physics: Conference Series Volume 1713 (2020) 012016;
3. Л. И. Кравец, М. Ю. Яблоков, А. Б. Гильман, А. Н. Щеголихин, B. Mitu, G. Dinescu Микро- и нанофлюидные диоды на основе трековой мембраны из Полиэтилентерефталата // Химия высоких энергий, 2015, том 49, № 5, с. 410–418;
4. Пичугин В.Ф., Филиппова Е.О. Разработка изолирующей трековой мембраны на основе Полиэтилентерефталата для лечения буллезной кератопатии // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Томск, 2017 г., с. 13-54.

Исследование рельефа и оптических свойств фторуглеродных покрытий, полученных НЧ-плазмотроном при атмосферном давлении

Мурныкина В.В., Черняева И.Ю.
Научный руководитель — к.т.н. Шведов А.В.
МАИ, Москва

Развитие современных технологий во многом зависит от исследований и разработок в области перспективных материалов и методах их модификации. К подобным материалам можно отнести такие распространённые полимеры как полиэтилентерефталат (ПЭТФ) и полистирол, которые остаются одними из самых востребованных материалов при производстве оптических и радиоэлектронных компонентов. Однако полимерные материалы не лишены некоторых принципиальных недостатков, к которым можно отнести повышенное влияние окружающей среды и старение, приводящих к деградации и ухудшении физических и оптических качеств. С целью улучшения эксплуатационных качеств и увеличения жизненного цикла изделий из полимерных материалов применяют осаждение из газовой фазы тонких защитных покрытий. Формирование покрытий на основе фторуглеродных плёнок имеет ряд преимуществ: благодаря такому качеству углерода, как формирование слоёв с практически полностью компенсированными валентными связями; а химическая инертность, механическая и термическая стойкость фторуглеродных плёнок позволяет защищать поверхности различных материалов, в том числе применяемых в оптоэлектронике, от внешних воздействий окружающей среды, а также проводить изоляцию электронных компонентов.

Осаждение из газовой фазы защитных покрытий производится преимущественно с использованием плазменных методов в вакууме, однако за последнее время всё больше работ стало посвящаться применению низкотемпературной плазмы атмосферного давления, в виду отсутствия необходимости создания и поддержания вакуума и доступности необходимого оборудования. В настоящей работе был применён низкочастотный плазмотрон низкотемпературной плазмы (НЧ-плазмотрон) с выходной мощностью 60 Вт, монтированный на блок ЧПУ для прецизионного контроля скорости перемещения сопла НЧ-плазмотрона над поверхностью обрабатываемого материала и других геометрических параметров нанесения. Работа НЧ-плазмотрона обеспечивалась подачей газовой смеси, состоящей из плазмообразующего и транспортного газа (Ar и CF4 соответственно) и пленкообразующего газа (пары C6H12).

Топология покрытий была рассмотрена при помощи атомно-силовой микроскопии. Для сравнения были взяты углеродные покрытия, представлявшие собой тонкий слой в виде строго ориентированных линий, вдоль которых осуществлялось перемещение сопла НЧ-плазмотрона во время процесса нанесения с незначительным количеством пиков. Топология фторуглеродных покрытий представляет совершенно иной характер: процессы травления, проходящие одновременно с процессами осаждения за счёт двухкомпонентной газовой

смеси (CF4 + C6H12), приводили к формированию структурированного поверхностного слоя с повышенной плотностью пиков, фиксированным расстоянием между ними и одинаковой высотой (до 20 нм). Среднеквадратичное отклонение шероховатости поверхности (Sq) составило 20 ± 2 нм.

Оптические свойства фторуглеродных покрытий были рассмотрены при изучении спектров поглощения, которые были получены на образцах ПЭТФ. Все спектры были сформированы в спектральном диапазоне от 190 – 600 нм, относительно исходного образца ПЭТФ. Расстояние плазмотрон-подложка оказывает существенное влияние на интенсивность поглощения до длины волны 300 нм, это обусловлено получением продуктов диссоциации плёнкообразующей и смеси, связанной с концентрацией C=C; C≡C связей; и имеющие пики в спектральном диапазоне 160 – 310 нм. С увеличением расстояния плазмотрон-подложка увеличивается содержание рекомбинированных заряженных частиц и продуктов диссоциации с атмосферным воздухом, где в первую очередь рекомбинации подвергаются связи, имеющие более низкой порог ионизации и более низкий заряд, такие как –H, C–H, N и NO. Поглощение относительно исходного ПЭТФ фторуглеродных покрытий, имеет отрицательные значения за исключением полосы поглощения (C–C). Увеличение скорости перемещения позволяет добиться смещения спектров поглощения покрытия к 0, что позволяет предположить формирование тонкого слоя с высокой концентрацией C–C связей.

Исходя из полученных данных об оптических свойствах покрытий, полученных НЧ-плазмотроном при атмосферном давлении, можно сделать вывод о целесообразности использования

фторуглеродных структур для защиты изделий и компонентов, опто- и радиоэлектроники, таких как фоторезисторы, диоды, оптические матрицы, содержащие полимерные материалы от негативных воздействий окружающей среды.

Оценка целостности процессов аналитического управления допусками номиналов электронных компонентов на ранних технологических стадиях и формирования гибкого адаптивного саморазвивающегося информационного пространства изделия

Рахметов И.А., Кенжахметов Ж.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.
РГАТУим. П.А. Соловьева, Рыбинск

Вопросы эффективного управления качеством проектирования и производства радиоэлектронных средств и систем была и остаётся важной и сложной задачей, требующей детального исследования и создания единого информационного пространства изделия. Это информационное пространство представляет собой сквозную комбинированную модель, объединяющую аналитические и функционально-параметрические модули каждого этапа: схемотехнического, конструкторского, технологического, испытательного, эксплуатационного.

Указанная комбинированная модель изделия может быть создана на основе т.н. «умных сред» (smart environments), которые представляют собой интеллектуальные аналитические электронные системы и выполняют функцию наукоёмкого объединяющего аналитико-производственного каркаса изделия. Интеграция «умных сред» с системами сквозного автоматизированного проектирования, имеющими встроенные, хорошо развитые аналитические платформы, позволит оперативно и эффективно решать задачи формирования гибких, адаптивных, саморазвивающихся компьютерных моделей. Подобная технология может быть охарактеризована как «умный цифровой двойник» или как современная парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения [1, 2].

Задачей создания комбинированных моделей электронных изделий и исследования их возможностей и ограничений при использовании в реальных производственных процессах

занимается секция «Производственная аналитика» студенческого конструкторско-технологического бюро кафедры РТС РГАТУ имени П.А. Соловьёва. Работа проводится в рамках сотрудничества с предприятием-партнёром «Рыбинский завод приборостроения».

Ранее были показаны результаты использования дифференциального метода для решения прямой и обратной статистических задач назначения необходимых и достаточных допусков на номиналы пассивных электронных компонентов [3, 4].

Исследования проводились для фрагментов R-L-C цепей, выполняющих функции ФНЧ, ФВЧ, ППФ. Для решения прямой и обратной задач были разработаны аналитические модели в среде CAM MathCAD. Для подтверждения повторяемости результатов была привлечена студенческая группа старшего курса, выполняющая компьютерное моделирование и статистическую обработку результатов 19-ти вариантов электрических цепей, из которых не менее 70% составляли цепи, имеющие явно выраженный (выходное напряжение превышало входное) и скрытый (выходное напряжение стремилось к единице) резонанс. Для полноты эксперимента и достижения целостности конечного результата и вычисления и поведенческое прогнозирование проводились для допусков двух видов: равный вклад (допуски всех компонентов индивидуальные и различные) и равный допуск (допуски всех компонентов групповые и равные между собой).

В результате выполненной работы было доказано, что для резонансных цепей расчёт допусков номиналов электронных компонентов не однозначный, и, в большинстве случаев, на частотах равных резонансной и близких к ней, прогнозирование поведения оцениваемого выходного параметра невозможно при использовании допусков «равного вклада». При этом, расчёт по формату «равный допуск» позволяет корректно прогнозировать поведение выходного параметра как минимум для цепей со скрытым резонансном. С другой стороны, введение дополнительной частоты, имеющей отстройку (по оси абсцисс) от резонансной на величину половины напряжения резонанса, позволяет корректно вычислять допуски в обоих форматах.

В настоящее время коллектив СКтБ РТС проводит работы по созданию и исследованию моделей активных частотно-избирательных устройств на основе операционных усилителей и оценки выполнения анализа по уровню -3 дБ (уровню формальной полосы пропускания большинства радиоэлектронных устройств и блоков). Также как и ранее, результаты исследований будут апробированы в профильном компьютерном практикуме студенческой группы направления подготовки 11.03.03.

Список использованных источников:

1. Исследование вопросов непрерывного управления допусками функциональных компонентов радиоэлектронных средств / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Молодежь и будущее авиации и космонавтики. 12 ВММК НТРиП в области авиационной и ракетно-космической техники и технологий. МАИ. Москва. 2020. С.193-196

2. Аналитическое непрерывное управление допусками электронных компонентов радиоэлектронного изделия на стадиях жизненного цикла проектирования и производства / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития. 5-я ВМНК. ТГТУ, Тамбов. 2020. С.60-61

3. Анализ особенностей и ограничений аналитического метода расчёта допусков номиналов электронных компонентов / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Гагаринские чтения. XLVI ММНК. МАИ. Москва, 2020. С.357-358

4. Комбинированная компьютерная модель для решения прямой и обратной задач по расчёту и анализу допусков электронных компонентов / Кенжахметов Ж.Е., Рахметов И.А., Печаткин А.В. // Гагаринские чтения. XLVI ММНК. МАИ. Москва, 2020. С.892-893

Исследование оптических свойств углеродных покрытий, полученных при помощи НЧ-плазмотрона

Садеков Э.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Шведов А.В.
МАИ, Москва

Современная оптоэлектроника охватывает всё новые области народного хозяйства, в связи, с чем возникает потребность в дополнительной защите оптических компонентов устройств от негативных воздействий окружающей среды. Особенно остро стоит вопрос защиты компонентов, состоящих из полимерных материалов, которые подвергаются процессам старения и деградации под влиянием повышенной влажности и УФ-излучения. Формирование защитных покрытий на основе углерода при помощи неравновесной низкотемпературной плазмы атмосферного давления позволяет создавать барьерный слой на поверхности полимерного материала, который приводит к минимизации процессов деградации материала за счёт изменения смачиваемости поверхности и улучшения механических свойств [1].

Исследование оптических свойств углеродных покрытий позволяет детально изучить процессы осаждения из газовой фазы неравновесной низкотемпературной плазмы атмосферного давления [2], а также выявить возможное влияние атмосферного воздуха и содержащихся в нём газов и соединений на химический состав получаемых покрытий.

Для нанесения углеродных покрытий использовалась экспериментальная установка, в состав которой входит низкочастотный плазмотрон атмосферного давления (НЧ-плазмотрон) мощностью около 60 Вт. Плазмотрон генерирует 500 – 1000 квазистатических разрядов за секунду, которые воспринимаются глазом как плазменный пучок диаметром 5 – 10 мм с температурой 40 – 50 ºС. Формирование покрытий осуществлялось за счет подачи в сопло экспериментальной установки смеси плазмообразующего транспортного газа (аргон) и пленкообразующего газа (пары циклогексана C6H12). При помощи блока ЧПУ были реализованы несколько режимов работы установки: локальный (точечный), матричный (многоточечный) и динамический (непрерывный) [1].

Исследование оптических свойств производилось при детальном рассмотрении спектров оптического поглощения. на подложках из полиэтилентерефталата (ПЭТФ). С целью исключения влияния ПЭТФ на получаемые спектры, была произведена калибровка спектрофотометра по исходному, необработанному образцу ПЭТФ. Таким образом, значение поглощения на всех спектрах имело величину относительно исходного образца ПЭТФ в спектральном диапазоне 190 – 600 нм.

Были исследованы оптические и физико-химические свойства углеродсодержащих покрытий, полученных при помощи нестационарного НЧ-плазмотрона низкотемпературной плазмы атмосферного давления. Исследование спектров поглощения позволило установить влияние параметров формирования углеродных покрытий на интенсивность поглощения в УФ – видимом диапазоне. Было установлено влияние химического состава газовой смеси на амплитуды пиков спектральных диапазонов, соответствующим конкретным химическим связям [3]. Практически все спектры имеют полосу поглощения в диапазоне 306 – 310 нм, которая характерна для энергетического перехода C–C связей. Во время проведения исследований фиксировался ряд пиков, где значение поглощения резко изменялось в малом спектральном диапазоне, означающее увеличение концентрации тех или иных химических связей. Была произведена оценка влияния всех параметров работы НЧ-плазмотрона и блока ЧПУ на химический состав получаемых покрытий, а именно – режим нанесения (локальный, матричный и динамический) пленкообразующей смеси газов и расстояние между плазмотроном и подложкой. Была исследована ширина запрещённой зоны по методу Тауца в зависимости от режима нанесения, величина которой составила в среднем 4,09 эВ в локальном, 4,22 эВ в матричном и 4,35 эВ в динамическом режимах осаждения.

Исследования показали, возможно получение функциональных слоёв с заданными значениями поглощения в определённых диапазонах длин волн, которые могут найти

применение в устройствах интегрированной оптики и оптических компонентах радиоэлектроники, состоящих из проводящих полимерных материалов.

Список использованных источников:

1. Elinson, V.M., Shvedov, A.V., Bogdanova, Y.G. The formation processes of carbon coatings produced by low frequency plasmatron at atmospheric pressure in matrix mode of deposition // Journal of Physics: Conference Series, 2018, 1121(1), 012013
2. R.A. Wolf, Atmospheric Pressure Plasma for Surface Modification, Wiley, 2012, 264 pages, ISBN: 978-1-118-54755-7
3. Панков Ж. «Оптические процессы в полупроводниках»; М., Мир, 1973 год – стр. 44-63.

Исследование параметров термокаталитических сенсоров с различными катализаторами платиновой группы для эффективного детектирования водорода

Талипов В.А., Иванов И.И.
Научный руководитель — д.т.н. Баранов А.М.
МАИ, Москва

Водородная энергетика является одним из перспективных направлений развития человечества, которая становится все боле востребованной в связи с переходом к «зеленой энергетике» и отказом от углеводородных источников энергии.

Водород является взрывоопасным газом, при этом обладает высокой проникающей способностью. Поэтому для обеспечения безопасности при использовании водорода необходимо проводить постоянный мониторинг его концентрации в воздухе. Одним из устройств, предназначенных для этой цели, является термокаталитический сенсор.

Обычно для детектирования водорода используют термокаталитические сенсоры с тем же катализатором, который применяют для детектирования углеводородов, как правило это платиновая и палладиевая чернь. Начало процесса окисления углеводородов в присутствии платино-палладиевой черни происходит при температуре выше 200 °C. У водорода в присутствии такого рода катализатора температура горения значительно ниже и, фактически, соответствует комнатной. С точки зрения безопасности это является недостатком подобных катализаторов, так как может спровоцировать начало горение водорода даже на неработающем сенсоре. Поэтому для детектирования водорода необходимо разработать новый катализатор.

В работе проведено исследование, направленное на изучение параметров термокаталитических сенсоров с различными катализаторами платиновой группы: платины, палладия, смеси платины и палладия, иридия, родия, а также трехкомпонентных систем (платины, палладия, иридия и платины, палладия, родия) при их взаимодействии с водородом.

Для проведения исследования были выбраны сенсоры, серийно выпускаемые фирмой ООО «НТЦ ИГД», которые имеют диапазон рабочих напряжений от 2,8 В до 3 В. Сенсоры подключались к измерительному стенду, работа которого основана на измерении по принципу схемы моста Уитстона. Стенд был помещен в рабочую камеру, в которую подавали поверочную газовую смесь с концентрацией водорода воздухе 2,06 % об. Регистрацию зависимости отклика мостовой схемы от приложенного напряжения проводили в режиме цикла разогрева и последующего охлаждения сенсора. Питающее напряжение мостовой измерительной схемы подавали от 0 до 4 В с шагом в 50 мВ.

По полученным данным была рассчитана удельная чувствительность к водороду для сенсоров с катализаторами различного типа и построены S-образные зависимости чувствительности термокаталитических сенсоров от приложенного напряжения.

Исходя из полученных результатов был сделан вывод о том, что для детектирования водорода довзрывоопасных концентраций наиболее предпочтительными являются катализаторы, содержащие иридий и родий так как в присутствии иридия и родия реакция

окисления водорода начинается при температуре выше 250 °С. Было показано, что катализаторы на основе платины и палладия могут инициировать окисление водорода при комнатных температурах. Следует отметить, что для всех типов катализаторов наблюдался гистерезис в изменении чувствительности при нагреве и охлаждении сенсоров. Наименее выражен гистерезис у сенсоров с палладийсодержащим катализатором, а наибольший гистерезис наблюдался на сенсорах с иридиевым катализатором. Тем не менее, за счет применения трехкомпонентных систем (платины, палладия, иридия и платины, палладия, родия) можно добиться снижения гистерезиса, наблюдаемого при циклических измерениях и смещения температуры начала окисления водорода, по сравнению с платино-палладиевым катализатором.

Разработка компоновки полетного контроллера микро-беспилотных летательных аппаратов

Филипенко Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лямин А.Н.
МАИ, Москва

В последнее десятилетие беспилотные летательные аппараты (БПЛА) различных конструкций всё шире и шире применяются в различных областях народного хозяйства. Разведка и наблюдение – типичные задачи БПЛА. Отдельным классом БПЛА являются микро-беспилотные летательные аппараты (микро-БПЛА). За последние годы данные аппараты стали популярным инструментом наблюдения в сфере обороны, безопасности, поисково-спасательных работах МЧС и т.д. В настоящее время размер микро-БПЛА не превышает 15 см, а вес – 20 г. Это чрезвычайно сложные системы с ограниченным весом и габаритами [1]. Основная система управления данными аппаратами – это полетный контроллер с функцией автопилота. Самым маленьким полноценным полетным контроллером с автопилотом является Lisa/S с габаритными 30x20x5 мм и весом 3 г. [2], что в совокупности с антеннами и проводами весит около 8 г, что составляет около 40% от общей массы аппарата. Поэтому уменьшения размера и веса полетного контроллера для микро-БПЛА является весьма актуальной задачей.

Очевидно, что размеры печатной платы зависят от сложности схем, габаритных размеров элементной базы, а также от размера и материала корпуса. Плоские печатные платы со всеми размещенными датчиками, преобразователи и т.д. занимают довольно большую площадь, при своей маленькой толщине. Многие компоненты на современных печатных платах уже много лет поставляются для поверхностного монтажа и имеют незначительные размеры и вес [3]. При этом значительная часть датчиков (магнитометр, барометр, акселерометр, гироскоп и т.д.), поставляются вместе с собственными управляющими платами, что значительно увеличивает занимаемую площадь и вес системы управления.

В данной работе предлагается разработка универсальной платы полетного контроллера, по аналогии с материнской платой персонального компьютера. В данной плате предусматриваются порты подключения (слоты расширения, разъёмы или гибкие шлейфы) отдельных датчиков, но вся система управления и датчиками, и летательным аппаратом сосредоточена на единой печатной плате, в которой всю вычислительную функцию выполняет полётный микроконтроллер. Современные 32-битные микроконтроллеры имеют флеш-память от 1 МБ и высокую тактовую частоту [4], т.е. они выполняют более 200 миллионов операций в секунду, что позволяет быстро обрабатывать данные практически с любых датчиков, продолжая управлять БПЛА в штатном режиме.

В предлагаемом типе монтажа обеспечивается механическое и электрическое соединение одновременно, уменьшая вес и пространство транспортных средств. А надежность этого решения проверена испытаниями на вибрацию и циклическим изменением температуры.

При использовании системы прямого лазерного изображения (HDI) для формирования очень тонких проводников на печатной плате с размером элемента 10 мкм [3] в тандеме с технологией защиты от помех ELIC и ALIC [5] можно добиться более высокой плотности расположения дорожек и радиоэлектронных компонентов. А во избежание перегрева тепловыделяющих элементов контроллера, их расположение находится на противоположной стороне относительно портов соединения с датчиками. Такая компоновка позволит уменьшить размеры полётных контроллеров примерно в 1,4 раза, а вес – в 1,5-2 раза. В такой компоновке уменьшается размер и вес управляющих систем за счет перехода от площади к объему с полным сохранением всех функций и возможностей полноценного автопилота, возможностью создания интеграции плат с различным оборудованием, характеристиками и назначением.

К сожалению, в отечественных литературных источниках информации о разработке собственных плат управления для микро-БПЛА не найдено.

Список использованных источников:

1. L. Petricca, P. Ohlckers, and C. Grinde, Micro- and Nano-Air Vehicles: State of the Art, Int. J. Aerosp. Eng., vol. 2011, pp. 1–17.

2. Autopilots. [Электронный ресурс]. URL: https://wiki.paparazziuav.org/wiki/Category:Autopilots (дата обращения 20.02.2021)

3. Quantum Leap: Any-layer HDI Technology of PCBWay, 2020, 11 June. [Электронный ресурс]. URL: https://www.pcbway.com/blog/technology/Quantum_Leap__Any_layer_HDI_Technology_of_PCBWay.html (Дата обращения: 11.02.2021).

4. Отличия полетных контроллеров на F1, F3, F4 и F7, [Электронный ресурс]. URL: https://blog.rcdetails.info/poletnye-kontrollery-na-f1-f3-i-f4/ (дата обращения 15.02.2021).

5. PCB Market Outlook, [Электронный ресурс]. URL: https://www.mclpcb.com/pcb-market-outlook/ (дата обращения 16.02.2021).

Способы защиты электронной аппаратуры от космического излучения

Черняева И.Ю., Лысяков М.А.

Научный руководитель — Шведов А.В.

МАИ, Москва

Изучение Солнечной системы, в первую очередь, связано с созданием и запуском беспилотных аппаратов (автоматических межпланетных станций, спутников, планетоходов). Особо остро стоит вопрос защиты электронных компонентов данных аппаратов от воздействия космической радиации. Основную долю принимаемой радиации составляют космические лучи, элементарные частицы и ядра атомов, движущиеся с высокими энергиями в космическом пространстве [1]. Излучение включает в себя протоны и электроны, которые воздействуют на электронику тремя основными способами: долгосрочное излучение, повреждения смещения (не опасно для CMOS электроники), эффект единичного события. Долгосрочное излучение постепенно уменьшает работоспособность приборов, даже относительно слабое излучение способно привести к деградации солнечных панелей и схем. Последствия долгосрочного излучения проявляются в виде: пороговых сдвигов, токов утечки, временных изменений, функциональных сбоев. Эффект единичного события вызывается заряженной частицей при прохождении через полупроводниковый материал: тяжелых ионов или протонов (для чувствительных элементов). Для электронных компонентов данный эффект может быть выражен в виде обратимых мягких сбоев (SEUs), переходных процессов (SETs) или могут вызвать жесткую деструктивную ошибку, например, фиксации (SEL), выгорания (SEB) или разрыв затвора (SEGR) [2].

Воздействие долгосрочного излучения частично можно устранить экранированием электронных компонентов космического аппарата. Замедлить энергетические частицы и не позволить им достичь чувствительной электроники способны слоистый алюминий или титан. Недостатком данного метода является большая масса экранов, что требует больших

затрат на запуск и разгон аппарата. Для уменьшения массы и увеличения эффективности задержки высокоэнергетических частиц, следует уделить особое внимание внедрению радиационно-стойких композиционных материалов и изучениям радиационно-стойких покрытий.

Для предотвращения негативных последствий от эффекта единичного события целесообразнее всего применять метод резервирования электронных компонентов. По уровням разделения различают: общее резервирование (резервируется весь объект) и раздельное резервирование (резервируются отдельные компоненты). По способу подключения принято выделять: постоянное резервирование, когда резервные электронные компоненты участвуют в функционировании космического аппарата наравне с основными, и резервирование замещением, когда резервные электронные компоненты включаются в функционирование только после отказа основных систем. Резервные электронные компоненты могут быть: нагруженными (режим работы резервного элемента совпадает с режимом работы основной системы), ненагруженным (резервный элемент не несет нагрузки до включения в работу), и облегченными (резервный элемент находится в менее загруженном состоянии, чем основная система). Более всего для защиты аппаратуры от излучения подходит метод резервирования замещением наименее надежных элементов бортовой аппаратуры, имеющих чувствительные к излучению элементы. Например, приборы ориентации, датчики скоростей и направлений. Такой метод обеспечивает одно важное достоинство, при выводе из строя основного датчика, запасной может включиться в цепь автоматически, без регулировки входных и выходных параметров в большинстве ситуаций. Также появляется возможность реализации ненагруженной или облегченной схемы резервации, что несомненно увеличит ресурс работы резервного элемента и уменьшит нагрузку на бортовую систему электропитания до выхода из строя основного устройства. Эффект от резервирования увеличивается при увеличении надежности переключателей (при резервировании замещением). Преимущество резервирования замещением перед другими методами резко возрастает с увеличением числа резервируемых элементов и кратности резервирования [3].

Исходя из рассмотренного, можно сделать вывод, что для улучшения защиты и одновременного снижения массогабаритных свойств космического аппарата целесообразно получение перспективных покрытий и развитие радиационно-стойких интегральных схем, так как повышенная стойкость к космическому излучению основных систем уничтожает необходимость в использовании дополнительных электронных компонентов для резервирования и нужду в большой толщине экранирования.

Список использованных источников:

1. М. А. Артюхова, С. Н. Полесский, В. В. Жаднов, В. Ф. Прохоров. Обеспечение радиационной стойкости аппаратуры космических аппаратов при проектировании: Компоненты и технологии, 2010. №9, с. 93-98.

2. Kenneth a. Label. Space Radiation Effects on Electronics: Simple Concepts and New Challenges, BiblioGov 2013, ISBN-10: 1287279473.

3. Н.Н. Севастьянов, А.И. Андреев. Основы управления надежностью космических аппаратов с длительными сроками эксплуатации: Учебное пособие. Томск: ТГУ, 2015 с. 56-63.

Направление №5 Ракетные и космические системы

Секция №5.1 Проектирование, производство и эксплуатация ракетно-космических комплексов

Анализ средств и способов защиты космического аппарата от космического мусора

Авдеенко Е.А., Саркисян И.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

На ближних орбитах Земли находится большое количество техногенных космических отходов (мусора) различного размера. Космическим мусором (КМ) или отходами называются все тела, фрагменты и частицы отработанных космических кораблей и спутников находящихся на орбите. Весь космический мусор делится на 2 группы: видимый, размером >100мм, и не видимый, размером <100мм. Уязвимость космического аппарата в потоке космического мусора определяется как сочетание вероятных отказов разных систем из-за столкновения с частями космического мусора. Количество ударов и их параметры – это первоначальные данные для определения ожидаемых последствий и влияния их на выполнение космическим аппаратом (КА) своей целевой функции. Возможны следующие виды последствий ударов:

1. Отказ главных систем, что может способствовать выходу из строя космического аппарата.
2. Повреждения после ударов высокоскоростных фрагментов КМ, влияние импульсных нагрузок, что приводит к отказу или повреждению элементов.
3. Изменение работы поврежденного элемента во времени.
4. Поверхностная деградация от ударов.

Анализ уязвимости космического аппарата является основанием, по которому выбирается уровень и вид защиты космического аппарата. На данный момент имеется три вида защиты — пассивная, активная и операционная.

Пассивная — это усиленная защита листами железа (бронирование) всего КА или его основных частей.

Активная — подразумевает применение средств наблюдения для предупреждения о возможной опасности столкновения и дальнейшее принятие решений о защите КА. Может быть принято решение об уклонении от грядущего столкновения.

Операционная защита подразумевает преобразование конструкции космического аппарата с допущением возможности умеренной деградации КА или изменения его функций с целью уменьшения риска.

Основной задачей инженера-конструктора КА является поиск оптимального решения между стоимостью выполнения каждого из методов и эффективностью защиты.

Вокруг МКС существует «защитный периметр» в форме параллелепипеда, размером по 2 километра вверх и вниз от станции и 25 километров в длину и ширину. Если один из фрагментов наблюдаемого КМ может попасть в эту зону то, USSTRATCOM (Стратегическое командование Вооружённых сил США) сообщает об этом NASA. В связи с тем, что маневрирование МКС происходит при помощи российского сегмента, данные передаются в Центром Управления Полетами (ЦУП). Сигнал об опасности подается в ЦУП за 28.5 часа до возможного столкновения. Такой большой промежуток времени получается из-за того, что между ЦУПом и Хьюстоном (Американский центр управления) большая разница в часовых поясах.

Список использованных источников:
1. Возможности и средства оценки повреждений космических аппаратов. // Необычный: Необычный портал о необычных вещах. http://unnatural.ru/damages-assessment
2. Распределение космического мусора. Часть I // Необычный: Необычный портал о необычных вещах. http://unnatural.ru/debris-distribution
3. Пашков С. Моделирование пробития сеточных преград высокоскоростными частицами. http://ps300.narod.ru/fr3d/fobos.htm
4. http://www.musorshik.ru/tiding/kosmomusor
5. http://ru.wikipedia.org/wiki/Космический_мусор

Испытания и производство беспилотных спутниковых аппаратов

Андрян В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва

При разработке новых спутниковых систем работы проводятся в несколько этапов:

1. Научно-исследовательские работы (НИР). На данном этапе проводится разработка, согласование и выпуск технического задания (ТЗ) на составные части НИР; выбор направления исследования, разработка ТЗ на НИР; разработка, согласование и выпуск плана совместных работ;

2. Опытно-конструкторские работы. На данном этапе проводится разработки аванпроекта на космическую систему (КС); разработка аванпроекта на космический комплекс; разработка аванпроекта на космический аппарат;

3. Разработка эскизного проекта на КС;

4. Разработка рабочей документации на опытные изделия комплекса и макеты;

5. Изготовление макетов, экспериментальных изделий и составных частей для наземной экспериментальной отработки комплекса, автономные испытания и корректировка рабочей документации;

6. Изготовление опытных изделий комплекса, комплексные испытания, межведомственные испытания и корректировка рабочей документации;

7. Летные испытания КС;

8. Серийное производство;

9. Подготовка и освоение серийного производства, изготовление, испытания изделий и корректировка документации на изделия серийного производства;

10. Ввод в эксплуатацию;

11. Эксплуатация;

12. Утилизация.

Во время испытаний проводятся проверки работоспособности как отдельных блоков и частей, так и собранного изделия. Проверки проводятся в следующей последовательности:

1. Входной контроль составных частей изделия и проверочной аппаратуры. В ходе данного этапа проводится распаковка составной части или проверочной аппаратуры (КПА), внешний осмотр, проверка документации, подстыковка составной части к КПА, проверка работоспособности, отстыковался от КПА, осмотр составной части или КПА после проверок, предъявление результатов проверок заказчику, сдача аппаратуры на склад и составление акта о выполненных работах;

2. После проведения входного контроля каждой составной части и КПА, производится сборка изделия, но перед полной сборкой проводятся сеансы проверок в определенной конфигурации сборки. Полная сборка проводится только после завершения всех сеансов;

3. После сборки начинаются комплексные и приёмо-сдаточные испытания, испытания на стендах и вакуумной камере;

4. Упаковка собранного изделия и отправка его на космодром;

5. На космодроме проводятся завершающие испытания и подготовка изделия к пуску.

Оптимизация режимов работы при эксплуатации ДПЛА и их систем

Антаканов Д.В.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Безопасность техники постоянно находилась одной из ключевых технических вопросов, также ей постоянно уделялся огромный интерес. Главные требование предоставления прочности заключаются в жестком исполнении регламента «триады надежности»: безопасность закладывается при конструировании, гарантируется присутствие производстве также поддерживается при эксплуатации. В заключительное время все без исключения значительную значимость обретают проблемы прогнозирования также расплаты характеристик прочности также защищенности на расстоянии-пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА) также их концепций. В этой работе разговор сходит о прочности присутствие эксплуатации ДПЛА, а непосредственно об воздействии стабилизации также оптимизации обстоятельств эксплуатации в надежность и стремление комплексов ДПЛА также их концепций.

Крейсерский полет на расстоянии пилотируемого летательного агрегата (ДПЛА) считается главной составляющей линии движения также по этой причине подбор подходящих систем обладает большое значение с целью осуществлении наибольших рабочих способностей. Как правило перелет дозвуковых неманевренных ДПЛА совершается в стабильной возвышенности либо с незначительным ее переменой согласно мере выгорания горючего. По Причине медленного изменения возвышенности также быстроты вычисление данных крейсерского полета основывается в квазистационарной концепции уравнений перемещения.

Подходящие системы полета, обеспечивающие наибольшее количество либо минимум какой-либо целевой функции, в этом количестве дальности также длительности полета, находятся в зависимости с аэродинамических также многочисленных данных ДПЛА, но кроме того данных энергосиловой конструкции. Однако с целью балла производительности аэродинамических компоновок, сопоставления также заблаговременного подбора ключевых характеристик компоновки достаточно обойтись воздействием в целевые функции (длительность, расстояние полета) только аэродинамических данных, подчеркнув с их индивидуальные аспекты оптимальности.

В свойстве образца применения аэродинамических критериев оптимальности далее станет изучена создание профиля закрывала с учетом оптимизации характеристик БПЛА, в главном участке.

Перспективы исследования ядерных электродвигательных установок

Артемьев Д.В.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Ядерная электроракетная двигательная установка — один из вариантов двигателя ракеты, в таком двигателе для создания необходимой реактивной тяги используется нагретый до высоких температур газ.

В такой установке зачастую используется водород, аммиак, во время ядерной реакции выделяется колоссальное количество теплоты, которая расходуется на нагревание газа (водород или аммиак), разогретое до высоких температур вещество выходит через сопло, создавая необходимую для запуска реактивную тягу.

Космическая отрасль в целом довольно молодая сфера деятельности человека, поэтому появляется много проектов, одним из таких и является ядерный ракетный двигатель; он может дать Российской Федерации преимущество в ракетной отрасли, так как Россия активно занимается исследованием ядерных технологий.

Начало научных исследований было положено в семидесятых годах двадцатого века ракетно-космической корпорацией «Энергия». Была создана база для исследования ядерной

энергии в космическом аппарате. На базе этих исследований проводилась работа над проектом межорбитального буксира «Геркулес», который использовал ядерную установку мощностью в сотни киловатт.

Ядерные ракетные двигатели могли бы использоваться на космических аппаратах, которые доставляют легкие грузы на орбиту (например, аппараты глобальной космической связи, спутники, предназначенные для круглосуточного всепогодного наблюдения Земли, для захоронения особо опасных радиоактивных отходов, доставка оборудования на космические станции, ближайшие планеты или спутники); подобные аппараты также могли бы использоваться для очистки околоземной орбиты от космического мусора, использоваться в системе защиты Земли от астероидно-кометной опасности.

Ядерные электроракетные двигательные установки перспективны в использовании в многоразовых буксирах, предназначенных для создания многозвенной космической транспортной сети. Такая сеть могла бы помочь в освоении Луны, а именно в создании космической базы и научных комплексов

Таким образом, ЯРД является перспективным направлением исследований в космической отрасли, так как ядерная энергия, скорее всего, окажется более выгодной, по сравнению с твердым топливом и в экономическом плане, а именно по своей удельной стоимости, и в физическом смысле, а именно по коэффициенту полезного действия. Однако, на данном этапе своего развития человечество не способно по полной мере использовать ядерные двигатели, нам пока еще не хватает знаний и опыта применения этой энергии.

Изучение и модернизация мобильной системы термостатирования технического и стартового комплекса

Бакаев Н.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Блатиков Г.А.
МАИ, Москва

После сборки ракеты космического назначения на техническом комплексе, ее необходимо доставить на стартовый комплекс. Транспортировка собранной ракеты на стартовый стол занимает несколько часов и осуществляется по железнодорожным путям. Скорость транспортировки не должна превышать 5 км/ч. Учитывая необходимость поддержания температурно-влажностного режима космической головной части, необходимо предусмотреть агрегат термостатирования, который может передвигаться по железнодорожным путям.

Обеспечение температурного режима является необходимым, так как составляющие космической головной части должны храниться в определенных заданных условиях. Это обусловлено тем, что нарушение условий хранения негативно сказывается на эксплуатационных характеристиках.

Основными недостатками большинства воздушных систем охлаждения являются ограниченные интервалы температур, при которых может проводиться эффективное термостатирование космического аппарата. Также воздушные системы термостатирования сушат воздух, что приводит к нарушению заданных условий хранения космического аппарата. Также, у таких систем высокое энергопотребление и низкий коэффициент полезного действия.

Большая часть этих недостатков связана с применяемой холодильной установкой. В применяемых системах термостатирования холодильные установки способны задавать небольшие интервалы температур, а кроме того, зависят от внешних условий среды.

Наиболее простой способ повысить эффективность подобной системы термостатирования – применение более современного хладагента в холодильной установке. Эффективность холодильной установки во многом зависит от характеристик применяемого хладагента.

Другой путь модернизации – замена холодильной машины в холодильной установке на более мощную. Данный способ позволяет значительно увеличить эффективность системы

термостатирования, однако его сложнее реализовать, так как более мощная холодильная машина потребляет значительно больше энергии, а также требует значительных финансовых затрат, что является решающим критерием.

Анализ перспективных методов борьбы с космическим мусором для обеспечения безаварийной эксплуатации ракетно-космической техники

Баранов О.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Космический мусор уже давно не является частью фантастических фильмов. Информация об этом явлении датируется серединой XX века с момента запуска первых спутников на околоземную орбиту. И со временем их количество только растет. Люди с Земли наблюдают лишь только около 6% функционирующих объектов, в то время как остальные 94% являются космическим загрязнением. Причем 54% являются объектами, образовавшимися вследствие взрывов космических аппаратов, ракет-носителей, разгонных блоков. По данным 2019 года, более 120 миллионов из них – это обломки размером менее 1 см, около 900 тысяч фрагментов мусора – от 1 см до 10 см в диаметре и около 30 тысяч имеют размер более 10 см. Помимо этого, на околоземной орбите находятся естественные мусорные объекты – метеороиды, чьи размеры находятся в промежутке между космической пылью и астероидами.

На сегодняшний день космический мусор представляет огромную угрозу пилотируемым полетам и штатному функционированию космических аппаратов. Несмотря на то, что мусорные объекты могут достигать скорости 10 км/с, даже фрагменты незначительных размеров, в несколько микрон, способны причинить серьезный ущерб корпусу и обшивке эксплуатируемых человеком объектов.

Цель данной работы – анализ возможных методов решения проблемы космического мусора на орбите Земли, таких как: маневры космических аппаратов, создание сетей, увод крупных объектов, в том числе ступеней ракет-носителей, перенаправление с помощью лазера, использование вольфрамовой пыли и иные методы.

Проектирование оптимальной сетчатой цилиндрической композитной оболочки, являющийся главным силовым элементом космического аппарата

Брагарчук А.И.
Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа

Сетчатые композитные оболочки не имеют аналогов сравнимых с ними в классе высоконагруженных конструкций с высокой весовой эффективностью. Этот аспект не мог пройти мимо космической отрасли, где проектирование изделий напрямую связано с их оптимизацией по массе. Данный тип оболочек главным образом нашел применение в качестве переходных отсеков ракетоносителей, воспринимающих значительные изгибные и сжимающие нагрузки.

В настоящий момент сетчатые цилиндрические оболочки стали использоваться и в качестве корпусов космических аппаратов, одним из примеров является космическая платформа Экспресс, показавшая высокую эффективность применения подобного типа изделий.

Главной проблемой при создании сетчатых конструкций, является сложность оптимального выбора значений, определяющих их параметров, поэтому направление разработки соответствующих методов проектирования является актуальным.

В данной работе представлена компоновочная схема перспективного космического аппарата (КА) для исследования ближайших окрестностей Солнца. КА спроектирован по модульной схеме. Он состоит из модуля служебных систем, модулей полезной нагрузки, теневого щита, ферменного переходного отсека, которые крепятся к внешней поверхности

сетчатой цилиндрической оболочки, являющийся агрегатным отсеком и главным силовым элементом КА, оптимальным проектированием которой и посвящена данная работа.

Ячейкой периодичности композитной оболочки была выбрана самая часто встречающая структура, состоящая из спиральных и кольцевых ребер, которые изготавливаются из высокомодульных, однонаправленных углепластиков, обладающих высокой удельной жесткостью и прочностью.

Проектными параметрами для сетчатой оболочки стали: толщина оболочки, угол между спиральными ребрами, ширина спиральных и кольцевых ребер.

Оптимизация проводилась по критерию минимума массы конструкции, с учетом критериев прочности, общей и местной устойчивости. Ясно, что минимум массы достигается при минимальных значениях толщин, в данном случае критерии несущей способности дали нам нижнюю границу этих параметров оболочки.

Главным фактором, влияющим на тот или иной критерий несущей способности, является способ нагружения конструкции. Нагрузки максимальной интенсивности действуют на КА при выводе его на орбиту, в нашем случае сетчатая конструкция является своего рода позвоночником космического аппарата, и почти вся нагрузка приходится на нее.

В работе были решены задачи поперечной перегрузки, включающей в себя определение напряженного состояния (НС) сетки, использованием безмоментной теории оболочек [1], и продольной перегрузки, приводящей к краевому эффекту, НС которого определяли по полубезмоментной теории [1]. Получив распределение внутренних усилий, выделялись опасные сечения и определялись коэффициенты запаса по прочности ребер, используя критерий максимальных напряжений композитного материала, если ребра воспринимали сжимающую нагрузку, проверялась устойчивость по Эйлеровым формам, и определялся коэффициент запаса по местной устойчивости. Также решалась задача общей устойчивости оболочки при продольной перегрузке по осесимметричным и неосесимметричным формам [2]. Результатом выполнения данных задач было получение вектора функций коэффициентов запаса по прочности, местной устойчивости ребер и обшей устойчивости оболочки, зависящих от проектных параметров. Зависимость для общего коэффициента запаса всех этих задач представлялась, как минимум по компонентам вектора функций.

Получив функцию общего коэффициента запаса, средствами MATLAB была построена поверхность уровня, на которой коэффициент запаса принимает определенное значение, заданное в проектных данных. Используя эти данные, численно была получена зависимость одного проектного параметра от остальных и подставлено в зависимость для массы, в итоге мы получили функцию массы, в которой несущая способность одинаковая. Исследуя данную зависимость на минимум, получили значение параметров, при которых коэффициент запаса принимает требуемое значение и масса минимальна.

Подтверждение вышеописанной методики был результат поверочного расчета, включающий в себя написания процедуры, моделирующей деформированное состояние сетки и распределение напряжений в виде цвета на ее поверхности.

По результатам данной работы было выявлено, что при одной и той же несущей способности оболочки, ее масса может отличаться в разы, что еще раз подтверждает важность оптимального проектирования такого рода конструкций.

Проблемы перевода эксплуатационной документации (ЭД) на новые (электронные) носители информации

Булаш С.А., Федюнин Д.А.
МАИ, Москва

Проблемы перевода эксплуатационной документации (ЭД) вызваны различными причинами, которые можно разделить на несколько групп:

1. Уровень квалификации персонала и вопросы обучения использованию различных видов программного обеспечения (ПО) и работе с самим космическим средством (КСр).
2. Недостаточное техническое оснащение предприятий.

Проблемы первой группы обусловлены несколькими факторами:

1) Сложностью программного обеспечения, используемого при эксплуатации КСр.

Решением этой проблемы является создание нового программного продукта в соответствии с принципами эргономики. А именно: ограничение количества функций, доступных пользователю при работе с конкретными документами; постраничное разграничение конкретных операций; использование выпадающих списков; автозаполнение строк в соответствии с нормативными документами.

2) Высокой сложностью самих документов.

Работу с ЭД осуществляет персонал различной квалификации и потому во избежание различных нештатных ситуаций, связанных с неправильной интерпретацией каких-либо предписаний, при переводе документов в электронный формат возможна их модернизация. Примером этого может служить возможность модернизации документа «Руководство по эксплуатации». Различные пункты руководства могут быть снабжены видеоматериалами и анимационными фрагментами, описывающими тот или иной процесс.

3) Электронный документооборот является новым явлением для эксплуатирующих организаций (ЭО), осуществляющих работу с космическими средствами.

Данный вопрос решается постепенным внедрением системы электронного документооборота (СЭД) в практику эксплуатации. При слишком быстром переходе эффективность работы существенно ниже. Причиной этому служат недостаточная квалификация персонала и психологические факторы. Примерами могут служить многолетняя привычка к определённым методам работы и отсутствие личной заинтересованности.

4) Также перевод сложной документации в электронный формат связан с большим числом рисков, связанных с человеческим фактором, то есть неправильным переносом данных на электронные носители. Организации, осуществляющие эксплуатацию КСр, имеют высокую степень ответственности по причине высокой цены самих средств и, следовательно, высокой цены каждой ошибки.

Данная проблема является специфической, потому что полностью решить её невозможно. Снизить вероятность таких ошибок позволяет многоуровневая система контроля процессов перевода. Контроль может осуществлять как программный продукт, если говорится о типовых ошибках, так и человек, в задачи которого будет входить поиск и исправление ошибок, которые программа может не заметить.

Вторая группа проблем имеет свои особенности, а именно:

1) Системы электронного документооборота для более эффективной работы должны быть оснащены системой серверов для хранения баз данных.

Это ведёт к росту числа необходимой техники. Следствием большого их числа является экономические и организационные сложности: увеличение бюджета, который необходимо выделять на закупку и обслуживание, а также потребность в новых помещениях, что может повлечь реорганизацию уже существующей системы.

2) Связь в таких системах осуществляется посредством сети Интернет. Это повышает вероятность несанкционированного доступа в систему.

Одним из решений для снижения вероятности вмешательства является использование принципа, который схож с системой блокчейн: информация, хранящаяся на одном сервере, дублируется на другой автоматически, через некоторые промежутки времени осуществляется сравнение информации из разных хранилищ. Таким образом, при попытке изменения какой-либо информации будет замечено несоответствие и произойдёт оповещение руководящих органов.

Существуют ещё способы решения вопроса безопасности данных, которые помогают исключить возможность похищения информации сотрудниками:

• Обязательное присвоение пользователям уникального номера, который позволяет отслеживать их активность в системе электронного документооборота;

• Наличие возможности получения списка пользователей, которые вносили изменения в документ с указанием операций, которые они выполняли и времени, когда было совершено то или иное действие;

• Нанесение водяных знаков на документацию при их печати на компьютерах предприятия;

• Регистрация документов в системе.

Традиционно под регистрацией понимают подтверждение факта создания или получения документа в определённое время, присвоение ему номера и запись основных данных о документе в табель. Однако, ГОСТ Р ИСО 30300-2015 говорит о том, что регистрация – это присвоение уникального номера. Здесь ключевое слово — «уникального», однако традиционная делопроизводственная нумерация не является уникальной (отдельно ведётся нумерация входящих и исходящих документов, отдельно – для различных типов документов, а также нумерация начинается заново после конца отчётного периода), а в системе электронного документооборота каждый документ получает свой идентификатор.

Исследование перспективы программы «Луна-Ресурс 1»

Васильев Г.И.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

28 ноября 2018 в ходе заседания Совета РАН и гос. корпорации Роскосмос, была выдвинута идея продолжить проект тридцатилетней давности по исследованию Луны. Так же на заседании было утверждено название проекта "Луна-Ресурс 1", и их возможные сроки проведения. То есть до 2040 года на Луне должны оказаться три этапа лунной программы, а именно «Луна-25», «Луна-26», «Луна-27».

«Луна-25» является продолжением советской программы по исследованию луны и ее поверхности. Задачей данного этапа является запуск зонда, который будет полностью автономным. Его орбитальная часть должна исследовать спутник на расстоянии, от чего будет зависеть выбор подходящих посадочных мест для будущих миссий. Сам же спускаемый аппарат будет исследовать район южного полюса Луны. Возможно в данном месте образовались залежи воды. Для поиска воды будет применена технология криогенного бурения, что не позволит разрушить воронку от бурения.

«Луна-26» будет собирать информацию с посадочной станции «Луна-25», также с его помощью будут проводить научные исследования комплексом аппаратуры для дистанционного исследования. В данные исследования будут входить: картографирование минералогического состава Луны, топография лунной поверхности, исследование экзосферы, «Луна-27» будет последним аппаратом в программе "Луна-Ресурс 1", в ее задачи будет входить проведение контактных исследований южного полюса Луны. Данный аппарат является тяжелым посадочным зондом (находится в разработке на этапе проектной документации), который должен произвести посадку в районе южного полюса Луны. Важным элементом из исследовательского оборудования будет бурильная установка, которая предназначена для поисков водяного льда в недрах грунта Луны (регалите). Помимо научных экспериментов, в рамках последнего этапа будут отработаны средства и методики высокоточной и безопасной посадки, которые в дальнейшем будут применяться для перспективных лунных посадочных экспедиций. В конечном счете программа "Луна-Ресурс 1" будет подготовительной частью для возможной колонизации Луны, или же для создания промежуточной точки для исследования дальних планет, под названием "Луна-Ресурс 2".

Исследование перспектив разработки и эксплуатации ракетоносителей с многоразовой первой ступенью

Васильев П.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Конкуренция ракет-носителей все больше фокусируется на сокращении затрат на запуск. В зависимости от целевого бизнес-сценария и стоимости ремонта повторное использование первой ступени пусковой установки может привести к значительному снижению затрат. Оценка доступности и производительности бизнес-модели и технологий не может быть подтверждена без минимального конкретного опыта. Стоимостные и инженерные расчеты необходимо скорректировать с учетом соответствующего опыта, полученного в аналогичных случаях.

Существует несколько организаций, занимающихся данными исследованиями и разработками. Это: Французское космическое агентство, Фонд перспективных исследований, а так же Space X. И результаты этих исследований есть только у Space X. Их Falcon 9 и Falcon Heavy имеют многоразовую первую ступень. Фонд перспективных исследований предложил Государственному ракетному центру имени Макеева создать демонстратор легкой ракеты-носителя с многоразовой первой ступенью. Также было положено начало разработки ракеты-носителя многоразового использования "Корона". В прошлом году российские инженеры приступили к эскизному проектированию многоразового носителя «Амур-СПГ». Французское космическое агентство решило запустить небольшой космический корабль многоразового использования под названием Callisto совместно с международными партнерами. Принципиально проект Фонда перспективных исследований отличается от РН семейства Falcon отличается способом приземления. Предполагается, что первая ступень «Крыло-СВ» будет иметь жидкостный ракетный двигатель для ускорения ракеты, а также турбореактивный двигатель и крыло. После отделения от второй ступени первая ступень будет поворачивать крыло и включать турбореактивный двигатель, а затем садиться на аэродром. Конструкция РН «Корона», исходя из проекта, состояла из 1-ой конусообразной ступени.

Перспективы дальнейшего использования Международной Космической Станции

Виноградов И.Е., Дублинский А.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В 1998 году 14 стран начали глобальный проект, который должен был показать, что несмотря на политические и экономические разногласия державы способны сотрудничать во благо науки и освоения космического пространства.

На данный момент МКС находится на низкой околоземной орбите и является единственным местом в космосе, где космонавты могут выполнять поставленные перед ними научно-исследовательские задачи.

Стоит обратить внимание на финансовую сторону вопроса. Так, чтобы доставить космонавтов на МКС, по сей день используют ракетоносители «Союз-ФГ» с транспортными пилотируемыми кораблями «Союз МС». Стоимость одного РН оценивают в 864 миллиона рублей. Стоимость одного места в «Союз МС» достигает 3 484 690 000 рублей, а стоимость самого корабля находится в районе 2 миллиардов рублей.

Воду, еду, кислород и прочий груз доставляют на «Прогресс М-27М», пуск которого суммарно обходится примерно в 2,6 миллиарда рублей. Грузы доставляются раз в три месяца согласно графику. Выходит, что в год на запуск грузов на МКС тратится около 10,4 миллиардов рублей. За год на содержание одного космонавта на орбите выделяется чуть больше 2 миллиардов рублей. «Прогресс» способен вывести 2,5 тонны груза. В итоге годовая доставка грузов на МКС выходит в сумму равную 5,8 миллиарда рублей. Если

сложить все затраты связанные с запуском РН, кораблей и грузов, то получим приблизительно 30 миллиардов рублей в год.

Основную выручку Роскосмос долгое время получал за счёт контрактов на доставку космонавтов других стран, но появление более совершенных многоразовых и менее затратных пилотируемых систем на подобии «Crew Dragon» сделало отечественные «Союзы» практически не конкурентно способными. В связи с этим дальнейшее обслуживание и эксплуатация МКС для нашей страны выглядит не перспективно.

Вопрос о дальнейшей судьбе МКС возникал много раз. На данный момент есть несколько сценариев:

1. Эксплуатация продолжится, а сама станция станет переходным этапом между Землёй и Луной;

2. Перевод в единоличное владение РФ. Российские сегменты будут отцеплены от остальных, после чего к ним будут присоединены новые для сохранения целостности конструкции;

3. Продажа частному лицу;

4. Сведение с орбиты и затопление в Атлантическом Океане.

Наиболее реальным кажется последний вариант. МКС – чрезвычайно дорогой проект, который не приносит никакой прибыли. Технологически он также устарел, а его модернизация и дальнейшее содержание может обойтись в огромные суммы, которые никто не захочет финансировать в него.

Ещё одним менее печальным вариантом дальнейшей судьбы МКС после спуска с орбиты может стать его эксплуатация в качестве музейного экспоната.

К вопросу о возможности конверсионного использования межконтинентальной боевой баллистической ракеты в освоении космического пространства

Виссарионова Е.К.
Научный руководитель — д.т.н. Уразбахтин Ф.А.
ВФ ИжГТУ, Воткинск

Решение задач использования ракетной техники в военных целях, либо в освоении космического пространства всегда были достаточно близки друг к другу. Именно с военных изысканий ракетной техники и началась космонавтика. С каждым годом число запусков ракет с целью освоения космического пространства увеличивается.

С 1959 года количество и качество ракет-носителей (РН) сильно изменилось. На данный момент существует пять классов РН:

- Сверхлёгкая ракета-носитель - до нескольких десятков килограммов;
- Лёгкая ракета-носитель - до 5 тонн;
- Ракета-носитель среднего класса - от 5 до 20 тонн;
- Тяжёлая ракета-носитель - от 20 до 100 тонн;
- Сверхтяжёлая ракета-носитель - свыше 100 тонн.

В современном мире спрос на РН легкого и сверхлегкого классов существенно возрос на фоне того, как полегчали сами космические аппараты (КА). На низкую околоземную орбиту стали часто выводиться микроспутники (массой от 10 кг до 100 кг) и наноспутники (массой от 1 кг до 10 кг).

С другой стороны, мощный потенциал войск стратегического назначения содержит ракеты, сроки эксплуатации которых конечны. Рано или поздно, в ходе их эксплуатации, если не возникнет критических ситуаций в международной обстановке, настанет момент необходимости снятия с боевого дежурства и осуществления утилизации устаревших ракет. В связи с этим предлагается конверсию устаревших ракет осуществлять путем переоборудования межконтинентальной баллистической ракеты в РН.

Основными достоинствами такой конверсии является по существу проведение утилизации боевых ракет, гарантийный срок эксплуатации которых истекает или уже истек.

В ходе такой утилизации ракеты, на создание которой затрачены огромные средства, осуществляется конверсионное использование материальных ресурсов путем рационального использования интеллектуального продукта в решении гражданских задач – освоении космического пространства.

За счет того, что РН создается на базе уже существующей ракеты, отпадает необходимость в проектировании, конструировании и производстве первых трех ступеней ракеты, что существенно сокращает общую стоимость выведения полезного груза на космическую орбиту и время создания РН в целом.

Предлагается для адаптации в ракету космического назначения снабдить ее доводочной ступенью (разгонным блоком) и специально разработанным соединительным отсеком. К последнему присоединить головной блок, под обтекателем которого находится КА. Экономическая целесообразность при реализации этого предложения не вызывает сомнений.

При разборке боевых ракет, с целью последующей сборки и запуска уже как ракеты космического назначения с КА, предполагается использовать для пуска доработанные транспортно-пусковые контейнеры. Это дает значительную технико-экономическую отдачу реализации этого предложения, так как при минимальной доработке используется для запуска КА компоненты высоконадежных блоков твердотопливных ракетных комплексов.

Данные предложения предлагается использовать для ракетных комплексов на базе РС-12М2 «Тополь-М» у которых истекают гарантийные сроки их эксплуатации.

Опыт такого конверсионного использования ракет имеется. Например, на базе ракет РС-12М «Тополь» и РС-18А «УР-100Н» были созданы РН «Старт - 1» и «Рокот», которые зарекомендовали себя с лучшей стороны.

Для «тяжелых» межконтинентальных баллистических ракет использовался вариант доработки третьей ступени в части модернизации системы управления без добавления дополнительной ступени. В качестве удачного конверсионного использования стоит выделить РН «Днепр», созданный на базе МБР РС-20 «Сатана», а также РН «Стрела», созданная на базе МБР РС-18 «УР-100».

В настоящее время просматривается конверсионное использование подвижной пусковой установки боевых ракет стратегического назначения. Предлагается пуск конверсионных ракет производить не на специализированном космодроме, а с любого ракетного полигона. В этом случае можно достаточно легко вывести КА на соответствующую орбиту.

Таким образом конверсия межконтинентальных ракет в РН является выгодным и экономически обоснованным способом утилизации боевых ракет, срок эксплуатации которых подходит к концу. Она позволяет наиболее эффективно использовать оставшиеся ресурсы и ускорять процесс производства и запуска РН с целью освоения космического пространства.

Список использованных источников:

1. «Тополь» предложили использовать для запуска спутников – Текст: электронный // Взгляд. Деловая газета – URL: https://vz.ru/news/2016/9/13/832110.html (дата обращения: 20.01.2021).

2. Ракетная конверсия: удачная и не очень – Текст: электронный //Телеспутник – URL:https://telesputnik.ru/materials/tsifrovoe-televidenie/article/raketnaya-konversiya-udachnaya-i-ne-ochen/ (дата обращения: 25.01.2021).

3. Уразбахтин Ф.А. Критические ситуации в жизненном цикле ракетного комплекса//Вестник академии военных наук, 2011, №3. с.129.

4. Малахова Д.С., Уразбахтин Ф.А. Разгонные блоки ракет-носителей.– В сб.: Социально-экономическое развитие моногородов. – Ижевск: «Удмуртский университет», 2017. с.49.

Разработка планетохода со шнековой ходовой частью для исследования поверхности Титана

Войцицкая Э.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Моржухина А.В.
МАИ, Москва

Рассматриваемым элементом исследования выступает планетоход, способный передвигаться при помощи шнеков и функционировать на поверхности Титана. Целью титанохода является изучение состава грунта и состава водоемов, а также сбор данных для картографии и понимания сути физических, а также химических процессов, происходящих на Титане. Изучение Титана, который сейчас схож с молодой Землей, может оказать большую помощь в понимании земных процессов.

Цель исследования – сравнение ранее эксплуатируемых планетоходов, их анализ и синтез на этой основе нового варианта аппарата.

В процессе работы проводились: анализ актуальности исследования Титана; анализ аппаратов-прототипов, которые выполняли схожие функции ранее и передвигались по целевой планете для изучения; сравнительный анализ используемых механизмов передвижения в зависимости от вида грунта; синтез бортовой аппаратуры исходя из условий существования планетохода, а также рассмотрение перспективного варианта передвижения, пригодного для грунта Титана на основе шнеков.

В результате исследования сформулированы требования к составу научной аппаратуры проектируемого планетохода, выбран оптимальный способ передвижения по планете, а также создана ориентировочная сводка по составу бортовых систем на проектируемом космическом аппарате и суммарная массово-энергетическая сводка по всем установленным системам. Исследования в области шнекороторных планетоходов способны обеспечить качественный прорыв в проходимости планетоходов, а потому заслуживают должного внимания.

Список использованных источников:

1. Планетоходы/ А.Л. Кемурджиан, В.В. Громов, И.Ф. Кажукало и др; Под ред. – А.Л. Кемурджиана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 400 с.: ил.;
2. Cassini: About the mission: [Электронный ресурс] / NASA Science SOLAR SYSTEM EXPLORATION, 2019. – URL: https://solarsystem.nasa.gov/missions/cassini/mission/about-the-mission/, (дата обращения 30.10.2020 г.);
3. Cassini: overview: [Электронный ресурс] / NASA Science SOLAR SYSTEM EXPLORATION, 2019. – URL: http://saturn.jpl.nasa.gov/spacecraft/instruments-cassini-radar.cfm, (дата обращения 30.10.2020 г.);
4. NASA’s Mars Exploration Program: [Электронный ресурс] / NASA Science, 2019. – URL: https://mars.nasa.gov/#mars_exploration_program (дата обращения 31.10.2020 г.);
5. Данилов Р. Г. Малый «Шнек» // Техника и вооружение, вчера, сегодня, завтра, 2011, № 4;
6. Данилов Р. Г. Серийный шнекоход: Автомобили для бездорожья //Техника и вооружение, вчера, сегодня, завтра, 2011, № 6;
7. Mass and Power Distribution for Spacecraft, Appendix A, table A-3. List of Spacecraft Used for Mass and Power Analysis.

Исследование алгоритмов формирования математической модели системы гидропривода, применяемого в объектах наземной космической инфраструктуры

Гайдук Е.Ю.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва

По причине большого многообразия схем гидроприводов, применяемых в машиностроении и, относительно, ограниченного количества функциональных элементов в данных схемах. Появляется потребность в разработке универсальной модели гидропривода для объектов наземно-космической инфраструктуры.

Целью работы, на основе проведенного анализа основных элементов гидропривода и математического описания гидроэлементов системы, разработать алгоритм формирования математической модели системы гидропривода.

Задачи:

1. Провести анализ структуры произвольных схем гидропривода и его основных элементов;

2. Выполнить математическое описание основных гидроэлементов;

3. Разработать алгоритм формирования математической модели системы гидропривода.

Объект исследования – гидроприводы применяемы в объектах наземно-космической инфраструктуры.

Предмет исследования – математическая модель системы гидропривода в объектах наземно-космической инфраструктуры.

Научная новизна заключается в формализации построения математических моделей гидросистем методами автоматизированного расчета, по двум основным особенностям:

1. Автоматическое формирование математической модели путем выбора нужных уравнений из общей библиотеки уравнений элементов;

2. Построением на основе этого программ коллективного пользования, рассчитанных на применение к гидросистемам произвольного вида.

Теоретическая и практическая значимость определяется сокращением времени на расчет и сбор данных при разработке новой системы гидропривода за счет формализации алгоритмов построения математической модели.

Разработка малого исследовательского межпланетного космического аппарата с биологической нагрузкой

Гайнутдинов Р.И.
Научный руководитель — Боярский Г.Г.
МАИ, Москва

По предварительным данным, внешние факторы при выполнении межпланетного перелета способны на генном уровне оказывать влияние не только на субъект непосредственно воспринимающий внешнее воздействие, но и на его потомков в следующих поколениях. Проверка этой гипотезы должна быть сопровождена экспериментом и объективными данными. В качестве устройства обеспечения исследования предлагается разработать малый космический аппарат с биологическим объектом (КА с БО).

Такой КА должен обеспечивать межпланетный перелет, обеспечивать условия пригодные для жизнедеятельности БО, обеспечивать выполнение исследовательской программы и передачу результатов в центр управления полетом (ЦУП).

Биологическим объектом выбрана мушка Дрозофила, по критерию отработанности технологии ее выращивания на МКС и «Мир», и частоте смены поколений.

В составе КА комплекс обеспечения автономного биологического эксперимента выполняет следующие задачи: наблюдение, регистрация поведения биологического объекта, анализ процесса развития особей и анализ биохимических показателей образцов, а также анализ генной токсичности совокупности внешних факторов межпланетного перелета, на основе анализа частоты выявления специфических хроматических нарушений в эритроцитах (проявление микроядер).

Анализ частоты проявления этих нарушений выполняется на основе окрашивания клеток крови по методу Романовского с последующим изучением образцов автоматизированной системой.

Такой подход к реализации исследования негативного влияния совокупности факторов межпланетного перелета потенциально позволит не только изучить последствия перелета в нескольких поколениях БО, но и провести натурные испытания различных систем защиты КА, опираясь на численные объективные критерии качества.

Оптимизация сложной схемы межпланетного перелёта Земля-Юпитер

Григорьянц С.Б.
Научный руководитель — к.т.н. Николичев И.А.
МАИ, Москва

В работе рассматривается проблема оптимизации перелётной траектории автоматического космического аппарата для исследования системы Юпитера. Гелиоцентрическое движение аппарата рассматривается в рамках ограниченной задачи двух тел, аппроксимация активных участков работы маршевого движителя – импульсная.

В работе предлагается рассмотрение межпланетного перелета по «сложной схеме», включающей в себя последовательные гравитационные маневры и т.н. Deep Space Maneuvers (DSM) («Манёвры в глубоком космосе»).

В рамках рассматриваемой работы задача баллистического проектирования перелётной траектории формализуется в качестве задачи нелинейного программирования относительно высокой размерности. В качестве целевого функционала – непрерывного и дифференцируемого - рассматривается суммарная характеристическая скорость перелета. Ограничения типа равенств и неравенств, рассматриваемых в рамках работы, условно можно подразделить на два типа – регуляризирующие и напрямую формализирующие задачу. Первые определённым образом ограничивают область значений для ряда неизвестных параметров задачи оптимизации с целью регуляризации вычислительного процесса; вторые – отвечают принятой модели гравитационного и DSM маневров.

Для численного решения задачи оптимизации использовался эвристический алгоритм нулевого порядка, представляющий собой модифицированную эволюционную стратегию с адаптацией матрицы ковариации. Данный алгоритм – нелокальный - что очень важно ввиду существенной мультимодальности целевого функционала; также важно отметить, что при его использовании для решения задачи минимизации функции не требуется непрерывности последней (достаточно лишь полунепрерывности снизу). Для учета ограничений типа равенств и неравенств был предложен алгоритм редукции задачи условной оптимизации к задаче поиска безусловного минимума посредством использования специфичного варианта метода штрафных функций, при этом важно то, что последние не дифференцируемы.

В результате решения задачи проектирования траектории были проанализированы различные варианты перелета к Юпитеру, отличающиеся между собой последовательностями гравитационных маневров и фактическим набором внутренних планет в рамках рассматриваемой схемы. Используемая вычислительная схема решения задачи позволила определить очень хорошие (претендующие на глобальность) локальные минимумы целевого функционала.

Анализ аварийных ситуаций в ходе запусков ракет носителей семейства «Союз» с целью уменьшения числа возможных происшествий

Грязнев А.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Стоит отметить, что нештатные ситуации являются неотъемлемой частью практически любой человеческой деятельности в области науки и техники, однако именно в ракетно-космической отрасли подобные ситуации влекут за собой как огромные финансовые потери, так и угрозы безопасности населения, а также представляют опасность для окружающей среды. Деятельность по их предотвращению является необходимой частью работы по совершенствованию принципов проектирования и эксплуатации ракетно-космической техники.

В данной работе, в первую очередь, рассматриваются основные причины аварийных ситуаций при запусках ракет-носителей, проводится анализ с целью выявления конструктивных недостатков узлов ракет космического назначения, нарушений условий эксплуатации или же производства РН. Полученные при этой работе данные в будущем

могут способствовать снижению числа аварий и как следствие улучшению экономических показателей компаний, занятых в ракетно-космической отрасли.

В ходе анализа последних 8 аварийных запусков ракет-носителей были получены следующие данные: 2 ракеты-носителя были потеряны в результате засорения трубопроводов, 3 по причине неправильной работы системы управления, 2 в следствие отказа ДУ, 1 в следствии разгерметизации баков

Инциденты, связанные с засорениями трубопроводов РН напрямую указывают на грубые нарушения либо в процессе изготовления носителя, либо при подготовке изделия к пуску. Из чего можно сделать вывод что для уменьшения вероятности повторения подобных случаев необходимо вводить дополнительные меры по проверке деятельности как персонала, осуществляющего как сборку ракет космического назначения, так и работников, осуществляющих работу по подготовке РН непосредственно перед пуском

Большая часть аварий при последних пусках ракет-носителей семейства союз связана с ошибками в системе управления. Особенно внимательно при исследовании подобных аварийных ситуаций стоит отнестись к работе систем разделения ступеней так как 2 из 3 подобных аварий были вызваны именно неправильной работой систем разделения. Следовательно, ради увеличения надёжности ракет-носителей необходимо ужесточать проверки узлов отвечающих за разделение ступеней перед их установкой на конечное изделие. Поспособствовать этому может введение новых принципов моделирования работы данных устройств что одновременно поможет как увеличить надёжность, так и снизить стоимость конечного продукта. Так же стоит более тщательно анализировать алгоритмы работы системы управления ракеты-носителя так как именно ошибка в программе работы системы управления разгонного блока «фрегат» привела к аварии ракеты «Союз 2.1б» 28 ноября 2017 года. Способствовать снижению числа подобных инцидентов, как и в случае с системами разделения ступеней, может применение компьютерного моделирования при разработке программного обеспечения.

Так же одной из главных причин аварий ракет-носителей как в рассмотренных случаях, так и на протяжении всей истории освоения космоса является отказ двигательной установки. В рассматриваемых аварийных ситуациях подобные отказы привели к 2 из 8 рассмотренных аварий. Оценив результаты можно сделать вывод что, для увеличения вероятности безотказной работы ракетных двигателей необходимо, во-первых, неукоснительно следить за соблюдением всех необходимых норм при производстве ЖРД, во-вторых, необходимо проводить моделирование и испытания не только проектируемых двигателей, но и тех, которые уже находятся в эксплуатации с целью предварительного обнаружения возможных неполадок.

При расследовании одного из описанных инцидентов специалисты пришли к выводу что его причиной стала разгерметизация баков ракеты носителя что было вызвано конструктивными ошибками при эксплуатации совместно с кораблём "Прогресс М-27М". предотвратить подобные случае в будущем возможно лишь благодаря более глубокому анализу конструкции как ракеты-носителя, так и выводимой полезной нагрузки

Из всего вышесказанного можно сделать вывод что, несмотря на то, что РН семейства «Союз» являются одними из самых надёжных средств выведения полезной нагрузки в космическое пространство, необходимо вести работу по увеличению надёжности и предотвращению возможных аварийных ситуаций. В первую очередь для этого необходимо применять самые современные технологии прогнозирования и моделирования работы всех систем ракеты-носителя

Разработка летно-экспериментальных комплексов для опережающих исследований в области гиперзвуковых технологий и создания воздушно-космических аппаратов

Гуськова М.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В XXв. стремительно происходило развитие авиации. К 60-му году "планка" была установлена на достижение таких результатов полета, которые традиционным путем реализовать технически невозможно. Полезную нагрузку доставляли с помощью РН. Стоимость каждого пуска одноразовой системы, строго определенные полигоны с ограниченными зонами отчуждения привели к мысли о необходимости проведения исследований по созданию мобильной всеазимутальной многоразовой космической системы с орбитальным самолетом. Этими исследованиями занимались В.А. Матвеев, А.В. Птушенко и Р.Л. Бартини.

Уже первые выполненные научно-исследовательские работы продемонстрировали перспективность этого направления. Данные, которые были получены в ходе запусков БОР, дали возможность смело продолжить работы над системой «Спираль». Но приоритеты правительства и военного руководства изменились, основным проектом стал «Буран». Работа над ним привела к разработке летательных аппаратов БОР-4, БОР-5 и БОР-6.

В результате испытаний БОР-4 была окончательно решена проблема плиточной теплозащиты «Буран». БОР-5 позволили уточнить характеристики продольной устойчивости и управляемости, эффективность органов управления, определить основные аэродинамические характеристики, исследовать распределение воздушного давления на поверхности фюзеляжа и крыла, а также уточнить характеристики теплообмена. Для проведения экспериментов по радиосвязи на плазменном участке спуска была спроектирована летающая модель БОР-6 со специальными охлаждаемыми антеннами, вынесенными в набегающий поток. Но закрытие программы «Буран» не позволили завершить начатые работы.

Построение моделей истекающих струй двигательной установки и определение параметров газодинамических нагрузок на газоотражателе при старте ракеты космического назначения

Дернакова Е.В.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва

При построении моделей истекающих струй двигательной установки можно определить почти все параметры газодинамических нагрузок, а также определить нагрузки при старте, действующие на газоотражатель. А для сложных процессов при старте требуется еще проведение экспериментов.

Для определения газодинамического воздействия на пусковую установку выполнялся расчет параметров свободной струи двигательной установки 1 и 2 ступеней ракеты космического назначения. Конструкция ракеты накладывает особенности на расчет параметров свободной струи двигательной установки.

Для обеспечения проведения расчетов струйных течений выполнялся термодинамический расчет параметров смеси продуктов сгорания топлива с воздухом в зависимости от концентрации.

При расстоянии от среза сопла более 15 метров проведен расчет параметров многоблочной струи по программе расчета параметров струй блочной компоновки на изобарическом участке струй, разработанной на основе метода суперпозиций.

Результаты данного расчета показали, что при воздействии струй двигательной установки при пуске ракеты космического назначения плавление и унос стали на

поверхности металлооблицовки газоотражателя будет отсутствовать, а ее максимальная температура не превысит 630 °С. При этом максимальное значение средней температуры металлооблицовки составит около 100 °С и также не превысит максимальной температуры применения стали, составляющей 450 °С.

В работе был проведен расчет параметров теплового воздействия в зоне струй центрального двигателя в зависимости от времени от момента запуска центрального двигателя и расстояния от среза сопел центрального двигателя до ската газоотражателя.

Необходимость разработки российского орбитального самолёта

Дубинский А.А.
МАИ, Долгопрудный

Орбитальный самолёт — это летательный аппарат с самолётной схемой, который выводится на орбиту вертикальным или горизонтальным запуском. После выполнения поставленных задач аппарат возвращается на землю, где совершает горизонтальную посадку.

Орбитальные самолёты можно разделить на два типа. Космопланы – аппараты, которые выводятся на орбиту не только за счёт своих двигателей, но и с помощью ракеты-носителя или самолёта-разгонщика. А также космолёты, которые выводятся только за счёт собственных двигателей.

Такие орбитальные самолёты могут использоваться для доставки космонавтов на космическую станцию, перевозки грузов, ремонта и обслуживания спутников, выполнения научно-исследовательских задач или для проведения разведывательных действий.

На данный момент наиболее известными зарубежными разработками являются британский SKYLON и американский Boeing X37B.

SKYLON – сверхскоростной беспилотный многоразовый космолёт, способный доставлять двенадцать тонн груза в космос. Основным элементом этого аппарата являются силовая установка – два многорежимных турборакетнопрямоточных двигателя SABRE с предварительной системой охлаждения. По официальным данным испытательные полёты планируются в середине 2020-х годов.

Boeing X-37 - орбитальный корабль, созданный для испытания будущих технологий. Согласно разным источникам X-37B имеют длину около 9 м при размахе крыла 4,5 м. Максимальный стартовый вес – менее 5 т, полезная нагрузка – около 1 т. Одно из возможных применений – доставка и возврат грузов, альтернативное применение – разведывательная деятельность. Запуски производились при помощи ракетоносителей Atlas V 501 и Falcon 9.

Стоит вспомнить, что разработкой космопланов занимались ещё в Советском Союзе.

Спираль – космическая система с дозвуковым орбитальным самолётом. Аппараты серии БОР (беспилотные орбитальные ракетопланы), наработки по которым после использовались в создании «Бурана». Самолёт Ан-225 «Мрия», который выводил на орбиту космоплан системы МАКС. Также была разработка гиперзвукового орбитального бомбардировщика Ту-200. И даже рассматривался проект МГ-19, который планировалось оснастить дестью гиперзвуковыми прямоточными воздушно-реактивными двигателями и одним ядерным ракетным двигателем для полёта в космосе.

Одним из последних был проект небольшого многоразового космоплана «Клипер», способного нести шесть членов экипажа и 700 килограммов груза. К сожалению, в 2006 году проект также был закрыт.

В настоящее время заинтересованность различных стран в создании собственного орбитального самолёта велика. Ведь такой космический корабль способен не только доставлять в космос грузы, но и выполнять задачи военного характера. Наша страна имеет достаточную научно-производственную базу для создания собственного не уступающего зарубежным аналогам аппарата. Данный проект может нести важное стратегическое значение для страны в дальнейшей перспективе.

Обеспечение качества поверхностного слоя деталей при прошивке отверстий в фильтрах жидкостных ракетных двигателей

Евченко И.В., Рязанцев А.Ю., Широкожухова А.А.
Научный руководитель — Рязанцев А.Ю.
АО «КБХА», Воронеж

Современная ракетно-космическая отрасль развивается ускоренными темпами и характеризуется применением современной наукоемкой продукции, которая имеет ряд особенностей связанных с обеспечением надежности функционирования на всех этапах жизненного цикла изделия. Одним из наиболее важных элементов жидкостных ракетных двигателей являются фильтры. В процессе изготовления фильтрующих элементов предъявляются высокие требования к качеству поверхностного слоя. Фильтры представляют собой устройства, изготовленные из металлических заготовок с большим количеством отверстий, назначением которых является исключение попадания различных загрязнений в компоненты топлива.

В связи с тем, что процесс изготовления фильтрующих элементов представляет собой прошивку большого количества отверстий малого диаметра, в процессе обработки поверхностный слой заготовки подвергается силовому и термическому воздействию, которое приводит к сдвигу в зернах металла и изменению их размеров и формы. Таким образом, на эксплуатационные свойства деталей наряду с геометрическими параметрами большую роль оказывает физическое состояние поверхностного слоя. В зависимости от области применения фильтров выбирают оптимальный метод изготовления отверстий. Перфорирование отверстий возможно различными способами.

Известен способ получения отверстий сверлением с применением металлообрабатывающего оборудования. Данный способ требует использования сверл малого диаметра. Изготовление и заточка инструмента для обработки требует применения специальных технологий и оборудования, что влечет за собой значительные материальные и трудовые потери. Также, в процессе обработки возможна поломка сверл, что приводит к дефектам и как следствие браку деталей. Поверхностный слой при сверлении под действием инструмента подвергается пластическим деформациям, также на поверхности обрабатываемой заготовки остается большое количество заусенцев. При выборе режимов обработки их возможно минимизировать, но исключить полностью без дополнительных операций по удалению заусенцев, невозможно. Необходимо отметить, что изготовление большого количества отверстий в заготовках из труднообрабатываемого материала, рассматриваемым методом, не целесообразно.

При получении отверстий в фильтрующих элементах электронно-лучевым методом, диаметр отверстий находится в прямой зависимости от толщины обрабатываемой заготовки. К преимуществам данного метода относят высокую точность и скорость обработки, не большую конусность получаемых отверстий, а также малую зону термического воздействия на поверхностный слой заготовки и отсутствие микротрещин. Часто при неправильно подобранных режимах обработки на кромках отверстий возникает грат, что приводит к изменению физических свойств поверхностного слоя детали. При изготовлении отверстий в фильтрах заготовку помещают в специальную вакуумную камеру, где устанавливают в технологическое приспособление. В процессе обработки луч отклоняется и фокусируется в заданную точку на поверхности. Каждое отверстие формируется за один или несколько импульсов. Из-за высокой стоимости оборудования применение электронно-лучевого метода в большинстве случаев не оправдано и возможно только при изготовлении особо ответственных деталей.

Одним из перспективных направлений при изготовлении отверстий малого диаметра является лазерная обработка. Лазерная прошивка обеспечивает получение отверстий диаметром от 0,2 мм до 1,2 мм при толщине материала до 3 мм. Лазерная обработка позволяет получать отверстия в заготовках из различных материалов. Для изготовления отверстий в фильтрах используют оптико-волоконные лазеры. Прошивка производится

одним или множеством импульсов лазера. Преимуществом лазерного метода прошивки является точность полученных отверстий и высокий класс обработанной поверхности. К недостаткам способа относят образование грата, из-за высоких температурных воздействий он имеет большую твердость и его удаление с кромок отверстия становится затруднительным.

На сегодняшний день метод электроэрозионной прошивки является наиболее перспективным и нашел широкое применение для изготовления отверстий в аэрокосмической отрасли. Электроэрозионный метод прошивки позволяет получать отверстия диаметром менее 0,1 мм. Скорость обработки зависит от физико-химических свойств обрабатываемого материала и электрода-инструмента. В процессе обработки возможно тепловое воздействие на обрабатываемую поверхность детали, что может привести к изменению свойств поверхностного слоя. Преимуществом данного метода является возможность прошивки глубоких отверстий в труднообрабатываемых материалах и отсутствие заусенцев на кромках отверстий после обработки.

Анализ методов изготовления показал, что оптимальным при прошивке отверстий в фильтрах является электроэрозионный способ. Этот метод не требует дополнительных операций по удалению заусенцев после обработки. При этом обеспечивается качественный поверхностный слой, что является критически важным параметром.

Рассмотрение причин и порядок эвакуации экипажа с МКС в случае чрезвычайной ситуации

Еркоева Н.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Международная космическая станция (МКС) - самый прогрессивный и грандиозный проект человечества. Она стала первым оплотом на пути к покорению ближнего космоса. Это огромная космическая научно-исследовательская лаборатория, в которой на постоянной основе трудится экипаж космонавтов. За годы эксплуатации МКС возникло более десятка внештатных ситуаций, которые могли привести к полной эвакуации экипажа.

К числу потенциальных причин, приводящих к необходимости осуществления спасательных операций на орбите, относятся: невозможность перехода из станции в транспортный корабль (ТК); невозможность отстыковки транспортного корабля от станции; отказ в работе всех двигательных установок (ДУ) пилотируемого космического корабля (ПКА); отказ всех источников энергопитания ПКА; потеря ПКА устойчивости; отказ систем, обеспечивающих ориентацию и стабилизацию пространственного положения ПКА; невозможность приземления ПКА; невозможность осуществления активных действий экипажем; невозможность последующего пребывания экипажа на ПКА.

В случае чрезвычайных ситуаций предусмотрена экстренная эвакуация. Варианты спуска и посадки зависят от используемых технических средств, схемы полета, обеспечения спуска и посадки, задач экипажа по управлению кораблем при спуске и посадке. Следует обращать большое внимание на упрощенные варианты спуска и посадки с использованием возможностей экипажа по управлению кораблем. Спасение только экипажа может осуществляться с помощью спуска с орбиты в индивидуальных капсулах или отделяемой кабине, а также с использованием корабля-спасателя.

В роли спасательного транспортного средства на МКС эксплуатируется Российский космический корабль "Союз ТМА". Порядок спасения экипажа следующий: если невозможно обеспечить функционирование МКС в управляемом режиме, экипаж станции перемещается в "шлюпку" через люк в верхней части аппарата. Космонавты, после посадки в тесной кабине, надевают противоперегрузочные костюмы и фиксируются в креслах. Затрачиваемое время на все операции, включая закрытие люка и герметизацию, составляет 2-3 минуты. Штатная отстыковка от МКС занимает 10 минут, в аварийной ситуации та же отстыковка происходит в ускоренном темпе.

К настоящему моменту механизм эвакуации ни разу не приводился в действие. Хоть и существуют проблемы, которые возникают в процессе эксплуатации МКС, космонавты не встречались с прямой угрозой жизни и не покидали станцию в экстренном режиме.

Список использованных источников:

1. Справочник по безопасности космических полетов/ С71 Г.Т. Береговой, В.И. Ярополов, И. И. Баранецкий и др.— М.: Машиностроение, 1989. — 336 е.: ил.

2. И.Афанасьев, Д.Воронцов. Шанс на спасение// «Вокруг света» 2009 г, №7

Разработка программного обеспечения для работы с эксплуатационной документацией космических средств на электронных носителях информации

Ермакова Д.Г., Хамадов Р.Р.

Научный руководитель — Коробовский А.В.

МАИ, Москва

Со времен первых запусков ракет до сегодняшних дней было произведено значительное число ракет, разгонных блоков, средств обслуживания и обеспечения ракетно-космических комплексов. Все эти изделия сопровождаются установленным количеством технической документации на бумажной основе разных форматов и разнородности. В настоящее время уже на этапе проектирования документация частично ведется в электронном формате. Но современные технологии позволяют осуществить интеграцию всей бумажной документации в электронный вид и использовать ее при эксплуатации ракетно-космической техники. Это позволит руководству и различным инженерным службам эксплуатирующих организаций иметь оперативный доступ к любому документу; существенно повышает надежность эксплуатации и сохраняемость всей документации. Перенос содержания эксплуатационных документов должен осуществляться на базе создания автоматизированной системы информационного обеспечения эксплуатации разрабатываемой системы, комплекса, изделия и информационного обеспечения конкретных рабочих мест. Для эффективного использования всей электронной документации космических средств предлагается использование специального программного обеспечения, которое упростит доступ к документации, обеспечит удобство использования, повысит информативность выполняемых процессов (например, анимация или видеоматериалы особо ответственных операций) и т.д.

Программно-техническое обеспечение состоит из следующих элементов:

• Средства хранения электронной документации и обработки информации (серверные компьютеры и базы данных);

• Программное обеспечение;

• Специальный индивидуальный электронный ключ, с помощью которого осуществляется доступ к программному обеспечению.

ЭЭД и вся информация о внесенных изменениях в нее должна храниться на серверах, находящихся на территории предприятия-разработчика. Различные изменения в нее могут вноситься строго администраторами этого предприятия. Эксплуатирующая организация, приобретая изделие, должна получить доступ к программному обеспечению. Взаимодействие пользователей с ЭЭД будет происходить через программное обеспечение.

Для хранения всей документации в электронном виде создается электронный архив - база данных. База данных представляет собой упорядоченный набор структурированной информации, содержащей:

• Технические описания, схемы и другие документы, используемые эксплуатирующим персоналом, инструкции по эксплуатации (организационно-плановая, технологические, специальная, операторов, руководителей работ и т.д.);

• Инструкции по отысканию и устранению неисправностей и оценке работы бортовых систем.

• Конструкторские документы, используемые при эксплуатации;

• Системы учета изделий, либо их составных частей, комплектов ЗИП, мест их хранения, и другие документы, хранящиеся на серверном компьютере предприятия-разработчика.

Также можно отметить, что заявки на приобретение российской техники, в том числе ракетной, поступают из многих регионов мира. Многие потребители считают удобным использование документации именно в электронной форме при её эксплуатации.

Особенности взаимодействия ЭО и предприятия-изготовителя при разработке ЭД на электронные носители информации

Ефремкин А.А., Коротков А.И.
Научный руководитель — Коробовский А.В.
МАИ, Москва

Всё производство космических средств сопровождается установленным количеством технической документации на бумажной основе разных форматов и разнородности. Но современные технологии позволяют осуществить интеграцию всей бумажной документации в электронный вид и использовать ее при эксплуатации ракетно-космической техники. Переход на безбумажные носители предлагается проводить с помощь программного обеспечения (ПО), которое будет осуществлять дистанционную связь между различными участниками документооборота.

Основой данного ПО является база данных, в которой содержатся различная информация: перечень документации, которая хранится на предприятиях; стандартные формы документов; права доступа пользователей. Хранение ЭЭД будет осуществляться в виде электронного архива – базы данных. База данных хранится на сервере и предоставляет быстрый доступ к ней для авторизованных в системе пользователей. Для обеспечения безопасности используются методы шифрования и дублирования информации, а также система контроля доступа с помощью специальных технических средств. Использование предлагаемого ПО позволит упростить доступ к документации, обеспечить удобство использования, повысить информативность выполняемых процессов (например, анимация или видеоматериалы особо ответственных операций) и т.д.

Рассмотрим взаимодействие ЭО с ЭЭД предприятия-разработчика на этапе её отработки. На этом этапе наиболее вероятны случаи внесения изменений и корректировок не только со стороны организации-разработчика, но и со стороны эксплуатирующей организации, в особенности, на этапах отработки документации до начала летных испытаний, в ходе летных испытаний, а также непосредственно в ходе эксплуатации.

Все замечания и предложения, сделанные в ходе проверки ЭЭД, должны быть согласованы и внесены в электронную форму рабочего экземпляра комиссии по проверке эксплуатационной документации. Несогласованные замечания также заносятся в журнал учета проверки. Им присваивается соответствующий маркер «для последующего решения», что не позволит закончить работу с отчетами, не обработав каждый такой помеченный пункт.

Результатами работы комиссии по проверке ЭЭД является блок данных, состоящий из взаимосвязанных файлов: частных актов и общего акта.

Так как все экземпляры ЭЭД хранятся на серверных хранилищах предприятия-разработчика, то исключается необходимость отправки контрольных экземпляров документов. Их хранение будет осуществляться до введения в действие ЭД. После ввода необходимого подтверждения контрольные экземпляры будут заархивированы и перенаправлены на отдельный специальный сервер, на котором будут храниться, а после определенного времени уничтожаться в автоматическом режиме.

Отправка актов проверки электронной эксплуатационной документации и их контрольных экземпляров в соответствующие адреса секретарем комиссии с момента их утверждения будет производиться путем автоматической рассылки уведомлений должностным лицам по указанным адресам. В уведомлении будет содержаться дата, время отправки, электронные подписи членов комиссии, а также необходимый допуск к последующей работе.

Проблемы обеспечения безопасности полетов на низкую околоземную орбиту в условиях засорения космическим мусором

Жукова В.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Уже большое количество лет космос является неотъемлемой частью деятельности человечества. Околоземное пространство — это неустойчивая и быстроизменяющаяся система, которая от воздействия внешних факторов становится непредсказуемой. В настоящее время одной из глобальных проблем является загрязнение космоса. На МКС уже неоднократно поднималась тревога по поводу пролетавших поблизости огромных его скоплений. Мусор в космосе отслеживается и подлежит регистрации. Наблюдение за загрязнением космоса проводится двумя способами: радиолокационным и оптическим. По неутешительным прогнозам ученых в ближайшие 30 лет есть опасность полного засорением околоземной среды, а это может привести к плачевным результатам.

Опасность заключается в следующем:

1. Прекращение пилотируемых и непилотируемых полетов. Большую угрозу представляют даже частицы диаметром менее 1 см, движущиеся со скоростью 7,2 км/с. Столкновение с такими объектами может привести к серьезным повреждениям.
2. Падение на Землю. Некоторые из частей космического мусора падают на населённые пункты, даже отмечались случаи ранения ими людей.
3. С 1965 года начался запуск аппаратов с ядерными реакторами. На данным момент 15 таких спутников бесконтрольно находятся на околоземной орбите и считаются космическим отходами. Упало на поверхность планеты 9 радиоактивных объектов.
4. Засорение пустот Вселенной.

Несмотря на то, что данной проблемой ученые из разных озадачены уже много лет, надежных и проверенных способов уборки мусора на орбите на сегодняшний день нет. На данный момент существуют только идеи и проекты. Например, ElectroDynamic Debris Eliminator, оснащенный сетью и гарпуном, воздушные шары для мусора, самоликвидирующиеся роботы-буксиры, но проблема заключается в том, что захватывать и утилизировать такие аппараты смогут только крупные фрагменты мусора.

Поэтому на данный момент перспективнее предпринимать профилактические меры:

- Снижение веса запускаемых аппаратов;
- Усиление защиты;
- Увеличение срока эксплуатации;
- Обязательная утилизация КА;
- Повышение маневренности.

Список использованных источников:

1. Власов М.Н., Кричевский С.В. Экологическая опасность космической деятельности: Аналитический обзор / Отв. ред. А.В. Яблоков. - М.: Наука, Центр Экологической политики России, 1999.
2. Сафонов В.В., Соколова Е.А.. Научная библиотека Статья «Космический мусор» Журнал: «Актуальные проблемы авиации и космонавтики» Выпуск № 6 / том 2 / 2010
3. https://musorniy.ru/zagryaznenie-kosmosa/
4. https://cccp-online.ru/pererabotka-musora-v-kosmose/

Развертывание космических систем в космическом пространстве группами роботов при помощи 3D–печати

Зуев Д.А., Евграфов А.Е.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

На данном моменте развития науки, человечеству пока недоступен запуск слишком больших аппаратов в космос, либо реализация такого проекта очень дорога либо вовсе невозможна. Ведь изначально, до запуска на орбиту, проектирование, создание и запуск космического аппарата происходит на земле. В результате этого инженерам-

проектировщикам приходится предусматривать защиту конструкции от стартовых перегрузок и атмосферных явлений, что отражается на стартовой массе космического аппарата. Такая защита относится, например, к системам с достаточно крупными компонентами, такими как солнечные батареи, антенны и фермы, которые до запуска находятся в сложенном состоянии, а в космическом пространстве раскладываются.

Если разместить весь процесс строительства и сборки космических систем на орбиту, то можно упростить системы вывода космических аппаратов с поверхности земли. Такие технологии строительства предоставляют возможность развертывания космических систем, которые превышают размеры компонентов, которые могут поместиться в одном головном обтекателе ракеты-носителя.

Международная Космическая Станция — один из ярких примеров большой космической системы, построенной на орбите путем сборки многочисленных деталей, доставленных туда по отдельности. К сожалению, затраты на многочисленные запуски необходимые для вывода всех составных частей строящегося объекта, а также затраты на подготовку и работу космонавтов в космическом пространстве существенно повышают стоимость систем, созданных на земле и собранных на орбите, по мере увеличения их размеров.

Технология 3D - печати в околоземном космическом пространстве направлена на устранение вышеперечисленных ограничений, а также на уменьшение затрат, связанных с сопутствующими работами.

Такой проект подразумевает функционирование с применением методов аддитивного производства, а также технологий роботизированной сборки для орбитального изготовления и монтажа крупных космических систем. В основе всей работы лежит концепция создания, основного спутника, который будет содержать в себе строительные материалы в форме, обеспечивающей компактность и устойчивость. Кроме того, основной спутник должен содержать инструкцию по сборке («программного ДНК»), которая бы давала ему возможности трансформироваться на орбите в высокопроизводительную космическую систему. Для того, чтобы структурные элементы нормально эксплуатировались в космосе, они должны изготавливаться из материала, содержащего термопластик и высокоэффективное волокно, такое как полиэфирэфиркетон (PEEK) и углеволоконный композит (CF/PEEK).

Волокно из углерода способно обеспечить высокую прочность на растяжение – сжатие и устойчивость, а PEEK способно обеспечить надежные связи между волокнами.

Этапы развертывания системы:

• Обработка подходящих материалов;
• Монтаж и сборка;
• Терморегулирование;
• Монтаж функциональных элементов.

В результате, использование данной технологии, по сравнению с обычным строительством имеет ряд преимуществ, таких как: снятие с систем средств выведения на орбиту пространственных ограничений, возникающих при проектировании, а также сокращение массы и расходов на инженерно-конструкторские работы, связанные с проектированием системы. Так же, орбитальное производство позволяет изменять конфигурацию космического аппарата непосредственно после запуска и производить ремонт, повышая гибкость и мобильность применения, сокращая при этом риски из-за ошибок при проектировании на земле.

Однако при развертывании космических аппаратов на орбите при помощи 3D печати, должны быть учтены дополнительные расходы, связанные со сложностями автоматизированного производства и сборки таких деталей в космосе.

Концепт дирижабля в составе перспективного космического аппарата

Иванков Е.Д., Шеремет А.А.
Научный руководитель — д.т.н. Воронцов В.А.
МАИ, Москва

На данный момент времени изучение Венеры становится вновь актуально. Целью проекта является продолжение исследований Венеры, первые исследования проводились в шестидесятые-восьмидесятые годы и начале девяностых американскими, советскими а позднее российскими учёными. Одни из важнейших вопросов, связанны с динамикой атмосферы, парниковым эффектом и другие свойства планеты остались не исследованными.

Для решения данной задачи предлагается использовать летательный аппарат, который будет входить в состав проекта «Венера-Д».

Его использование позволит вывести исследования на новый качественный уровень, так как наблюдение будет проводиться с поверхности планеты и из её атмосферы. Для Венеры, как показывают расчеты, больше подойдут долговременная летающая лаборатория и исследовательские зонды

Известные условия на Венере: атмосферное давление на поверхности планеты равно 92 атмосферам. Температура вблизи поверхности — 464°C.

Предложенная конструкция летательного аппарата будет представлять собой концепцию сходную с дирижаблем, который будет доставляться на поверхность Венеры в составе проекта «Венера-Д», с учётом условий работы, транспортировки и обеспечения питания с использованием гибких солнечных батарей.

Список использованных источников:

1. Планета Венера.URL: https://v-kosmose.com/planeta-venera-interesnyie-faktyi-i-osobennosti/

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

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

Актуальность и перспективы использования ракетно-космического комплекса «Рокот»

Карлов А.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Стартовая масса РН «Рокот» составляет 107,5 т, длина — 29,15 м, максимальный диаметр — 2,62 м (ГО). РН позволяет выводить до 1950 кг полезной нагрузки (при использовании РБ «Бриз-КМ») на круговую орбиту высотой 200 км наклонением 63° с космодрома Плесецк. РН «Рокот» выполнена по трехступенчатой схеме с последовательным расположением ступеней РН. В качестве первых двух ступеней РН используется блок ускорителей МБР РС-18Б, третья ступень РН — разгонный блок «Бриз-КМ». РБ «Бриз-КМ» длиной 2654 мм и наибольшим диаметром 2490 мм имеет «сухую» массу 1600 кг, максимальная масса заправляемого окислителя (азотный тетраоксид) — 3300 кг, горючего (НДМГ) — 1665 кг. Выход РН из транспортно-пускового контейнера осуществляется с помощью маршевого двигателя первой ступени РН.

В настоящее время ГКНПЦ им. Хруничева разработал для запусков военных и коммерческих космических аппаратов новый разгонный блок «Бриз-КС». Разгонный блок «Бриз-КС» предназначен для запусков КА с помощью конверсионной РН «Рокот» и оснащен системой энергопитания и аппаратурой для сброса телеметрической информации и внешнетраекторных измерений. РН «Рокот» с новым разгонным блоком может выводить целевую нагрузку массой 2400 кг на орбиту высотой 200 км, в то время как РБ «Бриз-КМ» выводит на околоземные орбиты КА массой до 1950 кг.

Оцениваемая частота пусков РН «Рокот» — до шести пусков в год. Технический и стартовый комплексы РН «Рокот» позволяют сократить время между двумя пусками до 8 суток.

30 июня 2003г. в 17:15:26.043 боевыми расчетами Космических войск РФ с 3-й пусковой установки 133-й площадки космодрома Плесецк осуществлен пуск РН «Рокот» с РБ «Бриз-КМ». Ракета-носитель обеспечила выведение на околоземные орбиты восьми КА.

К настоящему моменту сняты все международно-правовые ограничения на осуществление пусков РН «Рокот». Пусковая установка на площадке № 133 Плесецка была заявлена как новое место запуска космических объектов. Решены и правовые вопросы об организации хранения пускового запаса РН «Рокот» на космодроме Плесецк. Это дало возможность приступить к эффективному коммерческому использованию новой РН легкого класса.

При проведении пуска РН «Рокот» по трассе на орбиты наклонением 86,4° среднее значение уровней риска вдоль трассы в целом не превышает принятого в мировой практике фонового значения риска от стихийных бедствий, равного 0,00001.

РН «Рокот» обладает уникальным сочетанием технических и эксплуатационных характеристик, дающих ей явное преимущество перед эксплуатируемыми и перспективными РН легкого класса.

РН «Рокот» стала первой и пока единственной РН, прошедшей государственную экологическую экспертизу.

При создании РН «Рокот» были применены технические решения, исключающие утечку высокотоксичного топлива как во время заправки РН, так и в течение всего полета. Кроме того, была проведена кропотливейшая работа по выбору наиболее безопасных трасс выведения РН на орбиту и четко определены районы падения отработавших ступеней РН.

В настоящее время РН «Рокот» успешно позиционируется на международном рынке запусков КА дистанционного зондирования Земли и научных космических аппаратов на полярную и солнечно-синхронную низкую околоземную орбиту.

Запуски РН «Рокот» осуществляются и по сей день (последний запуск 27 декабря 2019). 21 августа 2018 года стало известно, что Центр Хруничева работает над новой легкой ракетой-носителем «Рокот-2», которая является модификацией оригинального «Рокота».

Учитывая высокую надёжность ракеты-носителя, хорошо-развитую инфраструктуру на космодроме для её подготовки к запуску и все вышеперечисленные факты, можно сделать вывод о том, что использование ракетно-космического комплекса «Рокот» и создание новой модификации РН «Рокот-2» в настоящее время является весьма эффективным и актуальным.

Системы ориентации, применяемые для наноспутников класса CubSat

Киселева О.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Одной из самых важных бортовых систем космического аппарата (КА), обеспечивающей положение аппарата относительно заданных направлений, является система ориентации (СО). Она выполняет такие функции, как демпфирование нежелательных колебаний, стабилизация космического аппарата в пространстве, а также ориентация аппарата относительно некоторых заданных направлений.

Космические аппараты класса CubSat получили большую популярность в последние годы за счет своих малых размеров и большого спектра действий. Габаритный размер одной структурной единицы 1U 100×100×100 мм и вес не более 1.33 кг. Наноспутник может выступать как отдельная единица 1U или иметь большие размеры и выполнять больший спектр задач, собираясь из структурных единиц, как конструктор 2U,3U….6U.

Системы ориентации наноспутников класса CubSat по потреблению энергии можно разделить на активного, пассивного и комбинированного типа. Активная система ориентации может достичь двух- или трехосной ориентации с помощью установки

необходимого числа исполнительных органов (ИО). В качестве ИО могут быть соленоиды, катушки Гельмгольца, которые создают магнитное поле, близкое к однородному, когда ток протекает через обмотки. Однако большой точности нельзя достичь, используя активную СО по причине того, что магнитное поле земли неоднородно. Главным недостатком активной системы ориентации является высокая сложность системы и разработка алгоритмов управления, однако у системы высокий коэффициент быстродействия.

Пассивные системы на наноспутниках класса CubSat применяют для стабилизации КА в нужном положении благодаря взаимодействию с окружающей средой и успокоения первоначальных колебаний. Для этого в спутнике устанавливают источник магнитного поля: постоянный магнит или (и) гистерезисные стрежни. Система ориентации реализуется с помощью одного постоянного дипольного магнита, создающего однородное магнитное поле, который ориентирует спутник по главной оси и перпендикулярных к оси магнита гистерезисных стержней, которые демпфируют как нежелательные вращательные, так и колебательные движения спутника относительно вектора геомагнитной индукции. Постоянный магнит должен обеспечивать такую величину восстанавливающего момента, чтобы доминировать по сравнению с гравитационным и аэродинамическим моментами. Основными преимуществами является то, что система не требует дополнительной энергии, ее управление просто в эксплуатации, однако система требует наличия внешних полей, точность ориентации и быстродействие системы существенно ниже в сравнении с активной СО.

Если провести сравнение активной и пассивной СО, то можно отметить, что спутникам с активной СО возможно управлять величиной и направлением магнитного момента. Если рассматривать вопрос с экономической точки зрения, то на наноспутниках класса CubSat проще и дешевле применять и изготавливать спутники с пассивной системой ориентации. Главный плюс спутников CubSat в том, что можно достичь трехосной ориентации.

Модернизация ракетоносителей путем улучшения двигателей

Клювак Р.В., Агаджанов В.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В настоящее время активно ведется поиск решений по модернизации старых ракет, для повышения эффективности их использования. Предлагаю рассмотреть одно из таких решений на примере ракеты “Союз-2”.

Семейство ракет-носителей Союз-2, получившееся 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. Данные жидкостные, 4-х рулевые 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 может 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. Данный 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, как уже говорилось выше можно только в совокупности рассматривать все факторы, и в РД-180 одно из лучших сочетаний веса (2593 кг) и мощности (тяговооруженность 73.40). Хоть он и использовался компанией SpaceX, как двигатель первой ступени, рискну предположить, что целесообразнее будет использовать как двигатель второй ступени. Именно это решение позволит более эффективно преодолевать земную гравитацию и увеличит массу полезной нагрузки на ракето-носителях.

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.

В заключении, хочу отметить важность рассмотренных тезисов. Модернизация двигателей позволит совершать большее количество запусков с меньшим расходом средств, что даст преимущество в гонке за освоение космоса.

Многоразовые космические системы: потенциал и перспективы развития

Княжев Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва

Мировая ракетно-космическая отрасль демонстрирует устойчивый рост за счет технологического развития стран. Большими темпами развиваются проекты по принципу многоразового применения, из-за чего продолжится усиление международной интеграции, концентрации ресурсов и кооперации в осуществлении международных космических проектов. Помимо этого, усилятся взаимовыгодные партнерства развитых космических держав с развивающимися странами для завоевания новых рынков, а также продолжится рост коммерческого сегмента рынка.

Капиталоемкость рынка космических услуг огромна, одним из перспективных направлений считается дистанционное зондирование земли, которые обеспечивает технологии по обработке снимков, связи, интернет вещей и т.д. Если обратить внимание на спутниковую деятельность, то сейчас многие страны все больше отказываются от крупногабаритных аппаратов и стремятся к снижению полезной нагрузки запускаемых спутниковых систем, исходя из этого, все больше стран представляют легкие и средние ракета-носители, которые будут обеспечивать вывод космического груза на низкую околоземную орбиту, из перспективных проектов России есть разработка околоземной многоразовой одноступенчатой ракеты-носителя Корона, которая имеет полезную нагрузку в 12 тонн, вертикальные взлет и посадку с использованием упрощенных стартовых сооружений.

Проект разрабатывается с 1992 года с переменным успехом, основной проблемой проекта является недостаток финансирования, так как итоговое значение стоимостных затрат на проведение работ составило 160 млрд. руб. В настоящее время в ГРЦ имени Макеева удалось завершить лишь эскизный проект по данной теме, также проведены технико-экономические исследования и составлен эффективный график разработки ракеты.

Ракета-носитель сможет выполнять следующие задачи: выведения на орбиты, обслуживания на них и возвращения на Землю космических аппаратов и грузов; создание научных заделов, основанных на новых принципах космонавтики; решения целевых задач в интересах народного хозяйства, науки и обороны.

Если ситуацию с финансированием может исправить выделение бюджетных ассигнований на реализацию федеральной целевой программы "Развитие космодромов на период 2017-2025 годов в обеспечение космической деятельности РФ", где по планам в отрасль поступит более 600 млрд. руб., то от создания тестового образца до полноценной ракеты, которая подтвердит свою надежность и работоспособность, может пройти еще много лет, к тому времени, она может стать невостребованной рынку космических запусков.

Таким образом, в период перехода на многоразовые космические системы, ракета-носитель Корона имеет все шансы завоевать лидирующее положение на пуске ракета-носителей среднего класса, ее масса полезной нагрузки соответствует средней массе запускаемых спутниковых систем, и Россия может предложить услуги по выводу космического груза на орбиту до 300 км по конкурентной стоимости, что может дать увеличение доли рынка отечественной отрасли на мировой арене.

Список использованных источников:

1. Многоразовая ракета-носитель «Корона» // Военное обозрение URL: https://topwar.ru/153264-mnogorazovaja-raketa-nositel-korona.html

Спутниковая система Starlink

Козырев А.В., Дубинский А.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Илон Маск — инженер и предприниматель, которого многие считают гением нашего времени. Когда-то он начинал с основания Zip2 и Paypal, а сейчас среди его крупнейших проектов: Hyperloop, SolarCity, Tesla и, конечно же, SpaceX.

Теперь к этому списку добавится его новый проект всемирного интернета. В Starlink будут входить двенадцать тысяч околоземных спутников, которые будут должны обеспечить стабильное, скоростное и дешёвое интернет-подключение по всему миру.

Каждый спутник имеет антенну с высокой пропускной способностью, солнечную батарею и двигатель Холла, который позволяет не только корректировать свою орбиту, но и выводить аппарат с неё в конце срока эксплуатации.

Информация может передаваться напрямую от спутника к абоненту или через наиболее приближённые к пользователю установленные на Земле станции. На орбите спутники будут постоянно связаны между собой за счёт лазерных технологий, а их расположение не будет равномерным, что позволит покрыть наиболее активные области. Например, мегаполисы, где ежедневное потребление трафика интернета чрезмерно огромное.

Планируется, что вся космическая группировка спутников должна быть выведена к 2024 году.

Открытым остаётся вопрос и без того захламлённой различным космическим мусором орбиты. Выведение на орбиту ещё двенадцати тысяч спутников может в значительной степени повлиять на работу многих систем, а также может стать причиной различных происшествий.

Также нельзя игнорировать тот факт, что данный проект предоставит Илону Маску и правительству США доступ к личным данным всех жителей планеты, которые решат воспользоваться интернетом Starlink. Неизвестны и возможности этих спутников в роли разведывательных аппаратов. Этот вопрос может касаться не только личной безопасности каждого, но и национальной безопасности целых государств.

Сам Маск считает, что данный проект станет главным источником прибыли для Space X в будущем. На данный момент на орбите уже функционируют 1083 спутника Starlink.

Применение вакуумного модуля в процессе проведения статических испытаний космических средств

Коротков А.И.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Статические испытания (СИ) – это испытания ЛА или его элементов на прочность под статической нагрузкой с заданными нормами прочности. Предназначены для исследования статической прочности конструкций объектов, как авиационной, так и ракетно-космической техники. В определении внутренних напряжений и деформаций конструкций на сегодняшний день наибольшее распространение получил метод конечных элементов реализуемый с помощью CAE-систем (computer-aided engineering). Но для проверки точности получаемых результатов проводятся статические испытания.

Способы воспроизведения поверхностных нагрузок при СИ в большинстве случаев основаны на замене распределенных сил системой элементарных сосредоточенных сил. Методами реализации статических нагрузок являются: нагружение собственным весом какого-либо материала (мешки с песком, вода и т.д.), подвеской штучных грузов на брезентовые лямки, создание нагрузки воздушными подушками, применение специальных средств.

Существует множество различных способов и устройств создания связи с испытываемой конструкцией: ложементы, обхватывающие аэродинамические поверхности; подготовка

технологических отверстий под тяги и рым-болты; приклейка брезентовых лямок специальными клеящими составами; изготовление на образце испытания конструктивных мест. Для реализации некоторых способов необходимо вносить изменения в конструкцию объекта испытаний, что может исказить результаты испытаний. Иногда возникают ситуации, при которых не применимы ложементы, а также отсутствует возможность применения клеевых составов. Для нивелирования вышеуказанных аспектов предлагается применение системы приложения нагрузки, основанную на принципе вакуумирования.

Предлагаемое приспособление для проведения статических испытаний позволит обеспечить связь с поверхностью без повреждений, сохраняя целостность объекта испытаний, например, топливного бака ракеты-носителя. Приспособление конструктивно состоит из: вакуумных модулей со встроенными механическими обратными клапанами, а также местом крепления к корпусу модуля тяги; пневмосистемы, включающей в себя отводящие трубки и вакуумную станцию; рычажной системы, связывающей приспособление с силовозбудителем. Крепление оснастки к поверхности объекта испытаний осуществляется за счет создания разряжения в вакуумном модуле, путем откачки из него воздуха вакуумным насосом. Для обеспечения герметизации места соединения вакуумного модуля и поверхности по периметру контактного соединения наносится силиконовый герметик. В целях предотвращения общей разгерметизации приспособления и сохранения работоспособности оснастки, в каждом из модулей установлен обратный клапан. Таким образом, обеспечивается высокая надежность крепления, а также исключается возможность повреждения поверхности.

Модернизация солнечных батарей космического аппарата

Кузавлева В.Ю., Егорова А.В.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Система энергоснабжения является одной из самых важных для обеспечения оптимальной работоспособности космических аппаратов (КА). Также регламентирует геометрию КА, его строение, массу, сроки эксплуатации. Отказ системы энергоснабжения приводит к отказу всего аппарата. Солнечные батареи (СБ) одни из самых надежных и достаточно отработанных вариантов обеспечения КА энергией. На орбите Земли мощность солнечного излучения составляет 1367 Вт/м^2. А на поверхностях СБ составляет около 130 Вт/м^2.

Во время эксплуатации КА, СБ подвержены жестким условиями и, соответственно, в последствии они деградируют. Время их Модернизация солнечных батарей космического аппарата.

эффективной работы составляет несколько лет, что является основным лимитирующим фактором, который определяет время активного действия самого КА. Также современное космическое аппаратостроение выдвигает более высокие требования к бортовой системе энергоснабжения КА. Необходимо чтобы СБ выдавали большую удельную мощность при этом, сохраняя или уменьшая свои массогабаритные характеристики, во время эксплуатации КА в условиях космоса. Это и делает вопрос по модернизации систем энергоснабжения актуальным.

Различия между панелями СБ, которые находятся в эксплуатации, обусловлены различными условиями функционирования КА, так и при экспериментировании по уменьшению их поверхностной массы. В последние годы заметен больший интерес в использовании жестких несущих конструкций для КА. Таких как панели СБ трехслойной конструктивной схемы (КСС). В них обшивки из полимерных композиционных материалов (ПКМ) выступают в качестве несущих слоев. ПКМ выполняются на основе стеклянных, углеродных и органических волокон. Здесь же соты из алюминиевой фольги (или других материалов) используют как заполнитель, который в свою очередь обеспечивает одновременную работу обшивок при деформации панелей.

Одним из действенных способов для увеличения мощности и КПД СБ использование солнечного фотоэлектрического концентраторного модуля, где в качестве оптического концентратора используются линейные линзы Фарадея. В итоге заметно сокращается площадь солнечных элементов, при этом уменьшается стоимость батарей и расходы дорогих полупроводниковых материалов. Также увеличивается срок работы СБ, так как солнечные элементы защищены от радиационного воздействия космоса

При соблюдении всех этих особенностей, правильном выборе материалов, расчета напряженно-деформированного состояния панели СБ и оптимизации параметров элементов КСС возникает возможность реализовать поверхностную массу в пределах 0,55-0,8 кг/м^3 при регламентированной несущей способности и жесткости, отвечающей мировым тенденциям для объектов данного класса.

Идентификация параметров теплообмена на поверхности летательного аппарата

Кукушкин М.А.
Научный руководитель — академик, д.т.н. Алифанов О.М.
МАИ, Москва

Обеспечение надежной защиты аэрокосмических аппаратов от теплового воздействия во время полёта в атмосфере с гиперзвуковыми скоростями является актуальным направлением при проектировании ракетно-космической техники.

Главной целью теплового проектирования таких аппаратов является обеспечение надёжной защиты конструкции летательного аппарата от тепловых воздействий. Улучшения массовых характеристик летательного аппарата (ЛА) возможно достичь, в том числе, в оптимизации характеристик его тепловой защиты.

Важное место в тепловом проектировании занимают экспериментальные исследования, в которых используются достаточно точные математические модели, для которых необходимо подготавливать корректные исходные данные по параметрам теплового воздействия на поверхность ЛА.

В частности, к таким параметрам относятся коэффициент теплоотдачи, коэффициент излучения, температура поверхности и тепловой поток на внешней поверхности аппарата. Недостаточная точность определения таких параметров приводит к необходимости увеличения проектного запаса теплозащитного покрытия, что в свою очередь ведёт к ухудшению массовых характеристик ЛА.

В данной работе предлагается использовать уравнение теплового баланса на поверхности тепло-нагружаемых материалов для одновременного определения параметров теплового взаимодействия потока с поверхностью летательного аппарата. Значения параметров, входящих в уравнение теплового баланса, предлагается одновременно определять, используя решение обратной задачи теплообмена. Информацию о тепловом состоянии исследуемых образцов предлагается получать за счёт использования внутренних термопарных измерений.

В результате цифровой реализации данной задачи, была проанализирована возможность определения параметров теплового взаимодействия гиперзвукового потока с поверхностью ЛА. Данный подход был реализован как с точными, так и с зашумленными исходными данными.

Сравнительный анализ существующих технологий повышения эффективности ракет космического назначения с жидкостным ракетным двигателем для обеспечения безопасности и снижения площади падения отработавших ступеней

Кулешов И.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

За долгое время использования средств исследования космоса было произведено более 1000 крупных и миллионы сотен мелких объектов космического мусора (КМ) – к ним относятся около 23000 каталогизированных объектов размером более 10 см. Увеличение КМ на орбите ведет к снижению безопасности будущих полетов, что является проблемой для всей отрасли.

Отделяемые части (ОЧ) – ступени ракетоносителей при падении являются неуправляемыми объектами, что является проблемой из-за больших площадей выделяемых под падение. Более серьезная проблема заключается в возможном возгорании, взрыве и загрязнении поверхности земли из-за остатков компонентов ракетного топлива (КРТ) в ступенях.

Решение данных проблем за счет использования остатков КРТ в баках ступеней позволило бы увеличить безопасность как космического пространства, так и поверхности земли, что на сегодняшний день чрезвычайно актуально.

Цель данной работы: провести сравнительный анализ существующих возможностей использования остатков КРТ с целью выбора наиболее эффективного и безопасного.

В работе были изучены следующие методы эффективного использования остатков КРТ:

Установка системы управления расходом топлива (СУРГ);

Сброс остатков КРТ в факел ЖРД на активном участке работы;

СУРТ, обеспечивающие опережающую выработку КРТ;

Совершенствование системы управления;

Связывание остатков КРТ в баках, их нейтрализация на земле;

Изменение физического состояния КРТ – пассивация;

Заключение остатков КРТ в неразрушающуюся конструкцию;

Дожигание невыработанных КРТ в специальной установке;

Термическое разложение остатков КРТ;

Обезвреживание: подача в бак горючего окислителя, а в бак окислителя – горючего;

Выброс остатков КРТ в окружающее пространство;

Испарение остатков КРТ с помощью нагревательных элементов;

Использование вытеснительных устройств;

Продув топливных баков горячими газами.

Все приведенные выше методы имеют значительные недостатки, такие как: установка дополнительного оборудования, следовательно, увеличение массы и удорожание РН. Недостаточное обеспечение безопасности и все еще высокая опасность взрыва при падении.

Самыми лучшими методами были определены: сброс остатков КРТ в факел ЖРД на активном участке работы и заключение их в неразрушающуюся конструкцию для извлечения на земле.

В ходе работы выявлены самые эффективные методы использования остатков КРТ и предложен метод для будущих исследований – газификация остатков КРТ с целью повторного запуска двигателя и увода ступени к точному месту падения.

Исследование перспектив использования СПГ в РКТ

Кулешов П.А., Колинько У.О.
Научный руководитель — Коробовский А.В.
МАИ, Москва

Для выведения полезной нагрузки на орбиту используются разгонные блоки, использующие топливо с большими энергетическими показателями, например, азотный тетраоксид – несимметричный диметилгидразин (АТ-НДМГ), которые при этом крайне вредны для окружающей среды. Ещё существует пара компонентов жидкий кислород и жидкий водород, которые тоже имеют свои недостатки, основными из которых являются высокая цена производства и малая плотность.

Использование сжиженного природного газа (СПГ) в ракетно-космической технике может сильно удешевить стоимость выведения космических аппаратов. СПГ гораздо дешевле сжиженного водорода, удобнее в эксплуатации, его запасы крайне велики (запасы природного газа на территории России составляют до 60 % запасов природного газа в мире), менее пожароопасен. Установки по сжижению природного газа построены на Сахалине в рамках проекта «Сахалин-2», также завод по сжижению природного газа уже построен на севере Сибири. Такое местоположение производства топлива удобно для запусков с космодрома «Восточный».

Целью данной работы является анализ различных аспектов использования СПГ в качестве горючего для изделий ракетно-космической техники. Для достижения этой цели в работе на основе анализа характеристик СПГ рассматриваются возможные области его использования, особенности его эксплуатации и хранения, вопросы безопасности при всём цикле эксплуатации горючего, перспективы применения. На основании рассмотренных вопросов делается вывод о целесообразности разработки и эксплуатации образцов ракетно-космической техники с использованием СПГ.

Влияние внутреннего рельефа поверхности транспортно-пускового контейнера на надежность старта беспилотного летательного аппарата

Куприянова Я.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Парафесь С.Г.
МАИ, Москва

При размещении беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в корпусе транспортно-пускового контейнера (ТПК) необходимо обеспечить надежное закрепление изделия, ударостойкость корпуса ТПК при перевозке и виброустойчивость в момент старта БПЛА.

Распространенные в производстве ТПК имеют гладкую оболочку круглого или прямоугольного сечения, что объясняется простотой в изготовлении и выгодой в экономическом плане. Расчеты, приведенные в данной работе, показали, что использование рельефной оболочки ТПК способствует увеличению стойкости контейнера к удару при перевозке и снижению вибраций в момент пуска.

Так как наличие нелинейных связей между ракетой и контейнером создает дополнительные нагрузки при колебаниях системы «БПЛА–контейнер» [1], введение рельефной поверхности может повысить надежность старта БПЛА.

Рельеф оболочки ТПК может быть получен как предварительной штамповкой металлического листа с последующей сваркой, так и с помощью применения современных аддитивных технологий.

Проведено исследование напряженно-деформированного и вибрационного состояния ТПК оболочечной конструкции с различным расположением ребер жесткости и их профилем, а также выполнен расчет газодинамических параметров в ТПК в процессе старта БПЛА. Проектирование проводилось в системах 3D моделирования SOLID WORKS и ANSYS.

Список использованных источников:
1. Александров А.А., Драгун Д.К., Забегаев А.И., Ломакин В.В. Механика контейнерного старта ракеты при действии поперечных нагрузок // Инженерный журнал: наука и инновации, издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва), 2013, №3 (15), С. 22. DOI 10.18698/2308-6033-2013-3.

Анализ гелиоцентрической траектории космического аппарата для исследования Солнца

Курасбедиани Р.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Константинов М.С.
МАИ, Москва

Рассматривается гелиоцентрическая траектория космического аппарата (КА) для исследования Солнца. Траектория КА должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Наклонение конечной орбиты КА относительно плоскости экватора Солнца составляет 30 градусов.
2. Радиус перигелия перелётной орбиты составляет не менее 60 радиусов Солнца.

Для выведения КА на гелиоцентрическую орбиту используется схема перелёта, которая включает один гравитационный манёвр (ГМ) у Земли и последовательность пассивных ГМ у Венеры [1].

На участке перелёта Земля-Земля используется электроракетная двигательная установка, которая обеспечивает гиперболический избыток скорости при подлёте к Земле (с целью ГМ у Земли). На участке перелёта Земля-Венера не предполагается использование маршевой двигательной установки, как и на последующих гелиоцентрических участках перелёта.

После первого ГМ у Венеры, КА выходит на резонансную с Венерой орбиту, с порядком резонанса 4:3. После второго, третьего и четвёртого ГМ, КА переводится на орбиту с порядком резонанса 1:1. Последним пятым ГМ КА переводится на орбиту с наклонением равным 30 градусам относительно плоскости солнечного экватора.

Параметры ГМ выбираются так, чтобы обеспечить попадание КА в окрестность Венеры в предположении невозмущённого движения планеты. Поскольку реальное движение Венеры является возмущённым, для осуществления встречи КА с планетой, необходимо корректировать траекторию КА. В определенной точке орбиты КА сообщается импульс скорости, и КА переводится на переходную орбиту, характеристики которой обеспечивают попадание КА в окрестность Венеры для последующего ГМ. Вектор корректирующего импульса скорости находится с использованием решения уравнения Ламберта.

Цель данной работы – оценить суммарные затраты на корректирующие импульсы скорости, которые обеспечат реализацию рассматриваемой схемы полёта; проанализировать влияние учета возмущенного движения Венеры на характеристики гелиоцентрической траектории.

Список использованных источников:
1. Константинов М.С., Мин Тейн. Анализ одной схемы полета космического аппарата для исследования Солнца // Электронный журнал «Труды МАИ», 2013. № 71. 24 с.

Прочностные расчёты сверхлёгкой ракеты-носителя измерительного оборудования «РН-Д2»

Лапшин С.С., Мальцева О.А., Юденков В.Э.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Командой СКБ «ВОЕНМЕХ» в настоящее время ведётся проект по проектированию сверхлёгкой ракеты-носителя измерительного оборудования (РНИО) «РН-Д2». Одним из этапов проектирования РНИО являются расчёты на прочность и потерю устойчивости.

Расчёты на прочность для отсеков ракеты были осуществлены в среде SolidWorks Simulation. Результаты показали, что нагрузки, испытываемые ракетой в процессе её функционирования, не могут привести к разрушению модели до потери ею устойчивости.

Это позволило в дальнейшем производить расчёт только на потерю устойчивости, при которой могут возникнуть изгибающие моменты, способные разрушить корпус в поперечном направлении, то есть сломать её пополам.

Результаты расчётов на потерю устойчивости подтвердили возможность использования изначально выбранной толщины стенки корпуса.

Прочностные расчёты осуществлялись для следующих креплений: соединение упора под двигатель с корпусом 4 винтами - минимально допустимый диаметр стержня винта составил 1.411 мм; соединение стабилизатора с корпусом через специальное крепление 4 винтами — допустимый диаметр стержня винта составил 0.991 мм; соединение самого стабилизатора с креплением 4 винтами - допустимый диаметр стержня винта составил 0.863 мм.

Исходя из полученных данных и из соображений удобства сборки, было принято решение использовать во всех случаях винты М3. Кроме того, резьбовых соединения таких размеров незначительно влияли на массу модели в целом.

После предварительного расчета ракеты-носителя (РН) на прочность по классическим теориям, был произведен расчет РН на прочность с помощью пакетов аэродинамических расчетов SolidWorks Flow Simulation и силовых расчетов SolidWorks Simulation.

Для проведения аэродинамических расчетов был выбран следующий расчетный случай:

1. Скорость потока – 250 м/с (максимальная расчетная скорость РН)

2. Угол атаки РН относительно потока – 1º (для дальнейшего расчета на РН прочность на изгибе)

Для проведения наиболее приближенных аэродинамических расчетов, сетка конечных элементов в ручном режиме была сгущена для границе раздела текучей среды с твердым телом. После построения сетки, количество ее элементов составило — 1284000 ячеек.

После проведения аэродинамического расчета, его результаты были импортированы в среду прочностного анализа SolidWorks Simulation.

При проведении прочностного расчета в среде SolidWorks Simulation были применены следующие нагрузки и закрепления:

1. Закрепление – зафиксированная геометрия на нижней грани отсека электроники, как самого прочного элемента РН.

2. Нагрузка из аэродинамического анализа

3. Нагрузка – сила 550 Н, тяга двигателя на максимальном режиме

4. Нагрузка - сила 70 Н от ПН массой 1 кг при учете перегрузки 7G

В качестве материала корпуса РН был выбран углепластик со следующими основными характеристиками:

1.Модуль упругости: 140 ГН/м^2

2. Коэффициент Пуассона: 0,35

3. Массовая плотность: 1500 кг/м^2

4.Предел прочности при растяжении: 0,5 ГН/м^2

5. Предел текучести: 1,7 ГН/м^2

В качестве материала для стабилизаторов был выбран термопластик PETG, применяемый в 3D печати, со следующими основными характеристиками:

1. Модуль упругости: 173 ГН/м^2

2.Коэффициент Пуассона: 0,36

3. Массовая плотность: 1300 кг/м^2

4.Предел прочности при растяжении: 3,65 ГН/м^2

5.Предел текучести: 0,53 ГН/м^2

По результатам аэродинамических и силовых расчетов были получены эпюры напряжений на корпусе ракеты и на стабилизаторах.

Максимальные напряжения на корпусе РН: 12,58 МН/м^2

Максимальные напряжения на стабилизаторах РН: 2 МН/м^2

В результате всех проведённых расчётов был сделан вывод, что РНИО «РН-Д2» удовлетворяете всем требования по прочности, устойчивости и технологичности.

Проектирование и внедрение автоматизированных систем управления жизненным циклом изделия вспомогательного производства

Ломакин И.В., Рязанцев А.Ю., Юхневич С.С.
АО «КБХА», Воронеж

В процессе жизненного цикла, изделие проходит через определённые стадии: замысел, формирование требований, проектирование, эксплуатация и т.д. На каждой стадии формируется техническая информация, как правило, большого объёма. Управление данной технической информацией является сложной задачей. Актуализация данных и удобная работа с нормативными документами является неотъемлемой частью работы над изделием. При изготовлении изделий аэрокосмической отрасли основными проблемами являются отсутствие единого источника документации и неорганизованное хранение нормативной информации в электронном виде. Отсутствие мероприятий по решению данных проблем приводит к следующим отрицательным факторам: отсутствие актуальной технической информации, в связи с чем появляется этой проблемы появляется риск использования информации, которая не актуальна; проблема внесения и поиска требуемой информации в электронном виде. Решением обозначенных сложностей является внедрение системы PLM. PLM (Product Lifecycle Management) – система, обеспечивающая управление всей информацией об изделиях и связанных с ними процессах на протяжении всего его жизненного цикла.

В АО «КБХА» имелись системные и кадровые предпосылки для внедрения системы управления жизненным циклом изделия. Отсутствовала неразрывная цепочка процессов жизненного цикла изделия. Уход специалистов, обладающим опытом, знаниями и компетенцией в технологии создания ракетных двигателей и их агрегатов – потеря преемственности и, как следствие, конструкторской школы. В связи с этим для создания эффективной автоматизированной системы управления жизненным циклом изделия проведено совершенствование существующих подходов к разработке нормативной документации и планированию при изготовлении изделий вспомогательного производства в АО КБХА.

Существенно сократить сроки подготовки производства можно за счет параллельного выполнения работ и тесного взаимодействия всех участников процесса [2]. Выбранный программный комплекс позволяет выполнять с проектирование с применением технологии WAVE. Данная технология позволяет с лёгкостью управлять большими и сложными проектами в единой виртуальной цифровой модели. Технология позволяет выполнять параллельное проектирование в связке конструктор - технолог и в связке ведущий конструктор - конструктор, позволяет визуализировать процесс обработки, что даёт ясность конструктору при проектировании сложных средств технологического оснащения. Применение автоматизированных систем управления тяжёлого класса позволяет предприятию получить следующие выгоды: сокращение затрат и трудоемкости процессов технологической подготовки производства, за счёт сокращения разработки конструкторской и технологической документации вспомогательного производства, сокращение календарных сроков вывода новых конкурентоспособных изделий основного производства на рынок; сокращение доли брака и затрат, связанных с внесением изменений в конструкцию; сокращение затрат на эксплуатацию, обслуживание и ремонты изделий.

Разработанные и внедренные мероприятия по созданию в АО «КБХА» автоматизированных систем управления изделий вспомогательного производства позволили достичь положительного эффекта за счет: применения единой на предприятии PLM системы, использования имитационного моделирования, включая использование методов оптимизации и анализа данных, позволяющего минимизировать объем натурных испытаний; отработки технологий, обучения специалистов, формирования требований к техническому оснащению задействованных в работе подразделений для перехода на электронный подлинник конструкторской документации; подготовки специалистов по поддержке и

развитию систем проектирования, адаптированных для решения стоящих перед отраслью задач по проектированию и производству

В АО «КБХА» поставлены и решены задачи по разработке и внедрению автоматизированной системы управления жизненным циклом изделия вспомогательного производства. Решение рассмотренных вопросов на предприятиях аэрокосмической отраслей является актуальной проблемой.

Список использованных источников:

1. Калитанов Н. А. Разработка расширения автоматизации проверки оформления деталей и сборочных единиц для САПР Siemens NX / Материалы международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения - 2018»: Сборник тезисов докладов. – М.: МАИ, 2018. Т. 2 – С. 224-225.

2. Freeman E.H. An Agent-Oriented Programming Architecture for Multi-Agent Constraint Satisfaction Problems.2nd International IEEE Conference on Tools for Artificial Intelligence: Proceedings, 1990. pp. 830-840.

3. Айсин Е. М. Управление процессами жизненного цикла изделий с использованием технологий управления данными об изделии (CALS-технологии) / Материалы международной научно-практической конференции 2018. – М.: МИФИ, 2018 С. 236-241.

Критичности, возникающие при эксплуатации РДТТ

Майорова А.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уразбахтин Ф.А.

ВФ ИжГТУ, Воткинск

РДТТ – ракетный двигатель, работающий на твёрдом топливе. Движущей силой летательного аппарата является тяга, создаваемая ракетным двигателем. РДТТ состоит из камеры сгорания, заряда твёрдого топлива, соплового блока, воспламенителя, электрозапала и тепловой защиты. Твёрдотопливные двигатели широко используются в боевых и в космических ракетах в качестве маршевой системы и тормозных средств при отделении ступеней.

Рабочие процессы в твёрдотопливном ракетном двигателе происходят при больших значениях температуры, давления и скорости движения продуктов сгорания. Но эти характеристики изменяются за секунды работы самого двигателя. Возникающие в этот момент отклонения значений параметров в РДТТ влекут за собой возникновение критичностей.

В плане критических ситуаций наиболее опасными являются такие свойства, как прочность, жёсткость, герметичность, энергетическая ёмкость, устойчивость, трещиностойкость отдельных узлов и деталей ракеты.

Критичности, связанные с прочностью, являются результатом сопротивления температурным и механическим нагрузкам основных элементов РДТТ. Данные критичности зависят от характеристик материалов.

Критические ситуации, связанные с жёсткостью, наступают, также появляются в случае, когда РДТТ подвергается силовым и температурным нагрузкам. Деформации приводят к изменениям геометрических размеров корпуса и, следовательно, изменятся давления и температуры газов в камере сгорания.

Критичности, связанные с недостаточной энергетической ёмкостью, наступают когда одна или несколько термодинамических характеристик продуктов сгорания в камере или в работе воспламенителя не находятся в установленном диапазоне. К таким характеристикам относят: давление, температуру и плотность газов.

Критичности, связанные с недостаточной герметичностью, возникают в случае, когда через стенки и соединения в РДТТ проникает вещество в газообразном или жидком состояниях. При этом вещество может не только проникать во внутрь двигателя из внешней среды, но и наоборот. Это приводит к изменениям термодинамических и теплофизических характеристик, параметров воспламенения и процесса горения.

Критичности, связанные с потерей устойчивостью приводит к вибрационному горению. В этом случае большую роль играет химический состав смесевого топлива, а также появление сжимающих механических напряжений в РДТТ.

Критичности, связанные с трещиностойкостью, возникают из-за длительной эксплуатации РДТТ. В структуре материала, при этом, появляются микротрещины, раковины и другие дефекты, которые под действием внешних сил становятся трещинами и ухудшают прочностные характеристики материалов.

Чтобы подобных критических ситуаций не происходило, при изготовлении элементов РДТТ необходим технологический контроль. Но некоторые дефекты из-за небольшого размера не удается определить. С течением времени они накапливаются в РДТТ и приводят к критичности.

Указанные критичности должны быть своевременно выявляться и предотвращаться их негативное развитие. В конечном итоге, это приводит к повышению надежности в работе РДТТ.

Список использованных источников:

1. Хмелева А. В., Уразбахтин Ф. А. Отказ как следствие развития критических ситуаций элементов ракетной техники // Интеллектуал. системы в пр-ве. – 2011. – № 1. – С. 157–165.

2. Волков В. Т., Ягодников Д. А. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 296 с.

3. Назаров Г.А., Прищепа В.И. Космические твёрдотопливные двигатели. – М.: Знание, 1980.-63 с, ил.- (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Космонавтика, астрономия»; №7).

4. Уразбахтин Ф.А., Коренев А.А. Математическая модель критических ситуаций по интенсивности проявления свойств твердотопливных ракетных двигателей // Интеллектуальные системы в производстве. – 2012. – № 1. – С. 60–72.

Проектирование сверхлёгкой ракеты-носителя измерительного оборудования «РН-Д1»

Мальцева О.А., Юденков В.Э., Голованских О.И.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

В настоящее время существует проблема быстрого получения метеорологических параметров перед пуском беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Эти данные необходимы для внесения оперативных поправок в алгоритмы работы БПЛА. Получение метеорологических параметров бывает затруднительно, и решением данной проблемы является использование различных атмосферных зондов.

Остаётся актуальной проблема выведения их на необходимую высоту. Для решения данной проблемы используют различные виды БПЛА — квадрокоптеры, сверхлёгкие беспилотные летательные аппараты самолётного типа, ракетные носители измерительного оборудования.

Квадрокоптеры в среднем без полезной нагрузки (ПН) могут подниматься на высоту до 1,5-2 км, редкие модели имеют возможность подниматься до 4-6 км. Квадрокоптеры с грузоподъёмностью 1-1,5кг летают на высоту 1-1,5 км (SteadiDrone Mavrik x4, Homeland Surveillance RDASS Q1000). Существуют модели квадрокоптеров, которые способны выводить полезную нагрузку массой 1 кг на высоту до 2-3 км, но такие квадрокоптеры имеют сравнительно низкую скорость подъёма, что налагает ограничения для их использования [1].

Использование сверхлёгких беспилотных летательных аппаратов самолётного типа ограничено необходимостью наличия специальной взлётно-посадочной площадки. Также БПЛА самолётного типа имеют большие размеры, затрудняющие их применение.

Вышеуказанные недостатки отсутствуют у РНИО.

В качестве атмосферного зонда был выбран RS92-SGP. Он способен измерять такие параметры атмосферы, как давление, температура и относительная влажность воздуха, и

передавать данные об этих параметрах в режиме реального времени по радиоканалу на частоте 433 МГц [2].

Для выведения данного зонда на высоту до 2,5 км рабочей группой СКБ «ВОЕНМЕХ» была разработана, изготовлена и испытана ракета-носитель «РН-Д1». Преимущества использования ракеты для данной цели: быстрый старт, который может быть произведён на любой местности, относительная дешевизна.

Ракета-носитель «РН-Д1» — сверхлёгкая неуправляемая твёрдотопливная одноступенчатая ракета вертикального старта, блочно-модульная, предназначенная для выведения атмосферных зондов массой до 1 кг на высоту 2,5 км за 22 секунды.

Для обеспечения запаса статической устойчивости ракеты «РН-Д1» при её создании была выбрана схема с хвостовыми стабилизаторами. В качестве двигателя был выбран твёрдотопливный ракетный двигатель РДК-2000 производства компании Real Rockets [3], имеющий массу 2,8 кг, полный импульс 2,4кНс, среднюю тягу 400Н и время работы 6с.

Для баллистических, аэродинамических и прочностных расчётов были использованы такие программные пакеты, как Matlab, Solidworks Simulation и Solidworks FlowSimulation.

В качестве материала корпуса был выбран углепластик. Трубы для корпуса РНИО были изготовлены участниками рабочей группы СКБ «ВОЕНМЕХ». Остальные детали «РН-Д1» были изготовлены с использованием аддитивных технологий на 3D-принтере Zav-Pro V3 [4] с применением таких пластиков, как нейлон, армированный углеволокном, ABS, PETG.

Основные характеристики сверхлёгкой неуправляемой твёрдотопливной одноступенчатой ракеты «РН-Д1»:

1. Длина ракеты – 1402 мм
2. Диаметр миделя – 110 мм
3. Стартовая масса ракеты – 5,8-6,5 кг
4. Масса полезной нагрузки (атмосферного зонда) – 0,3-1 кг
5. Внутренний объем, предназначенный под ПН –2 л
6. Максимальная высота подъема ракеты – 2,5 км
7. Максимальная скорость подъема ракеты – 300 м/с
8. Подготовка к пуску – не более 15 мин
9. Стоимость пуска¬ – 24 тыс. руб.

Летом 2020 года были проведены первые тесты «РН-Д1», в том числе и её запуск.

По результатам этого полёта были получены различные данные и сделаны соответствующие выводы.

Таким образом, РН-Д1 является максимально подходящим средством доставки атмосферного зонда RS92-SGP, способного передать данные о метеорологических параметрах «основному» БПЛА для последующего учёта текущих условий окружающей среды и внесения оперативных поправок в их алгоритм работы.

Список использованных источников:

1. Как купить мощный квадрокоптер: наши советы по выбору. [Электронный ресурс]. URL: http://kvadrokopters.com/blog/obzor/kak-kupit-moshchnyy-kvadrokopter-nashi-sovety-po-vyboru/ (дата обращения – 04.11.2020)

2. Радиозонд RS92-SGP от фирмы Vaisala [Электронный ресурс]. URL: https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/RS92SGP-Datasheet-B210358RU-F-LOW.pdf (дата обращения – 04.11.2020)

3. Real Rockets [Электронный ресурс]. URL: http://real-rockets.ru/ (дата обращения – 08.11.2020)

4. Zav-Pro V3 [Электронный ресурс]. URL: https://www.zav3d.ru/products/39837907/ (дата обращения – 08.11.2020)

Перспективы использования Луны для освоения дальнего космоса

Маносьева Е.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Целью работы является рассмотрение спутника Земли — Луны как перспективного объекта для дальнейшего использования в исследовании дальнего космоса.

Луна является единственным естественным спутником Земли. Её также можно назвать идеальным объектом для исследования. Лунные ресурсы можно использовать в космической деятельности.

В сентябре 1959 года космический аппарат «Луна-2» достиг поверхности Луны, а в 1969 году человек впервые ступил на поверхность спутника Земли. Но в 70-х годах программы по освоению Луны практически прекратились, так как это требовало огромных денежных средств и четкой программы исследования, которой не было. 21 век стал «новой эрой» по освоению Луны и окололунной орбиты. Естественным спутником заинтересовались такие страны как: Китай, США, Россия и др. Одной из главных целей Российской лунной программы стало строительство полноценной лунной базы к 2040 годам. Исследование Луны будет играть большую роль в развитии человечества, так как она может стать составной частью космической инфраструктуры.

Одной из главных причин использования Луны, является построение лунных баз и заправочных станций. Их строительство станет новым шагом в освоении космоса человеком. Лунные базы на постоянной основе будут добывать ресурсы, из которых будет создаваться топливо для заправки космических кораблей. Луна станет промежуточным космодромом, местом для заправки ракетным топливом для межпланетных и межзвездных космических миссий. В будущем станция может стать не только перевалочным пунктом, но отправной точкой для дальних полетов. В связи с этим возникает проблема снижения затрат на строительство и обслуживание. Но уже сейчас разрабатываются технологии (Moontrap, Sattrap) экономного создания лунной базы (ЛБ) и окололунной орбитальной станции (ЛОС). Также одним из преимуществ создания ЛОС и ЛБ является доставка груза из пояса астероидов или Марса так как это требует меньших затрат, чем доставка на околоземную орбиту. И это будет только начальной точкой для освоения дальнего космоса.

Строительство ЛБ и ЛОС является не только важной частью в освоение космоса, но и большим шагом в космической гонке. Это даст преимущество над другими странами, так как появится возможность предоставления услуг своим зарубежным партнерам. Что приведет не только к экономической выгоде, но и первенстве в космической гонке.

Список использованных источников:

1. Брюханов Н.А., Легостаев В.П., Лобыкин А.А., Лопота В.А., Сизенцев Г.А., Синявский В.В., Сотников Б.И., Филиппов И.М., Шевченко В.В. Использование ресурсов луны для исследования и освоения солнечной системы в XXI веке, 2014 г.

2. Кричевский С.В. Освоение Луны: история, модель, сверхглобальный проект и экологичные технологии, 2019 г.

3. Пугаченко С.Е., Козедуб Д.А. Исследование режимов обслуживания экипажем окололунной орбитальной станции-космопорта, 2019 г.

4. Майборода А.О. Как создать лунную базу и орбитальную станцию на 80% дешевле, 2018 г.

5. Ананьев П.П., Васильев С.В., Мещеряков Р.В., Плотникова А.В., Беляков К.О., Кузнецов Е.Б. Перспективы развития космической горно-перерабатывающей отрасли, 2016 г.

Отработка технологий для создания РН сверхлегкого класса и системы телеметрии

Матасов Н.А.
ЯрГУ им. Демидова, Ярославль

В настоящий момент на формирующемся рынке запусков космических аппаратов присутствует существенная ниша в области ракет сверхлегкого класса. Несмотря на успехи зарубежных компаний, стоимость полета в космос за последние полвека существенно не изменилась. В целом, по миру и на отечественном рынке отсутствует возможность быстро и достаточно дешево вывести полезную нагрузку на орбиту, если она не обладает существенной массой и габаритами. Дальнейшее развитие космической техники и рынка связано с миниатюризацией элементной базы, снижением стоимости услуг.

К тому же, сейчас набирают популярность низкоорбитальные многоспутниковые группировки, развертываемые для различных целей, где масса одного аппарата, зачастую, не превосходит 50 кг. Таким образом, заказчики, для выполнения тех или иных задач вынуждены зависеть от нечастых пусков тяжелых РН, не располагают широким выбором целевых орбит, ограничены конструктивными и экспериментальными решениями. Покончить с зависимостями и призван развивающийся рынок сверхлегких РН. Их создание существенно дешевле, нежели разработка полноценных ракет, имеется широкое разнообразие технических и технологических решений (используемое топливо, двигатель, способы запуска, изготовление элементов, нетрадиционное использование материалов и компонентов). За границей существует несколько стартапов и компаний, специализирующихся на сфере сверхлегких РН, однако на отечественном рынке этот сегмент почти отсутствует. Целью моей работы является показать начальный путь развития такого проекта, исследования и решения для будущей отработки технологий, возможность его реализации, а так же получение опыта для создания летающей лаборатории для разработки системы снижения сопротивления в плотных слоях атмосферы.

Вопросы повышения эффективности разработки перспективных малоразмерных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли

Махаева М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ламзин В.А.
МАИ, Москва

Современное развитие малоразмерных космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) характеризуется ростом числа решаемых задач, увеличением числа аппаратов, расширением номенклатуры и информационных возможностей целевой съемочной аппаратуры.

Опыт разработки показывает, что повышение эффективности применения перспективных МКА связано с совершенствованием целевой съемочной аппаратуры (улучшением разрешающей способности, увеличением количества спектральных каналов, снижением периодичности наблюдения и др.) и обеспечивается за счет новых достижений в оптике и электронике, реализации оригинальных проектных и конструкторско-технологических решений, обеспечения высокой надёжности бортовых систем и агрегатов. Проводятся работы по модернизации существующих и созданию перспективных систем для удовлетворения возрастающих требований потребителей космической информации, расширяются функциональные возможности системы [1–4]. На базе МКА разрабатываются перспективные высокорентабельные космические системы ДЗЗ, адаптированные для решения различных задач потребителей Данный подход является целесообразным с экономической позиции и при наличии технических и технологических ограничений.

В докладе рассмотрены вопросы и предложен способ повышения эффективности применения МКА ДЗЗ, позволяющий увеличить количество решаемых аппаратом тематических задач за счет улучшения разрешающей способности целевой съемочной

аппаратуры при проведении орбитальных маневров. Приведена постановка задачи и методы её решения. Разработана методика, включающая модели и алгоритмы, позволяющая определить рациональные характеристики подсистем и МКА в целом при заданных ограничениях. При формировании моделей оценки тактико-технических характеристик МКА рассматривается его состав, устанавливается связь массогабаритных и энергетических характеристик аппарата от параметров его подсистем. На начальном этапе проектных работ, когда нет необходимых данных в полном объеме, используется опыт реализации аналогичных проектов. Критерием эффективности при решении данной задачи является минимум массы МКА. Выбираемыми параметрами являются проектные параметры энергетической системы и комбинированной двигательной установки.

На модельных примерах проведены исследования влияния внешних связей на тактико-технические характеристики перспективного МКА. Результаты исследований могут быть использованы для детального анализа эффективности перспективных МКА ДЗЗ с целью прогнозирования их развития и расширения области применения.

Список использованных источников:

1. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., Ламзин В.В. Методы прогнозирования характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во МАИ, 2019. – 160 с.: ил.

2. Матвеев Ю.А., Ламзин В.А., В.В. Ламзин В.В. Основы проектирования модификаций космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. – Москва: Изд-во МАИ, 2015. – 176 с.: ил.

3. 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.

4. Ламзин В.В., Макаров Ю.Н., Матвеев Ю.А. Вопросы поиска эффективных проектных решений при модернизации космической системы ДЗЗ // Общероссийский научно-технический журнал «Полет». 2011. № 5. С. 3–9.

Оценка перспективности использования шахтных пусковых установок для ракет космического назначения легкого класса

Махов А.Н.

Научный руководитель — Бут А.Б.

МАИ, Москва

Существенным отличием отечественных ракет носителей (РН), от зарубежных аналогов, является то, что доставка ракеты космического назначения (РКН) на стартовый комплекс (СК), в большинстве случаев, осуществляется в собранном виде, что обусловлено суровыми климатическими условиями. Осуществляя запуск РКН с помощью пусковых установок (ПУ) шахтного типа можно снизить влияние климатических условий на РН во время сборки и пуска, проводя окончательный монтаж РКН на пусковом устройстве.

Для рассмотрения возможности адаптации газовых отражателей шахтных ПУ были выбраны две ракеты - ракета шахтного базирования (РШБ) с жидкостным ракетным двигателем (ЖРД), использующем в качестве топлива пару жидкий кислород-керосин, и перспективная РКН легкого класса с ЖРД, на том же топливе. Также для исследования был применен программный комплекс расчета газодинамических параметров исходящей газовой струи.

В ходе проведения исследования были определены входные данные для программного комплекса расчета газодинамических параметров исходящей струи ракетных двигателей (РД) РШБ и РКН легкого класса, с помощью основных параметров данных РД. С помощью программного комплекса были построены графики распределения газодинамических параметров струи (давления, плотности, температуры) для газовой струи РД РШБ. Основываясь на полученных данных, были определены основные параметры газового отражателя для рассматриваемой РШБ. Впоследствии, с помощью программного комплекса

были построены графики распределения газодинамических параметров струи (давления, плотности, температуры) для газовой струи РД перспективной РКН легкого класса.

Основываясь на полученных данных, было произведено сравнение влияния основных газодинамических параметров струи РД РШБ и перспективной РКН легкого класса на газовый отражатель, рассчитанный для РШБ. В результате данного сравнения были сделаны выводы, что влияние газовых струй рассматриваемых РД на рассматриваемый газовый отражатель практически одинаковое, за исключением максимальной температуры газовой струи на грани газового отражателя. Температура газовой струи от РД перспективной РКН в максимальной точке оказалась выше температуры газовой струи РД РШБ.

Основываясь на полученных данных был сделан вывод, что адаптация газового отражателя, предназначенного для рассматриваемого РД РШБ, под РД перспективной РКН легкого класса возможна путем использования более термостойких материалов для изготовления данного газового отражателя или нанесения термостойких покрытый на наиболее подверженную высоким температурам часть данного газового отражателя.

Список использованных источников:

1. Бармин И. В., Корнеев М. Н., Бирюков Г. П. и др. Технологические объекты наземной инфраструктуры ракетно-космической техники (инженерное пособие). Книга 1. – М.: Полиграфикс РПК, 2005. – 420 с.

2. Уманский С. П. Ракеты-носители. Космодромы. – М.: Рестарт+, 2001. – 216 с.

3. Маликов В. Г., Комиссарик С. Ф., Коротков А. М. Наземное оборудование ракет. – М.: Воениздат, 1971. – 304 с.

4. Строгалев В. П., Толкачева И. О., Быков Н. В. Основы прикладной газовой динамики. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 174 с.

5. Бирюков Г. П., Бут А. Б., Хотулев В. А., Фадеев А. С. Газодинамика стартовых комплексов. – М.: РЕСТАРТ, 2011. – 412 с.

Lunar Orbital Platform-Gateway: Перспективы окололунной станции

Мельников Я.К.

Научный руководитель — Пичужкин П.В.

МАИ, Москва

О создании проекта Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G), ранее известного как Deep Space Gateway (DSG), NASA объявило в 2017 году. Проект представляет собой новый этап в освоении космоса после окончания работы МКС. Важной особенностью новой станции является ее расположение. LOP-G планируется разметить на окололунной орбите. Строительство станции, по текущему плану намечено на 2023 год.

Проект необходим для обеспечения следующих шагов в глубокий космос. Вблизи Луны астронавты будут строить и тестировать системы, необходимые для сложных миссий в дальний космос. Область космоса вблизи Луны находится за пределами радиационных поясов Земли, что позволит имитировать условия полета к Марсу и другим объектам Солнечной системы. Окололунная станция позволит получить доступ к лунной поверхности для роботизированных миссий, но с возможностью возвращения на Землю, если это необходимо, в течение нескольких дней, а не недель или месяцев.

Помимо вышеперечисленного у продвижения проекта LOP-G есть ещё две конкретные причины: разрабатываемая с 2013 года сверхтяжелая ракета-носитель Space Launch System (SLS) и пилотируемый космический корабль Orion. С их первой комплексной мисси начнется период исследований в окрестностях Луны и будет продолжаться по мере дальнейшего изучения. После осуществления второй миссии планируется проводить один запуск в год, также установлен начальный набор интегрированных целей исследования человека, объединив усилия на борту Международной космической станции, SLS и Orion, а также другие возможности, необходимые для поддержки пилотируемых миссий по исследованию дальнего космоса.

В настоящее время ведется производство летного оборудования SLS и Orion для первой и второй миссий, на МКС тестируются системы жизнеобеспечения и связанные с ними технологии, а также ведутся работы по разработке жилых модулей и двигательных установок. НАСА работает с отечественными и международными партнерами над решением великих задач освоения дальнего космоса. Миссии в непосредственной близости от Луны будут охватывать несколько фаз в рамках структуры НАСА для создания гибкой, многоразовой и устойчивой инфраструктуры, которая будет длиться несколько десятилетий и поддерживать миссии все большей сложности.

Перспективы использования Национальной орбитальной космической станции

Момот Е.Ю.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Национальная орбитальная космическая станция (РОС) – планируемая российская орбитальная станция, в дальнейших планах должная прийти на замену МКС после 2024 года, а именно после завершения программы МКС. На сегодняшний день известна данная конфигурация станции, она будет создана на основе трех модулей, которые будут присоединены к МКС до окончания программы, а именно Многофункциональный лабораторный модуль «Наука», « Научно – энергетический модуль», « Универсальный модуль». В дальнейшем будут добавлены еще два модуля: Шлюзовой модуль и трансформируемый модуль «Ока-Т»— Автономный технологический модуль, а так же второй научно-энергетический модуль. Таким образом, станция будет состоять из пяти модулей, ее масса составит 60 тонн.

Главный вопрос стоит ли создавать замену МКС и будет ли это выгоднее? Главные цели МКС состояли в том чтобы проводить на околоземной орбите эксперименты, которые требуют наличие уникальных условий (вакуум, микрогравитация, радиация). МКС используется так же для проведения исследований в медицине, биологии, физики, астрономии, дистанционного зондирования Земли и геофизики, физики космических лучей. Целями национальной орбитальной космической станции являются так же проведение различных экспериментов в условиях, которых нет на Земле, а в дальнейшем данная станция позволит отработать новые технологии для создания станции на орбите Луны или базу на ее поверхности.

Вопрос о создании новой орбитальной станции остается открытым. У каждого объекта есть свои минусы и плюсы, в данном случае положительными сторонами является то, что данная станция будет продолжением МКС и несет в себе те же задачи, будет исследовать окололунное пространство, на ее основе возможна отработка новых космических модулей, а так же ее можно будет использовать как дополнительную базу при исследовании Луны и Марса. Отрицательные стороны: многие модули станции еще не пристыкованы на данный момент к МКС некоторые из них существуют только на бумаге, понадобиться огромный бюджет на содержание и создание данной станции ее модулей и испытаний этих модулей.

Из материала, который есть на данный момент, я считаю, что создание новой орбитальной космической станции стоит под вопросом так как существует «развилка»: пойти в лунную программу или развивать собственную орбитальную станцию. Данный вопрос получит свою ясность к окончанию срока программы МКС.

Основные тенденции создания и развития сверхтяжёлых ракет-носителей в США

Нагаева Е.А.
МАИ, Москва

В настоящее время развитие ракетно-космической техники вплотную подошло к промышленному использованию Луны и созданию там базы, а также к полётам на Марс.

Поэтому возникает необходимость создания средств выведения большой грузоподъёмности, которые могут понадобиться для развёртывания и монтажа на околоземных орбитах крупногабаритных конструкций. Страны мира, в том числе США, разрабатывающие ракеты-носители (РН), озадачились созданием ракет-носителей сверхтяжёлого класса (РН СТК).

Важными аспектами для сохранения космического лидерства США считаются:

• Космическая политика и финансовые инструменты для обеспечения лидерства США в космосе путем стимулирования космической промышленной базы.

• Обеспечение космических информационных услуг, включая связь/Интернет, навигация и полный спектр функций наблюдения Земли, которые имеют коммерческое, гражданское и военное применение.

• Развитие космического транспорта и логистики в окололунное пространство.

• Присутствие человека в космосе для исследования, космического туризма, космического производства и добычи ресурсов, обеспечения контроля над окололунным пространством и, в частности, над точками Лагранжа и ресурсами Луны.

• Развитие энергетики для космических систем.

• Развитие вооружения военных сил США на орбите.

США являются первой страной, продемонстрировавшей на коммерческой основе программу орбитальной доставки грузов, запуска РН СТК, возможность многократного использования первой ступени, пилотируемых космических полетов.

Сверхтяжелые ракеты-носители использовались США уже в шестидесятых годах XX века.

В начале 1963 г. НАСА была выбрана схема пилотируемой экспедиции на Луну, в которой использовался ракета-носитель «Сатурн-V». В послужном списке «Сатурна-V» 13 успешных запусков в период с 1967 по 1973 гг. Данный РН СТК являлся прототипом последующих разработок.

Среди нереализованных проектов сверхтяжелых ракет-носителей остались «Нова», «Nexus», «Sea Dragon», «Комета HLLV», «Арес-V», «HLV». Основными причинами отказов от них являлись большая стоимость реализации проектов, сложность конструкции, ограниченные возможности ее модернизации.

В течение многих лет США для запуска тяжелых грузов использовали ракеты-носители Atlas V и Delta IV. Однако Atlas V оснащен российскими двигателями, а семейство Delta снимается с вооружения в ближайшее время. Согласно законодательству США, ВВС США после 2022 г. запрещено эксплуатировать ракеты с двигателями, разработанными или произведенными в России.

Сегодня большие надежды США возлагают на коммерческий проект, разработанный компанией Илона Маска SpaceX – Falcon Heavy, первый тестовый запуск которой состоялся 6 февраля 2018 г.

Falcon Heavy - двухступенчатая ракета-носитель. Высота - 70 м, ширина в основании - 12,2 м, диаметр одного блока - 3,66 м, стартовая масса - 1420,788 т. Грузоподъемность Falcon Heavy: 63,8 т - на низкую опорную орбиту, 27,7 т - на геопереходную, 16,8 т - на отлетную траекторию в сторону Марса и 3,5 т - в сторону Плутона. Она оснащена кислородно-керосиновыми ракетными двигателями производства SpaceX: Merlin 1D и Merlin Vacuum.

Другой перспективной разработкой SpaceX в области РН СТК является Starship. Презентация Starship состоялась на International Astronautical Congress в 2016 г. Был анонсирован двухступенчатый корабль из углеродного волокна высотой 122 м и диаметром 12 м. В процессе разработок конструкция претерпела ряд модернизаций. Космический корабль Starship и ракета Super Heavy (вместе именуемые Starship) представляют собой многоразовую транспортную систему, предназначенную для перевозки экипажа и грузов на околоземную орбиту, Луну, Марс и т.д. Starship станет самой мощной из когда-либо созданных ракет-носителей в мире, способной доставлять более 100 тонн на околоземную орбиту.

Первая ступень или ускоритель данной пусковой системы следующего поколения использует переохлажденный жидкий метан и жидкий кислород (CH4 / LOX) в качестве топлива. Ракета-носитель вернется на стартовую площадку на 6 опорах.

На ряду с разработками SpaceX проектированием РН СТК занимается НАСА. SLS (Space Launch System) –сверхтяжелая ракета, разрабатываемая с 2011 г.

SLS Block I сможет вынести полезную нагрузку массой в 70 тонн, SLS Block II – носитель с грузоподъемностью в 130 тонн.

Развитие РН СТК частных компаний не требует финансирования от государства, что делает их независимыми и увеличивает темп и гибкость проведения разработок.

Владелец SpaceX Илон Маск определил приоритетные направления развития проектов РН СТК. Основной целью является сокращение стоимости выведения 1 кг полезной нагрузки на низкую околоземную орбиту до $10 за счет увеличения количества запусков до 1000 полетов в год, что является теоретическим пределом частоты полетов Starship при использовании транспортной системы, состоящей из полностью многоразовых РН Super Heavy и корабля Starship.

Многоразовый лунный транспортный корабль

Най Хтет Аунг
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Золотов А.А.
МАИ, Москва

В настоящее время реализация лунной космической программы требует создания лунных транспортных кораблей предназначенных для снабжения лунной базы и доставки с Луны полезных ископаемых. Поэтому настоящая работа, посвящена разработке методов выбора проектно-конструкторских решений лунного транспортного корабля снабжения и системы его посадки является актуальной.

Основной целью работы является разработка методов выбора проектно-конструкторских решений лунного транспортного корабля снабжения и системы его посадки. Для достижения поставленной цели требует решения следующих задач:

• Провести расчет массово габаритных характеристик лунного транспортного корабля.

• Провести анализ динамических нагрузок при посадке лунного транспортного корабля на поверхность Луны.

• Провести расчет на прочность амортизаторов и обечайки бака горючего.

Объектом исследований является транспортный корабль многоразового использования, предназначенный для доставки грузов с поверхности Луны на окололунную орбиту и обратно.

Предметом исследований является комплекс моделей и методов обоснования проектно-конструкторских решений лунного транспортного корабля снабжения и системы его посадки.

Методы исследования. В работе используются методы проектно-баллистического анализа ракет-носителей, методы аналитической механики и теории колебаний.

Список использованных источников:

1. Сморшко И.А. Проектно-баллистическое исследование вариантов выведения «лунного» взлётно-посадочного космического аппарата // Космонавтика и ракетостроение. 2016. № 7 (92). С. 72-79.

2. Павлов Н.А. Конструкция ракет и космических аппаратов.М.: Машиностроение, 1993.

3. Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. – М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2011.

4. Энциклопедия. Ракетно-космическая техника. т. IV – 22; Кн.2 под ред. В.П. Легостаева. М. Машиностроение, 2015.

Исследования по снижению шума реактивной струи ракетного двигателя за счет впрыска воды

Нахшунова С.И., Бичеров М.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Когда ракетный двигатель находится в активной фазе работы, горение топлива в камере сгорания создает высокую температуру и высокое давление рабочего газа, образованного продуктами сгорания. Затем происходит выброс газа в окружающую среду через сопло на сверхзвуковой скорости. Высокоскоростная струя газа резко смешивается с относительно статической средой вокруг. Начнётся формирование сильной турбулентности в пограничном слое струи газа, а также распространение по всему в виде волны сжатия. Как итог получаем сильный шум реактивной газовой струи.

Исследования по снижению шума реактивной газовой струи достигли больших результатов. В настоящее время шум снижается в основном за счет лепесткового сопла и впрыска воды. Лепестковое сопло снижает шум за счет увеличения площади контакта следящего потока с внешней атмосферой. Таким образом, усиливается перемешивание воздушного потока и достигается снижение уровня шума. Однако этот метод вызывает такие негативные эффекты, как потеря тяги двигателя, увеличение сопротивления, увеличение массы летательного аппарата и так далее. На практике доказано, что впрыск воды в поле реактивного потока двигателя является эффективным способом снижения шума. Низкотемпературная вода быстро испаряется и поглощает шум при контакте с высокотемпературным газом. НАСА и Европейское космическое агентство заявили, что они уменьшили шум струи на 8-12 дБ.

Численный расчет метода шумоподавления реактивного ракетного двигателя с помощью впрыска воды основан на методе эквивалентных параметров струи для оценки уровня шума.

Объектом исследования была модель небольшого экспериментального двигателя. Его сопло представляло собой осесимметричное сопло Лаваля. Камера сгорания двигателя имела общую температуру 3000 К и общее давление 10 МПа. Отношение давления на выходе к входу составляет 0,01013. Струя расширялась полностью и могла быть просто описана входным давлением, которое по умолчанию являлось атмосферным давлением. В данной работе была выбрана вычислительная область размером 1000 мм в осевом направлении и 220 мм в радиальном.

В качестве модели турбулентности выбрана наиболее часто используемая стандартная модель K-epsilon. Без добавления воды параметры среды устанавливаются на параметры идеального газа. После впрыска воды среда представляет собой смесь воздуха и водяного пара. Вода впрыскивается в поле потока в виде капель с определенной скоростью, затем смешивается с газом и быстро испаряется.

После замера всех параметров и осуществления эксперимента были получены следующие результаты:

1) при тех же начальных условиях самая высокая температура поля потока на выходе из сопла после впрыска воды составляет чуть менее 1300 К;

2) число Маха с впрыском воды стало меньше. Структура поля потока стала более сглаженной;

3) общий уровень звукового давления при условии впрыска воды ниже, что указывает на то, что впрыск воды может эффективно снизить шум реактивной газовой струи.

Экономико-техническая рациональность внедрения сварочных роботов

Нейперт Т.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ковалевич М.В.
МАИ, Москва

Промышленные роботы были и остаются основным трендом модернизации и автоматизации промышленности, и, несмотря на то, что их преимущества очевидны для крупных предприятий, важно учитывать определенные проблемы в ходе интеграции их в

имеющиеся производственные процессы. Именно поэтому возникают проблемы порядка «автоматизация ради автоматизации», ухудшающие реальные производственные показатели.

На данный момент промышленные роботы с сварочным оборудованием составляют 90% рынка, что демонстрирует повышенный спрос на автоматизацию данного этапа сборки изделий и агрегатов. Но вместе с тем, существует проблема непонимания производителями целей автоматизации сварочных процессов и оптимизации издержек. Роботы действительно демонстрируют хорошие показатели в автоматизации и замене человеческого труда, особенно в тех областях, где присутствуют операции с средними и крупногабаритными изделиями. Исследования показали, что внедрение промышленного робота способно уменьшить затрачиваемое время на операцию в 30 раз, и это без учета сокращения времени на подготовку. Но сокращение затрачиваемого времени на операцию не всегда соответствует реальному ускорению производства, и, самое главное – не всегда экономически выгодно.

По данным отечественных интеграторов сварочных роботов, минимальная окупаемость одного экземпляра наступает минимум через 2-3 года непрерывного производства, и поэтому предприятиям необходимо понимать объем сварочных работ и как следствие – стоит ли внедрение промышленных роботов тех затрат на покупку, обслуживание, обучение персонала и переналадка производственной линии (включая вспомогательное оборудование - системы позиционирования, обслуживание и программное обеспечение). Немаловажно учитывать, что эффективная автоматизация создания качественных сварных швов возможная исключительно при повышении качества свариваемых изделий, что создает экономические сложности в случае серийного производства.

Исходя из вышеперечисленного, возникает повышение себестоимости изделия негативно сказывается на итоговой цене продукта, и для решения этой проблемы предлагается проведение тщательного технико-экономического анализа, позволяющее выявить узкие места производства и действительные потребности в объемах сварки.

Разработка ПО для расчета внутренней и внешней баллистики ГРАП

Никифоров А.В., Балычев А.Ю., Каскинбаев А.Ф.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва

Грунтовый реактивный аппарат (ГРАП) – проникающий аппарат, способный двигаться в грунте с высокой скоростью за счет реактивной тяги ракетного двигателя твёрдого топлива (РДТТ). РДТТ является важнейшим агрегатом в ГРАП, параметры и характеристики которого имеют большое влияние на его облик. Необходимо, в частности, знать такие параметры внутренней баллистики РДТТ, как давление в камере сгорания (КС) и тяга РДТТ. Заряд твёрдого топлива определяет вышеперечисленные характеристики внутренней баллистики. Основным параметром РДТТ является марка заряда твёрдого топлива с её значениями удельного импульса, критерия Победоносцева, удельного веса, плотности заряжания, внешними габаритами и его начальной температуры.

Знание зависимостей и характеристик внутренней баллистики позволяет определить параметры внешней баллистики самого ГРАП: скорость, ускорение и дальность хода в грунте. Так же необходимо учитывать характеристики грунта, в котором движется ГРАП, а именно – плотность, сопротивление и сдвиговую прочность грунта.

В настоящей работе разработано программное обеспечение (ПО) для расчёта параметров внутренней и внешней баллистики ГРАП. ПО представляет собой интерфейс с возможностью ввода исходных данных и выбора заряда твёрдого топлива и его конфигураций. На их основе строятся графики параметров внутренней и внешней баллистики. Данное ПО позволяет пользователю сравнивать параметры и зависимости внутренней и внешней баллистики в зависимости от типа заряда твердого топлива и его конфигурации на основе анализа графиков характеристик РДТТ, скорости и ускорения ГРАП.

Таким образом, предоставляется возможность выбрать заряд твёрдого топлива с оптимальными параметрами и добиться требуемых значений дальности хода, массы и габаритов ГРАП.

Проектирование траектории межпланетного космического аппарата

Ньеин Лвин
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ельников Р.В.
МАИ, Москва

В работе рассматривается задача проектирования траектории межпланетного КА, предназначенного для выхода на орбиту вокруг Венеры.

Анализ траектории перелета к Венере осуществляется в рамках метода грависфер нулевой протяженности и разбивается на следующие этапы:

1. Гелиоцентрический участок. На этом гелиоцентрическом участке траектория КА исследуется в рамках задачи двух тел: «Солнце – КА».

2. Геоцентрический участок. На этом геоцентрическом участке анализируются гиперболическая отлетная траектория КА в рамках задачи «Земля – КА».

3. Планетоцентрический участок. На этом планетоцентрическом участке траектории КА рассматривается в рамках задачи двух тел: «Венера – КА», анализируются энергетические затраты для выхода на требуемую рабочую орбиту.

В работе определена оптимальная дата старта и время перелета к Венере. В качестве критерия оптимальности рассматривается величина константы энергии отлетной от Земли гиперболической траектории, которая минимизируется. Анализ гелиоцентрической траектории основывается на численном решении уравнения Ламберта.

Для нахождения эфемерид планет в момент старта и подлета используется эфемеридная модель DE431 [https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi]

Список использованных источников:

1. М.С. Константинов, Е.Ф. Каменков, Б. П. Перелыгин, В.К. Безвербый. Механика космического полета. «Машиностроение», 1989.

2. Глубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Киселева И.П., Корянов В.В., Лавренов С.М., Тучин А.Г., Тучин Д.А (Баллистическое проектирование полетов к Венере в эпоху 2021-2028 гг. Окна старта)

Баллистическое проектирование траектории автоматического космического аппарата с маршевой электроракетной двигательной установкой предназначенного для исследования астероида эврика

Плотников П.А.
Научный руководитель — к.т.н. Николичев И.А.
МАИ, Москва

В рамках работы рассматривается задача баллистического проектирования перелетной траектории автоматического исследовательского космического аппарата с движителем на основе маршевой электроракетной двигательной (ЭРДУ) установки предназначенного для исследования астероида. В качестве выбранного объекта исследования рассмотрен астероид Эврика.

При решении рассматриваемой задачи межпланетного перелета была проанализирована следующая схема (замкнутый прямой перелет к астероиду): космическому аппарату (КА) с низкой опорной околоземной орбиты посредством разгонного блока сообщается импульс, переводящей его на отлетную гиперболического орбиту; далее КА под действием реактивного ускорения со стороны маршевой ЭРДУ движется по гелиоцентрической траектории и в некоторый момент времени осуществляет нулевую стыковку с астероидом, полностью выравнивая соответствующие фазовые вектора; затем следует «условно пассивный» участок сопровождения астероида, во время которого реализуется программа исследования последнего (например, забор грунта и т.д.); далее, наконец, следует обратный

перелет к Земле с целью доставки полученных образцов грунта. Также, с целью сравнения, в рамках работы была рассмотрена схема перелета с промежуточным (на первом гелиоцентрическом участке движения аппарата) резонансным гравитационным маневром у Земли.

Решение рассматриваемой оптимизационной проблемы осуществлялось с использованием непрямого метода вариационной группы – принципа максимума. В рамках работы проведена полная и подробная формализация соответствующей задачи оптимального управления, осуществлена редукция последней к трехточечной краевой задаче. Численное решение последней осуществлялось в несколько стадий, с использованием специальных вспомогательных задач, отличающихся (от основной) математической моделью функционирования ЭРДУ. Для численного решения краевой задачи использовался гибридный алгоритм, сочетающий в себе специальную модификацию «dog leg» и «trust region» алгоритма.

В результате ращения траекторной проблемы определены массово-энергетические характеристики исследовательского КА, оценено влияние включения гравитационного маневра в анализируемую схему перелета.

Алгоритм поиска оптимальной гелиоцентрической траектории перелета Земля-Земля с малой тягой

Покрепин Б.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Константинов М.С.
НИИ ПМЭ МАИ, Москва

В настоящее время активно развиваются электроракетные двигатели (ЭРД) различного типа действия. Применение ЭРД в составе космических аппаратов (КА) позволит существенно снизить затраты топлива на реализацию траекторий, что приведет к увеличению массы полезной нагрузки. В связи с этим поиск оптимальных с точки зрения минимальных затрат топлива программ управления является неотъемлемой частью внедрения ЭРД в ракетно-космическую технику – посредством расчетов и сравнений доказывается их эффективность.

В данной работе исследовался гелиоцентрический перелет Земля-Земля внутри маршрута Земля-Земля-Юпитер: старт с Земли, гравитационный маневр у Земли, торможение у Юпитера. Исходные данные для расчета: дата проведения гравитационного маневра, вектор гиперболического избытка скорости после проведения гравитационного маневра. По результатам анализа определены: дата старта с Земли, модуль гиперболического избытка скорости в начале траектории и начальные значения компонентов сопряженных векторов. Ко всей траектории применяется метод грависфер нулевой протяженности. Для решения задачи оптимального управления уравнения движения преобразуются в соответствии с принципом максимума Понтрягина.

Расчеты проводятся на языке программирования Python. Для интегрирования уравнений движения используется численный метод Дормана-Принса (DOP853, библиотека scipy.integrate). Для решения систем уравнений (минимизации функции невязок) используется метод Левенберга-Марквардта (библиотека scipy.optimize). Для определения фазового состояния планет в гелиоцентрической эклиптической системе координат на конкретный момент времени используются эфемериды лаборатории реактивного движения НАСА (JPL NASA) версии de-430. Для реализации эфемерид используется библиотека SpiceyPy, являющаяся аналогом инструментария SPICE для языка Fortran.

Метод Левенберга-Марквардта определяет локальный минимум по невязкам для заданного начального приближения сопряженных векторов. Начальное приближение определено методом случайного подбора. Алгоритм разделен на глобальный поиск релевантных областей определения параметров старта и на локальный поиск точной траектории для предварительно оптимальной фиксированной точки параметров.

Представленные в работе численные и графические результаты доказывают оптимальность найденного решения. Алгоритм определяет параметры сопряженных векторов в начале траектории, обеспечивающие решение поставленной транспортной задачи. При времени перелета 500 дней 11 часов и модуле стартового гиперболического избытка скорости 0.62 км/с КА на момент встречи с Землей имеет модуль подлетного гиперболического избытка скорости в 9.827 км/с. При стартовой массе КА в 8298 кг на реализацию траектории уходит 1202 кг рабочего тела ЭРД. В виду большой продолжительности времени выполнения поиска параметров для каждой точки перспективным является внедрение в алгоритм численных методов изучения случайных процессов для более эффективного определения первого приближения сопряженных векторов.

Рассмотрение систем ориентации и стабилизации КА в космосе. Система разгрузки как вспомогательная система ориентации

Робышев А.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Система ориентации является непростой автоматической системой, в которой объектом управления является космический аппарат она обеспечивает определённое расположение осей аппарата относительно определенных установленных направлений.

Существуют реактивные, маховичные и гиросиловые системы ориентации. Системы ориентации, не использующие большое количество, называют пассивными, это: гравитационная, инерционная, аэродинамическая и др. К активным системам относят: реактивные двигатели ориентации, гиродины, маховики, соленоиды и т. д., для них необходима энергия, которая запасается на борту аппарата. В пилотируемой космонавтике кроме автоматических систем ориентации используются системы с ручным управлением.

В пассивных системах управляющий момент формируется за счет взаимного влияния космического аппарата и внешней среды. В гравитационных системах, которые получили наибольшее распространение, роль исполнительного органа представляет гравитационная штанга. В активных системах на формирование управляющего момента расходуется или реактивное топливо, или энергия бортовых источников питания.

Активная система ориентации состоит из датчиков углов ориентации, датчиков угловой скорости, бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) и исполнительных органов.

Исполнительные органы реактивных систем ориентации представляют собой реактивные двигатели. Реактивные системы ориентации могут использоваться на всех моделях космических аппаратов в различных режимах ориентации:

- Успокоение космического аппарата после отделения от носителя;
- Поиск ориентиров;
- Стабилизация в орбитальной и инерциальной системах координат;
- Программные повороты.

Маховичные системы получили свое распространение на небольших спутниках-автоматах. Они контролируют угловые положения космических аппаратов через обмен кинетическим моментом между инерционными вращающимися массами и корпусом космического аппарата.Регулирование скорости вращения маховиков приводит к изменению кинетического момента маховичной системы.

Гиродины изменяют кинетический момент в широком диапазоне. Принцип работы гиросиловых систем базируется на законе сохранения момента количества движения. Гиросиловые системы используются в ключевых режимах ориентации станции:

- Поиск ориентиров;
- Стабилизация в орбитальной и инерциальной системах координат;
- Программные повороты.

Потребность в системе разгрузки вызвана действием на космический аппарат внешних возмущающих моментов. Отвечая на действия внешних возмущений, электромеханические системы со временем насыщаются по кинетическому моменту и лишаются своих управляющих свойств. Применяются реактивные и магнитные системы разгрузки. В реактивных системах возмещение внутренних возмущающих моментов происходит за счет реактивных двигателей, создающими внешний момент разгрузки. Магнитных систем не используют в работе реактивное топливо. Системы магнитной разгрузки состоит из магнитометр, магнитоприводы и периферийный адаптер.

Рассмотрение возможных видов топлива для использования реактивного пенетратора

Ростомян А.А., Семашкин Н.М., Шумилин А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва

Одним из перспективных способов исследования КО является реактивный пенетратор, который снабжён твердотопливным двигателем и способен двигаться в подповерхностных слоях. К топливу таких устройств предъявляются высокие требования к скорости горения и прочности твердотопливной шашки. Поэтому исследование всевозможных видов топлива является актуальной задачей.

1. Гомогенное топливо.

Гомогенные топлива обусловлены тем, что одинаковые молекулы одновременно используются в качестве и топлива, и в качестве окислителя. Данные топлива в основном содержат нитроцеллюлозу.

Плюсы: хорошие механические, температурные и остальные конструкционные свойства, высокая стабильность во время консервации, отработанность промышленностью и низкая стоимость, низкая концентрация в продуктах горения конденсированных и твёрдых частиц, и экологически вредных веществ.

Минусы: ограниченные возможности увеличения удельного импульса и невозможность получения шашек большого размера.

2. Современные смесевые топлива (СТ).

Твёрдые СТ представляют из себя смесь окислителя и горючего в твёрдом виде. В большинстве случаев они создаются вокруг небольшого количества эффективных твёрдых окислителей, которые могут комбинироваться с разнообразными горючими веществами. На данный момент известные окислители:

Перхлораты: калия, лития, аммония. Нитраты: аммония, калия, динитрамид аммония.

В качестве горючего используются: металлы или сплавы металлов, гидриды металлов. Смолы, полимеры и иные вещества, например, полисульфиды, углерод и бор.

3. Карамельное топливо (КТ).

В ракетном моделизме приобрело обширное распространение самодельное СТ, основанное на нитрате калия и некоторых органических связующих, доступных в быту. Довольно простейшее в изготовлении и использовании, КТ обладает небольшим удельным импульсом, ярко выражено нестабильными свойствами и достаточно опасно в производстве. Идентичные составы иногда используются для неуправляемых реактивных снарядов малой дальности.

При увеличении давления в области горения шашки, происходит увеличение скорости горения. Поэтому, можно сделать вывод, что в реактивном пенетраторе могут использоваться топлива различных составов. Для определения конкретного вида необходимо проведение дальнейших расчётов и исследований.

Список использованных источников:

1. Родченко В. В., Заговорчев В. А., Садретдинова Э. Р., Пронина П. Ф. Применение реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте, 2019.

2. Сакович Г. В., Архипов В. А., Ворожцов А. Б., Коротких А. Г. Твердые ракетные топлива на основе двойного окислителя, содержащие ультрадисперсный порошок алюминия, 2009.

Исследование конструктивных особенностей самолета-носителя ракет космического назначения

Сазонова Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва

Сегодня уже десятки компаний участвуют в процессе создания различных спутниковых систем телевещания, связи, мониторинга окружающей среды. А это, в свою очередь, ведет к постоянному увеличению числа и повышению периодичности вывода на околоземные орбиты соответствующих космических аппаратов. В связи с этим в разных странах стала прорабатываться концепция аэрокосмической системы, позволяющей произвести старт ракеты-носителя с высоты нескольких километров. Она предусматривает вывод полезной нагрузки на орбиту при помощи ракеты-носителя, стартующей с самолета-носителя, воздушного шара или дирижабля. Такой способ старта накладывает ограничения на массу полезной нагрузки, но отличается экономичностью и простотой подготовки.

Эти соображения сыграли свою роль в разработке перспективных самолетов-носителей для запуска ракет космического назначения со спутником на орбиту. Этот вариант не только намного дешевле обычного, но и превосходит традиционный способ по многим иным параметрам.

Главная цель работы заключается в изучении требований к самолету-носителю для запуска ракет сверхлегкого класса.

Задачами работы являются изучение различных проектов, разрабатываемых в данном направлении, а также составление требований к самолету-носителю исходя из сведений о находящихся на его борту ракете-носителе и полезной нагрузке.

Объект исследования работы – самолет-носитель для запуска ракет космического назначения (РКН) из самолета-носителя. Предметом исследования являются требования и эффективные конструктивные решения по самолету-носителю.

Научная новизна заключается в том, что основной задачей при разработке используются средства выведения с реализацией как традиционных, так и перспективных технологий.

Предполагаемая теоретическая значимость полученных в работе результатов заключается в полученных численных данных, которые могут быть полезны при более глубокой проработке проекта.

Анализ перспектив использования ракета-носителей сверхлёгкого класса на примере РН «Электрон»

Саркисян И.А., Авдеенко Е.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Имеющиеся классификации ракет-носителей (РН) по возможностям выведения полезной нагрузки на орбиту довольно условны. До последнего времени такой класс, как сверхлегкая РН, в нормативных документах и в специальной литературе отсутствовал. В настоящее время к сверхлегким РН одни специалисты причисляют ракеты, способные вывести на низкую околоземную орбиту (НОО) полезную нагрузку массой до 500 кг, другие – до 300 кг и даже до 100 кг.

«Электрон» (англ. Electron) — ракета-носитель сверхлёгкого класса, разработанная новозеландским подразделением американской частной аэрокосмической компании Rocket Lab. Создана для коммерческих пусков и позволяет доставить полезную нагрузку массой до 150 кг на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км или до 250 кг на низкую околоземную орбиту. Стоимость запуска РН варьируется в диапазоне от 4,9 до 6,6 млн долларов США.

Многие компоненты ракеты-носителя, в том числе несущий цилиндрический корпус и топливные баки обеих ступеней, выполнены из углепластика. Данный композитный материал изготавливается на собственном заводе Rocket Lab. Использование композитных

материалов позволило снизить вес конструкции, за счет этого увеличивая массу полезной нагрузки. Ступени РН работают на топливной паре кислород - керосин.

В августе 2019 года компания-разработчик «Rocket Lab» анонсировала планы о возвратной первой ступени РН после пусков. Целью этого является повторное использование дорогостоящих двигателей. Также причиной стала необходимость увеличить количество пусков ракеты-носителя. В компании ведутся исследовательские работы, собираются данные о нагрузках ступени во время спуска в плотных слоях атмосферы. Планируется, что ступень не будет использовать собственные двигатели для снижения скорости в атмосфере, вместо этого будет применяться аэродинамический тормоз и парашют. Изначально ступень будет опускаться на воду, в дальнейшем планируется её перехват в воздухе с использованием вертолёта.

На РН «Электрон» планируют запускать космические аппараты форм-фактора «Кубсат». Размер стандартного единичного юнита (1U) такого формата составляет 10x10x10 см. Каждый пуск ракеты-носителя будет вмещать в качестве полезной нагрузки два 12U, четыре 6U, десять 3U и четыре 1U- аппаратов формата «Кубсат». Такие запуски планируется совершать ежеквартально.

На сегодняшний день другие действующие РН сверхлёгкого класса имеются только в Китае и созданы на основе твердотопливной баллистической ракеты DF-21. Существует несколько проектов, разрабатываемых в разных странах. Япония успешно произвела пуск РН «SS-520-5». Также в США разрабатывают два РН сверхлегкого класса «LauncherOne» и «Rocket», предназначенные для запуска малых спутников. LauncherOne впервые успешно запущена в январе 2021 года с самолета - носителя.

РН «Электрон» имеет большой потенциал и спрос на рынке частных космических запусков. Только в 2019 году было запущено 8 ракет. В 2020 запущено 7 ракет, не смотря пандемию COVID-2019. К марту 2021 года РН «Электрон» уже успела совершить свой первый запуск в новом году.

Анализ возможных способов движения в грунте для исследования небесных тел

Семашкин Н.М., Ростомян А.А., Шумилин А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва

Исследование других планет и спутников включено в различные космические программы многих стран. Изучение грунтов других небесных тел позволит определять строение, состав и химический анализ планет, спутников, комет и других космических объектов. Одним из способов исследования грунта являются проникающие зонды или другими словами пенетраторы. В данной работе рассмотрены несколько видов потенциальных пенетраторов.

1. Инерционные пенетраторы.

Глубина проникновения инерционного пенетратора на прямую зависит от габаритов, массы и скорости проникновения в грунт, что ограничивает уровень допустимых перегрузок.

В месте спуска кинетического пенетратора прочность его конструкции вызвана высоким уровнем ударных перегрузок энергии, действующих в момент входа пенетратора в грунт небесного тела.

2. Уплотняющие пенетраторы.

Пенетраторы данного типа расчитаны для бурения благодаря плавлению пористых рыхлых грунтов и горных пород. Из-за уменьшения пористости остеклованного слоя, затвердевающего на стенках скважины из охлаждающего расплава, имеет более высокую плотность, чем плотность исходного материала, и, таким образом, занимает меньший объем. Это позволяет всему первичному материалу плавиться и уплотняться во время затвердевания (в остеклованном слое) на стенке ствола скважины без удаления расплава из зоны после разрыва, если диаметр зоны расплава больше диаметра уплотнительного пенетратора на определенное значение.

3. Реактивный пенетратор.

Реактивный пенетратор движется в грунте за счет тяги твердотопливного ракетного двигателя.

Применение такого типа двигателя на пенетраторе позволяет увеличить допустимую скорость входа в грунт за счет уменьшения действующих на него перегрузок и, тем самым, увеличить глубину проникновения.

Таким образом, были изучены основные особенности трёх видов пенетраторов. Наиболее перспективным является использование реактивного пенетратора по причине более простой конструкции по сравнению с уплотняющего типа, а также обеспечению более низких перегрузок по сравнению с инерционным видом. Результаты данного исследования могут быть использованы в дальнейшем изучении темы и в проведении последующих расчётов и моделирований.

Список использованных источников:

1. Родченко В. В. Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте. М.: МАИ-ПРИНТ, 2007.

2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80

3. Садретдинова Э. Р. Метод выбора проектных параметров реактивных пенетраторов для движения в лунном грунте, 2014.

Возможные проблемы при эксплуатации и конструктивные особенности агрегатов автоматики в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) многократного использования

Серегин К.А.

Научный руководитель — Коробовский А.В.

МАИ, Москва

Современный этап развития ракетно-космической отрасли не только России, но и ведущих зарубежных стран мира характеризуется созданием ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями многократного использования. Данные разработки являются перспективным направлением, однако при эксплуатации таких ЖРД возникает ряд проблем, одна из которых состоит в обеспечении планируемой кратности его полетного использования [2, с. 26 - 36].

В качестве примера рассмотрен результат эксплуатации жидкостного ракетного двигателя SSME, созданного компанией «Aerojet Rocketdyne». Данный двигатель применялся на планере космической транспортной системы Space Shuttle и был спроектирован на 55 полетных циклов. Практика показала, что после 10 циклов многие узлы и агрегаты двигателя требовали замены, в том числе и агрегаты автоматики, отклонения в работе которых отмечались при эксплуатации двигателя SSME [4, с. 391].

Агрегаты автоматики — совокупность устройств, обеспечивающих управление, регулирование и обслуживание ЖРД. По выполняемым функциям автоматику ЖРД можно условно разделить на агрегаты управления, или же клапаны, позволяющие осуществить пуск и отсечку потока жидкости (газа) в магистралях ЖРД, и на агрегаты регулирования, необходимые для поддержания и изменения параметров потока [1, с. 15].

При эксплуатации агрегатов автоматики на количество их срабатываний в составе ЖРД многократного использования оказывает влияние не только число полетных циклов двигателя, но и срабатывания агрегатов, осуществляемых в процессе обеспечения контроля технического состояния и огневых стендовых испытаниях двигателя, предшествующих летной эксплуатации.

С учетом необходимого запаса срабатывания агрегатов, требуемое количество включений агрегатов автоматики при их эксплуатации в составе ЖРД многократного использования должно в несколько раз превышать планируемую кратность многократного полетного использования ЖРД [3].

Должное внимание необходимо уделять вопросу проектирования надежной конструкции агрегатов автоматики, поскольку в случае установления отклонений в их работе в результате осуществления проверок, подтверждающих возможность их повторного использования в составе ЖРД многократного полетного использования, замена агрегатов или их ремонт будут связаны с денежными и временными затратами. Кроме того, немаловажно учитывать, что возрастание количества срабатываний агрегатов автоматики при различных особенностях эксплуатации увеличивает вероятность возникновения отклонений и отказов в их работе.

Первой особенностью эксплуатации является попадание частиц в полости автоматики. В таком случае, работоспособность агрегата будет зависеть от размеров и твердости частицы, а также места ее нахождения и природы. К источникам засорения можно отнести частицы, вносимые при продувках и контроле технического состояния; остающиеся в емкостях после их очистки; вносимые при монтаже; образовавшиеся в процессе эксплуатации агрегатов. Пути решения проблемы: установка фильтров на входах в двигатель, агрегат или прецизионные пары, внедрение агрегатов автоматической очистки.

Следующая особенность заключается в воздействии вибрационных и ударных нагрузок. Их действие вызывает разгерметизацию, расслоение и разрушение элементов. Решение заключается в установке демпфирующих устройств или дроссельных шайб. На примере авиационной техники можно рассмотреть увеличение жесткости конструкции.

Около 60% отказов в узлах ракетных двигателей связано с циклическими температурными воздействиями. Они сопровождаются охрупчиванием и потерей плотности контакта по местам уплотнений, что устраняется использованием сталей аустенитного класса и повышением удельных давлений по местам уплотнений. Однако стоит учитывать, что увеличение давления негативно отражается на герметичность в процессе эксплуатации объекта.

Герметичность же обеспечивается, например, центровкой с учетом зазоров, неправильность которых может привести к заклиниваю.

Заклинивание можно устранить дублированием подвижных элементов агрегатов автоматики и рациональным управлением этого дублирования.

Так анализ особенностей эксплуатации агрегатов автоматики в составе ЖРД многократного использования демонстрирует тенденции теоретических и экспериментальных исследований, которые в перспективе позволят снизить вероятность возникновения отказов и отклонений в их работе.

Список использованных источников:

1. Глушко В.П. Космонавтика: Энциклопедия. М.: Сов. Энциклопедия, 1985. 528 с.

2. Ефимочкин А. Ф., Рачук В. С. Жидкостный ракетный двигатель для многоразовой ракетно-космической системы / Научно-технический журнал Авиакосмическая техника и технология. 2010. № 4.

3. Ефимочкин А. Ф., Лоскутов И. П. Агрегаты автоматики в жидкостных ракетных двигателях многократного использования. Возможные проблемы при эксплуатации и конструктивные особенности / Вестник УГАТУ. 2019. №3.

4. Клепиков И. А. Выбор энергомассовых характеристик маршевых многоразовых ЖРД на сжиженном природном газе. Дисс. на соискание ученой степени доктора техн. наук. 2005.

Проектный и проектно-баллистический анализ ракеты-носителя среднего класса с возвращаемой первой ступенью

Сесюкалов В.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Константинов М.С.

НИИ ПМЭ МАИ, Москва

Разработан и реализован алгоритм проектного и проектно-баллистического анализа многоступенчатой ракеты-носителя (РН) среднего класса тандемной схемы с возвращаемой первой ступенью. Алгоритм включает следующие этапы: проектный анализ с

использованием массового уравнения ступеней в относительном виде, решение баллистической задачи выведения многоступенчатой РН на низкую околоземную орбиту, решение баллистической задачи возвращения отработавшего ракетного блока (РБ) первой ступени и вертикальная посадка, при этом движение рассматривается только в плоскости стрельбы. Данный алгоритм реализован в системе Mathcad.

При проектном анализе критерий оптимальности – минимальная стартовая масса РН, при этом двигательные установки по ступеням считаются заранее заданными. При баллистическом анализе при выведении РН критерием оптимальности является максимальная масса полезного груза, при этом выбираемыми считаются параметры закона управления. На этапе возвращения РБ первой ступени критерием оптимальности является минимальная поперечная перегрузка, при этом выбираемыми параметрами являются: тяга двигательной установки и время работы двигательной установки при посадке. Посадка осуществляется вдоль трассы баллистического полета отработавшего РБ. Закон управления РБ при посадке считается заданным, а его коэффициенты зависящими от времени посадки. Оптимальная траектория посадки выбирается путем перебора решений в области допустимых значений.

Решение проектной задачи задает область допустимых решений для баллистических задач. Таким образом, происходит последовательное решение проектной задачи, а затем баллистических задач.

Удовлетворение условиям баллистической задачи как на этапе выведения РН, так и на этапе спуска РБ ведется путем решения системы дифференциальных уравнений движения материальной точки переменной массы, записанной в скоростной системе координат.

В аэродинамической модели определяются коэффициенты подъемной силы и силы лобового сопротивления в скоростной системе координат как РН в целом, так и ракетного блока первой ступени. Данные коэффициенты являются функциями высоты и скорости полета, а также функцией угла атаки и определяются по методикам представленным в [1]. Аэродинамика рулевых поверхностей не учитывается и на этапе спуска РБ представляется простым цилиндром.

Некоторые параметры получившейся РН:

- Масса полезного груза (ПГ): 8200 кг;
- Стартовая масса РН (включая ПГ): 174526 кг;
- Масса РБ первой ступени: 131208 кг (Кислород+СПГ, 5х РД-0162СД);
- Двигатель спасаемого РБ: доработанный РД-0162СД;
- Масса топлива РБ первой ступени доступного для возвращения: 2840,5 кг;
- Масса топлива первой ступени: 121515 кг;
- Масса РБ второй ступени: 32148 кг (Кислород+Водород, 4хРД-0146);

Список использованных источников:

1. А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. Москва: Машиностроение, 1973.

2. В.К. Сердюк. Проектирование средств выведения космических аппаратов: учеб. пособие для вузов. Москва: Машиностроение, 2009. – ISBN 978-5-217-03441-3.

3. Р.Ф. Аппазов, О.Г. Сытин. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. Москва: Наука, 1987.

Взрыво и пожаробезопасность космических комплексов, работающих с жидким водородом

Скоромнов А.А.

Научный руководитель — Пичужкин П.В.

МАИ, Москва

Водород – взрыво и пожароопасная нетоксичная криогенная жидкость. Необходимо обеспечение особых мер безопасности при хранении и транспортировке жидкого водорода.

Взрыв водорода, сопровождается образованием шарового высокотемпературного облака и волной сжатия. Шаровое облако может воспламенять горючие вещества, из-за чего воспламенение может идти вслед за взрывом. Если смесь горючее- воздух полностью или

частично замкнута, взрыв может разбросать осколки разорвавшегося сосуда с высокими скоростями на большие расстояния.

Для того, чтобы произошёл взрыв или нормальное горение перешло в детонацию, должны существовать необходимые условия: соответствующее соотношение между горючим и окислителем и достаточная интенсивность источника воспламенения.

Более опасным по своим последствиям является детонация (взрыв) водородных смесей при наличии источников инициирования. При этом опасность взрыва усугубляется тем, что пределы детонации находятся внутри области воспламенения.

Управление космическим заправочным комплексом на всех этапах работы должно быть осуществляться дистанционно в ручном или автоматизированном режиме с командного ПУ, расположенного, вне стартового комплекса. При работах по заправке бака РН или РБ управление системой должно осуществляться в автоматизированном режиме.

Устройства для выпуска газообразного водорода в атмосферу могут быть выведены непосредственно над сооружением, из которого производится газосброс, или располагаться отдельно на открытой площадке.

Места расположения газосбросных устройств и их высота должны выбираться из расчёта, чтобы при заданных расходах газа и диаметре сечения газосбросного патрубка обеспечить такие условия, при которых опасная зона струи сбрасываемого газа не достигает здания и сооружения.

Для оповещения о предстоящих испытаниях должна быть предусмотрена предупреждающая свето-звуковая сигнализация. На всех подходах к испытательному сооружению, у входов, а также внутри помещения должны устанавливаться световые транспаранты, снабженные звуковыми сигналами. Сигнализация должна включаться перед началом заправки расходных емкостей испытательных сооружений и выключаться после окончания спецработ.

Каждый рабочий на объекте должен знать обозначение каждого принятого на данном предприятии предупредительного сигнала и согласно инструкциям строго выполнять обусловленный сигналами порядок действий.

Многоразовый орбитальный самолет «Эфир»

Соловьев Г.А., Гнатюк А.А., Ярославцева М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гончар А.Г.
МАИ, Москва

В ходе стремительного развития аэрокосмической техники появляются новые проблемы, связанные с технической сложностью применяемых устройств. К примеру, все чаще происходят выходы из строя дорогостоящих космических аппаратов раньше установленного срока эксплуатации, что приводит к их частичной или полной потере.

Другой, не менее актуальной проблемой, является постоянный рост числа крупных элементов космического мусора, который так же угрожает преждевременному выходу из строя функционирующих на орбите изделий.

В данной работе рассмотрен вариант создания космического самолета многоразового использования, одной из основных задач которого является обслуживание других космических аппаратов, находящихся на орбите, в том числе, с возможностью из возврата на Землю [1]. Помимо самого корабля, был скомпонован вариант космической системы, включающей в себя сам МОС «Эфир», многоразовую ракету-носитель (МРН) «Импульс», съемные многоразовые ракетные ускорители (МРУ) «Синичка», стартово-технический комплекс [2] Многие из предложенных систем не имеют аналогов как в России, так и в мире. Всего нами предложено 5 вариантов корабля, каждый из которых оптимизирован под выполнение поставленной задачи и может быть переоборудован в кротчайшие сроки.

При полной массе самолета в 10 тонн, максимальная масса выводимой нагрузки составляет 7 тонн. Объем универсального отсека полезного груза для базовой модификации

составляет 25 кубических метров, что представляет широкий спектр возможности по установке в нем различной целевой аппаратуры.

Многие из элементов самолета заимствованы, в том числе, с изделий отечественного комплекса, что позволяет создать данную систему на базе уже имеющихся мощностей промышленности [3].

Собственными усилиями на имеющихся программных комплексах были проведены симуляции циклограммы полета и возвращения МОС, а именно его полет в атмосфере. Исходя из этого, в работе сформированы основные требования для проведения экспериментальной отработки и межполетного обслуживания в комплексах обслуживания первой ступени ракеты-носителя и многоразового орбитального самолета с применением новых бесконтактных лазерных технологий при помощи анализа данных амплитудно-частотной характеристики каждого изделия и сравнения показателей с единой базой данных [4]. В дополнение к ним, рассматривается вариант размещения в конструкции постоянной системы мониторинга работоспособности, которая послужит своеобразной «нервной» системой корабля.

В рамках работ по проработке конструкции многоразового орбитального самолета «Эфир» прочностные расчеты коснулись различных отсеков и рамы. Отдельное внимание было уделено передней стойке шасси лыжного типа, которая позволяет наиболее простым и безопасным способом сократить длину пробега.

Для обеспечения комплексной проверки элементов космической системы были также разработаны двухступенчатая МРН «Импульс» и МРУ «Синичка». Особенностью посадки «Импульса» является ее захват вертолетом на заключительном этапе посадки, тем самым, повышая ее массово-энергетические характеристики по выводу полезного груза и снижению ударных нагрузок в момент касания с поверхностью Земли. Данная МРН относится к среднему классу повышенной грузоподъемности. Установка дополнительных МРУ «Синичка», которые могут использоваться самостоятельно как МРН легкого класса, повышает класс системы «Импульс-Синичка» до тяжелого, тем самым создавая новую универсальную транспортную космическую систему.

Список использованных источников:

1. Ракеты-носители: учебник/ Болдырев К.Б., Грибакин В.А., Карчин А.Ю., Пирогов С.Ю., Султанов А.Э. – ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. – 358 с.
2. Колесников К.С. Динамика ракет: учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 520 с.
3. Лукашевич В.П. Космические крылья/ Лукашевич В.П., Афанасьев И.Б. – М.:ООО «Лента Странствий», 2009. – 496 с.
4. Вибрационные измерения в аэрокосмической отрасли. – URL: http://old.polytec.com/fileadmin/user_uploads/Applications/Aerospace_NDT/Documents/OM_BR_Aerospace_2007_08_PDF_RUS.pdf (дата обращения по ссылке 18.02.2021).

Использования средств возврата в ракетоносителях сверхлегкого класса

Соловьев Л.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Корепанов М.А.
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, Ижевск

Использование современных технологий в ракетостроении и аппаратостроение позволило уменьшить массогабаритные характеристики изделий, более того, идет тенденция развития многоразовых ракетоносителей (РН). Данные системы позволяют удешевлять стоимость запуска полезной нагрузки в космос. Ввиду эффективность и экономической выгоды, многоразовые системы, в перспективе можно вводить на все классы РН. Самым же перспективным классом будут – «Ракетоносители сверхлегкого класса» ввиду изначально небольшой цены запуска, высокой боеготовности и не прихотливости к инфраструктуре места запуска (можно запускать в чистом поле, имея передвижной стартовый комплекс).

Такие носители будут наиболее актуальны на фоне активного развития различных нано- и микроспутников, в виде «кубсатов».

В качестве примера представлен проект РН сверхлёгкого класса, ориентированный на выведение полезной нагрузки в космос в жатые сроки.

Ракетоноситель представляет из себя двух ступенчатую ракету сверхлегкого класса (соединённые по схеме тандем) с возвращаемой первой ступенью, предназначена для выведения полезной нагрузки массой до 150 кг на низкую околоземную орбиту или до 80 кг на Солнечно-синхронную орбиту. Первая ступень представляет собой четырёхкамерный ракетный двигатель на твердом топливе (РДТТ) модульного типа, с различной формой и длиной заряда твердого топлива (форма выбирается исходя из массы полезной нагрузки), оснащённый рулевыми камерами с возможностью многократного запуска. Ступень имеет технологию возврата, путем планирования, по самолетному типу (заявка на полезную модель №202001340001/20(062268)) с исполнительными органами управления для реализации спасения по самолётной схеме и возможностью установки убираемых стоек шасси с исполнительными органами управления в специально выделенные для их размещения отсеки в корпусе ступени, а также оснащён специализированной системой управления движением, позволяющей обеспечивать возврат и посадку на специально выделенную взлётно-посадочную полосу.

Вторая ступень (разгонный блок) оснащается сопловым блоком с регулируемым вектором тяги, позволяющий маневрировать при доставке нано- и наноспутников на орбиту Земли.

Подробное описание технология возврата первой ступени: РН поднимается на высоту 70 км, после чего идет отделение 1 ступени, далее ступень раскладывает аэродинамические крылья, и плавно планирует на аэродром. Во время планирования в атмосфере земли возможно осуществление метеорологических и геофизических замеров, так как на высоту 70 км не поднимаются метеорологические зонды (максимальная высота подъёма 45 км), а спутники летают на высотах от 190 км. Диапазон высот измерения от 45 км до 190 км покрывается только метеорологическими и геофизическими ракетами. Таким образом данный проект многоразового РН подходим также для проведения метеорологических замеров.

Оптимизации проектирования траектории перелета на окололунную орбиту

Тант Аунг Мью, Най Хтет Линн
Научный руководитель — д.т.н. Константинов М.С.
МАИ, Москва

В работе рассматривается задача проектирования двухимпульсного перелета на полярную окололунную орбиту. Дата подлета к окололунной орбите предполагается фиксированной. Первый импульс скорости реализуется на низкой околоземной круговой орбите с заданным наклонением и заданной высотой. Второй импульс скорости тормозной, он сообщается КА при переходе КА на окололунную орбиту с заданной высотой и наклонением по отношению к лунному экватору равному 90 градусов. Траектория КА рассчитывается с учетом гравитационного влияния Земли, Луны и Солнца, то есть используется математическая модель ограниченной задачи четырех тел. При этом учитывается вторая зональная гармоника гравитационного потенциала Земли. Положения и скорости небесных тел определяются с помощью эфемероидного обеспечения DE-405.

Результатом исследования является оценка основных четырёх характеристик, определяющих условия старта КА с низкой околоземной базовой орбиты и всей схемы перелета:

1. Долгота восходящего узла базовой околоземной орбиты;
2. Аргумент широты точки старта;
3. Величина требуемого разгонного импульса скорости при старте с базовой орбиты;
4. Время перелета на окололунную орбиту.

Перечисленные характеристики схемы перелета выбираются так, чтобы обеспечить выполнение одного граничного условия в конечной точке траектории перелета (условие выполнения транспортной задачи). Высота КА относительно Луны в конечной точке перелетной орбиты должна быть равна заданной высоте окололунной орбиты. Задача формулируется как задача на условный экстремум в пространстве 4 неизвестных компонент вектора x с одним ограничением типа равенства g(x)=0. Критерием оптимизации рассматривается суммарный импульс скорости, или второй импульс скорости в окрестности, обеспечивающий переход КА на окололунную орбиту f(x). Он минимизируется.

Разработанный алгоритм оптимизации использует метод эволюционной стратегии с адаптацией ковариационной матрицы (Covariance matrix adaptation evolution strategy, CMA-ES). При этом минимизируемая функция рассматривается с учетом штрафной функции, обеспечивающей удовлетворения ограничения пита равенства в виде. Итерационный процесс включают перебор параметра μ от 1 (как достаточно малой величины) до очень большой величины.

Численный анализ проведен для диапазон дат вывода на окололунную орбиту в июне 2027 года.

Оценка эффективности использования гравитационного маневра земля-земля при проектировании траектории перелета к сатурну для космического аппарата с электроракетной двигательной установкой

Тин Мьо Наинг
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Николичев И.А.
МАИ, Москва

В работе рассматривается траекторная проблема, связанная с оценкой эффективности применения резонансного гравитационного маневра Земля-Земля на начальном этапе гелиоцентрического перелета исследовательского автоматического космического аппарата (КА) к дальним планетам Солнечной системы. Предполагается, что в рамках возможной миссии к Сатурну, космический аппарат оснащен комбинированным движителем, сочетающим в себе ступень на базе электроракетной двигательной установки (ЭРДУ), а также жидкостным реактивным двигателем сравнительно малой тяги (ЖРД МТ). В рамках исследуемых вариантов схемы перелёта аппарата предполагается активное функционирование ЭРДУ только лишь на участке Земля-Земля (который, вообще говоря может быть кратно повторен), после чего аппарат сбрасывает ступень с движителем малой тяги и продолжает перелет по «сложной схеме» (с гравитационными и Deep Space Maneuver) до планеты назначения.

Рассматриваемая траекторная проблема формализована в качестве оптимизационной (задача сквозной оптимизации). Для решения последней используется принцип максимума Понтрягина. После применения принципа максимума Понтрягина, задача сводится к двухточечной краевой задаче для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение краевой задачи сводится к численному решению системы нелинейных уравнений. В рамках работы проведена полная и подробная формализация проблемы; получены условия оптимальности. Проведена оценка эффективности резонансного гравитационного маневра Земля-Земля при условии совместного использования ЭРДУ.

Перспективы «Морского старта»

Ткачев А.В., Володичев В.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Цель нашего задания, определить преимущества «Морского старта» перед «Наземным», а также рассмотреть перспективы и необходимость дальнейшего развития проекта.

Идея проекта заключалась в том, чтобы осуществлять запуск ракеты с мобильной стартовой платформы морского базирования.

В создании проекта в 1990 году приняло участие 3 страны, а именно: Украина, США и Россия. Также к проекту еще присоединилась норвежская судостроительная компания «Kvaerner». В 1998 году космодром начал функционировать. Но в 2014 году работа на нем была остановлена.

Актуальность данного направления заключается в том, что экватор является наиболее благоприятным местом для запуска ракет. Производя запуск ракеты с экватора, можно максимально увеличить полезную нагрузку. Данным способом из экваториальной зоны в Тихом океане, который находится рядом с островом Рождества с передвижной стартовой платформы «Odyssey» было произведено 32 успешных пусков ракет-носителей «Зенит» с общей полезной нагрузкой более 150 тонн от лёгких до тяжёлых аппаратов. В состав передвижной стартовой платформы «Odyssey» так же входило сборочно-командное судно «Sea Launch Commander».

Выгоднее всего будет, если спутники запускать на экваториальные орбиты, то есть плоскость совпадает с экваториальной плоскостью планеты. Благодаря этому экономятся значительные запасы топлива на поворот орбиты.

Геостационарные орбиты лежат в экваториальной плоскости. Именно на них выводится полезная нагрузка запусков с «Морского старта».

При выводе на геостационарную орбиту мы выигрываем 25-30% веса полезной нагрузки, благодаря дополнительной начальной скорости и отсутствию затрат на разворот.

Из-за того, что на экваторе большая часть вод не принадлежат другим государствам, не приходится тратить средства на аренду земли, и нет последствий от падения от отработанных ракетных ступеней. Также безопасно, так как не присутствуют люди и не проходят другие корабли. Стоимость перевозки ракеты и комплекса особо не отличается от перевозки ракеты до стартовой площадки на любой другой космодром.

На данный момент комплекс куплен российской компанией «S7 AirSpace Corporation». А именно «S7 Space». В России это первая частная компания, которая предоставляет полный цикл услуг по запуску космических аппаратов. «S7 Space» входит в состав холдинга «S7 AirSpace Corporation».

В будущем «Морской старт» позволит экономить или зарабатывать денежные средства, что даст возможность конкурировать с такой компанией как «SpaceX».

Критичности при эксплуатации ракет с ядерным ракетным двигателем

Туева Е.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Уразбахтин Ф.А.
ВФ ИжГТУ, Воткинск

На сегодняшний день, ракетно-космическая отрасль находится на острие научно-технического прогресса. Ныне уже прошли успешную апробацию, и нашли практическое применение ядерные ракетные двигатели. Вообще, работа, двигательных установок на ядерном топливе является сложным процессом, состоящим из нескольких этапов.

Ядерный двигатель (ЯРД) – это один из типов ракетных двигателей. Энергоносителем является энергия деления ядер, с помощью которых создается реактивная тяга. ЯРД состоит из нагревательной камеры, ядерного реактора, системы подачи рабочего тела и соплового блока. Стоит отметить, что рабочее тело и источник энергии в ЯРД независимы, в отличие от обычных химических ракетных двигателей. Запас энергии, по сравнению с ЖРД и РДТТ достаточно большой, в то время как расход массы ядерного топлива весьма и весьма мал.

Назначение нагревательной камеры состоит в том, что в ней происходит процесс разогрева рабочего тела (водорода или аммиака), после оно проходит через сопло, тем самым создавая тягу с помощью ядерного реактора.

В общем, принцип действия работы газофазного ЯРД состоит в следующем:

1) из бака рабочее тело поступает в соленоид для его охлаждения, после чего оно следует в насос;

2) затем, из насоса, рабочее тело направляется в полость для охлаждения замедлителя и других узлов ЯРД;

3) нагретое рабочее тело поступает в коллектор и при выходе из него происходит его разделение на три части. Первая часть поступает в тепловыделяющий элемент, вторая – обеспечивает работу турбины, третья часть осуществляет внутреннее охлаждение сопла.

Распределение расходов рабочего тела регулируется посредством клапанов, которые установлены на соответствующих магистралях. Важным вопросом в работе ЯРД является безопасность.

В настоящее время имеет место разнообразие конструкций ЯРД: твердофазный, жидкофазный и газофазный. В работе газофазного ЯРД неизменно приходится иметь дело с критичностями.

Как правило, при создании газофазного реактора, большое значение имеет обеспечение его стабильной работы. Мощность реактора может изменяться много раз за достаточно короткие временные отрезки, в течение которых система регулирования не воздействует на реактор столь эффективно.

Развитие критичностей при работе ЯРД может привести к возникновению взрыва. Это произойдет при столкновении водорода или другого, схожего с ним рабочего тела, с кислородом.

Помимо этого, немаловажный вопрос стоит в безопасности работы ЯРД. Так же наиболее вероятной причиной возникновения критичности является ненормальная работа впускного, выпускного клапанов ядерной установки, а также разрушение сопла.

Таким образом, для обеспечения ядерной безопасности при нештатных критичностях, например, во время вывода реактора ЯРД на установленный режим, в блоке замедлителя предусмотрены отверстия под стержни ядерной безопасности в виде цепей, наматываемых электромоторами на барабаны, размещенные в полости реактора между активной зоной и блоком радиационной защиты.

Техническими результатами использования ЯРД может являться:

• Предоставление минимально возможных массогабаритных характеристик реактора ядерного ракетного двигателя;

• Его высокая надежность при обеспечении заданного ресурса эксплуатации на рабочих режимах;

• Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на всех стадиях работы двигателя.

Как правило, высокая надежность конструкции реактора обеспечивается за счет введения дополнительной системы ядерной безопасности.

Она может включать в себя расположенный в центре активной зоны бериллиевый стержень с выдвижным центральным элементом ядерной безопасности, который выполнен в виде двух коаксиальных труб. Полость между этими трубами заполнена поглощающим нейтроны материалом, и несколько выдвижных элементов в системе ядерной безопасности плоской формы выполняется из поглощающего нейтроны материала, расположенных в крайней части активной зоны. Последнее, позволяет создать их высокую физическую активность и допускает их возможный уход от центра реактора.

Актуальность данной темы заключается в том, что ядерные ракетные двигатели достаточно перспективны для крылатых ракет, летающих именно в атмосфере, за счет «схватывания» вещества для тяги из «воздуха». Такие двигатели позволяют обеспечить ракету энергией, позволяющей обеспечить ее неограниченной дальностью полета. И для того необходимо свести критичность к минимуму в работе ЯРД.

Список использованных источников:

1. Ракетные двигатели и энергетические установки на основе газофазного ядерного реактора/ А.С. Коротеев, А.Б. Пришлецов, В.М. Мартишин и др.; Под ред. А.С. Коротеева. – М.: Машиностроение, 2002.-432 с.: ил.

2. Основы теории автоматического управления ракетными двигательными установками/ А.И. Бабкин, С.И. Белов, Н.Б. Рутовский и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 456 с.

3. Патентный поиск. Поиск патентов и изобретений РФ. https://yandex.ru/patents/doc/RU2072568C1_19970127 (дата обращения: 10.02.2021)

Предложения по выбору проектного облика космического аппарата для исследования спутника Сатурна- Энцелада

Туркина И.И.
Научный руководитель — Тузиков С.А.
МАИ, Москва

Рассматриваются вопросы формирования проектного облика космического аппарата (КА) для изучения системы Сатурна с главной задачей изучение спутника Сатурна Энцелада.

Система Сатурна с давних времен вызывала интерес ученых, а с развитием космических технологий вопрос об исследовании планеты и ее спутников начал постепенно становиться осуществимым. Несмотря на значительное удаление от Земли, за последние двадцать пять – тридцать летряд космических аппаратов (такие, как Cassini-Huygens, Juno, Voyager-1,2, Pioneer-11) собрали и передали исследователям большое количество информации о системе Сатурна для её последующего изучения в научных центрах. Одним из наиболее интересных объектов в системе Сатурна на данный момент следует считать спутник планеты-гиганта Энцелад.

Для решения поставленных задач был проведен анализ существующих КА-прототипов.

Предлагаемая концепция решения задачи исследования спутника Энцелада предполагает проведение исследований в течение длительного рабочего периода времени с обеспечением получения дополнительных исследовательских данных о системе Сатурна. Для этих целей были рассмотрены два возможных типа построения исследовательской миссии: первый тип миссии заключается в реализации концепции проведения долгосрочных исследований, но с меньшим количеством научного оборудования на борту в пользу относительно большего запаса расходуемых рабочих тел и топлива; второй тип миссии также заключается в реализации концепции проведения длительных исследований и предполагает использование КА с относительно меньшими сроками активного существования, но на борту которого расположена совокупность малых КА (МКА), второй тип миссии предполагает использовать для проведения научных исследований определенную совокупность малых космических аппаратов-зондов с построением системы МКА типа «рой».

В качестве ракеты-носителя (РН) рассматривается вариант тяжелой РН семейства «Ангара».

На основе сформулированных целей миссии были сформированы исходные данные, определены основные проектные параметры и предложена схема функционирования КА.

Была определена предварительная массовая сводка КА для общей массы 15 т при двух запусках «Ангары» тяжелого класса и последующей стыковки на орбите Земли и его габаритные размеры, которые составляют 4,35x8,86 м в транспортном положении. Исходя из имеющихся массово-энергетических ограничений количество субспутников, входящих в состав базового КА, составляет от 2 до 100 МКА целевого назначения массой от 50 до 150 кг.

При рассмотрении вопросов размещения МКА на борту базового КА было предложено вынести их за пределы его основных габаритов в специальных транспортно-пусковых контейнерах, расположенных симметрично с обеих сторон для предотвращения значительных возмущающих сил и моментов при их отделении от базового КА. Это накладывает определенный отпечаток на центровку космического аппарата и на варианты его конструктивно-компоновочных схем.

Рассмотрены варианты состава бортовых систем: научной полезной нагрузки, системы управления КА, радиотехнической системы, систем энергообеспечения и терморегулирования. Каждый бортовой комплекс был выбран на основании обеспечения необходимых для рассматриваемого КА параметров, а также после анализа возможных вариантов-прототипов оборудования, их преимуществ и недостатков.

По результатам проделанной работы были сформированы предложения по возможному проектному облику рассматриваемого исследовательского космического аппарата.

Список использованных источников:
1. Туманов А.В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов: учебное пособие/ А.В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.-344 с.
2. Журнал «Вестник НПО имени Лавочкина» № 04'2020
3. Левантовский В.И. Механика космического полёта в элементарном изложении М.: Наука, 1980. 512 с

Расчёт парашютной системы для безопасного приземления первой ступени ракеты космического назначения

Федюнин Д.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Парашютные системы (ПС) в настоящее время активно используются для обеспечения безопасного приземления различных возвращаемых аппаратов и имеют перспективы использования в космических системах в будущем. Примером этому служит многокупольная ПС корабля "Федерация", которое разрабатывает РКК "Энергия".

Однако принцип парашютного спуска может использоваться и для других целей в ракетно-космической технике.

Идея данной работы состоит в том, чтобы подобрать материалы для ПС, которая бы обеспечивала безопасное приземление первых ступеней ракет космического назначения. Применение такой системы позволяет решить сразу несколько проблем. Уменьшить повреждений ускорителей, которые они получают вследствие механического контакта с поверхностью. Это станет шагом на пути к многоразовым ракетам космического назначения (РКН), так как уменьшит затраты на производство и обслуживание РКН и снизит стоимость запуска одного килограмма полезной нагрузки на орбиту. Также парашют позволит с большей точностью спрогнозировать район падения отделяющихся частей, сократив его; это поможет освободить часть земель под сельскохозяйственные и прочие нужды, тем самым уменьшая негативное влияние ракетно-космической деятельности на экологическую обстановку. Третьим положительным аспектом является возможность установки на ускорители радиомаяков, что позволит облегчить их поиски. Установка маяков становится возможной благодаря уменьшению механического воздействия, этот пункт описан выше. Это в свою очередь ведёт к уменьшению затрат человеческих ресурсов, позволяя более эффективно использовать ценные кадры.

В качестве примера отделяемых частей рассматриваем первые ступени ракет Союз 2.1а и 2.1б. Однако предлагаемая система применима и для других систем. Эти системы рассматриваются как самые активно используемые в российской космонавтике. При изменении ключевого параметра для данного расчёта – массы – могут изменяться площадь парашютной системы и материалы. Определение последних параметров, как указано выше, и является целью работы.

Список использованных источников:
1. Лобанов Н.А. Парашюты / Лобанов Н.А. - Издание ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского, 1953. - 168 с.

Перспективы использования микро — и наноспутников

Цыцулин В.П.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Благодаря передовым научным решениям в мире наблюдается существенное уменьшение массы оборудования полезных нагрузок КА и их служебных систем при возрастании времени активной работы, появилась возможность ретрансляции большого

объёма информации с помощью МКА. Такими малыми КА являются микро- и наноспутники.

Микроспутники имеют полную массу от l0 до l00 килограмм (иногда термин применим и к более тяжёлым аппаратам).

Наноспутники имеют массу от l до l0 килограмм. Зачастую конструируются для работы в группировке (в рое), некоторые группировки требуют наличия более крупного спутника для поддержания связи с Землёй.

Эксплуатация таких спутников позволяет получать преимущества, такие как:

• Явное удешевление стоимости запуска КА, благодаря тому, что есть возможность выводить их на орбиту с основной полезной нагрузкой

• Возможность быстрого внедрения в практику инновационных информационно-связных технологий

• Большая окупаемость и меньшее время создания КС спутниковой связи и вещания

• Обеспечение гибкости в создании и поддержки ОГ КА связи и вещания

Уменьшение массы КА и использование КА, масса которых заметно меньше тонны способствует росту функционирующей ОГ путём выведения РН лёгкого класса, или же вывод РН среднего или тяжёлого класса совместно с основной полезной нагрузкой, что приведёт к возрастанию количества выводов КА в год.

Уменьшение массы полезной нагрузки приведёт к уменьшению требований энерговооружённости средств выведения полезной нагрузки. К примеру, РН тяжёлого класса будут иметь возможность нести не один, а несколько спутников за один запуск, что ведёт к уменьшению стоимости запуска любого КА.

Космодром «Морской старт»

Шагиев Р.Р., Маслова А.С.
Научный руководитель — Коробовский А.В.
МАИ, Москва

Сейчас «Морской старт» можно назвать единственной в мире самоходной платформой для запусков космических аппаратов в космос с воды. Данный комплекс предназначен для «дальнего плавания», аналогов ему нет. Юридически космодром находится под контролем России.

Одним из направлений повышения эффективности запусков космических аппаратов на геостационарную орбиту является использование плавучего космодрома «Морской старт».

Проведение запусков непосредственно с экватора позволяет максимально использовать эффект вращения Земли, а значит повышает эффективность средств выведения по выводимой массе при запуске космических аппаратов и, соответственно, снижает удельную стоимость их доставки на целевую орбиту.

В докладе рассмотрена история создания и использования плавучего космодрома, приведены его основные технические характеристики, проанализировано современное состояние работ, проблемы и основные направления его использования для запусков КА на геостационарную орбиту.

Показано, что использование плавучего космодрома «Морской старт» внесет существенный вклад в расширение возможностей России по запуску современных космических аппаратов на геостационарную орбиту и укрепит её положением на Мировом рынке средств выведения.

Чтобы данный проект оказался рентабельным, необходимо осуществлять от 5 запусков в год. Реализацию запусков планируют провести примерно через 3 года, к этому времени доработают космические аппараты для «Морского старта».

Список использованных источников:

1. Филин В.М. Место старта — океан. М.:Изд-во «Логос», 1999.Статья поступила в редакцию 11.03.2014 г.

2. Кравец В.Г. Особенности контроля и управления полетом ракеты космического назначения по программе «Морской старт»//Космическая техника и технологии. 2014.№ 2(5).

Анализ и исследование системы управления динамическим моментом двигателя-маховика системы ориентации и стабилизации космического аппарата

Шарипова А.И.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Первые искусственные спутники Земли, отправленные в космос, вращались в пространстве, не имея ориентации. По причине космических гонок в освоение космоса был повышен уровень задач, и по мере развития космической техники возникла необходимость в ориентации и стабилизации космических аппаратов во время полета. Чтобы обеспечить ориентацию и стабилизацию КА в пространстве на борту устанавливают исполнительные устройства, которые создают относительно заданных осей управления аппарата управляющие моменты.

Так в аппаратах со сравнительно длительным сроком существования, предназначенных для выполнения астрономических, метеорологических задач и для проведения дальней космической радиосвязи, применяют в качестве исполнительных устройств инерционные двигатели-маховики.

Двигатели-маховики обеспечивают стабильную работу в широком диапазоне температур, выдерживают высокие нагрузки и имеют высокую надежность, они используются во всех динамических режимах системы ориентации и стабилизации.

Мы знаем, что волчок имеет свойство сохранять вертикальное положение. Так в случае раскрутки космического аппарата, он будет вести себя совершенно также, сохраняя стабилизацию по оси вращения. Действия управляющего двигателя-маховика основаны на законе сохранения момента количества движения в замкнутой системе, коей предстает космический аппарат на орбите. За счёт изменения скорости вращения ротора двигателя-маховика меняется его кинетический момент и возникает управляющий момент, действующий на КА, и не зависящий от места его установки на космическом аппарате. При достижении предела скорости вращения ротора, двигатель-маховик утрачивает возможность воздействовать на спутник. При этом требуется «разгрузка»: ротор останавливается, а чтобы КА не вращался в противоположную сторону, создаётся управляющий момент с помощью ракетных двигателей или электромагнитов.

Использование маховиков позволяет поворачиваться с высокой точностью и не тратить драгоценное топливо.

Прикладываемый к корпусу КА и обеспечивающий его поворот по одной из осей, управляющий момент есть не что иное, как динамический момент.

В космическом аппарате реализовано программное ограничение частоты вращения маховика при управлении по динамическому моменту. По достижении этого ограничения последующая реализация заданного управляющего момента в том же направлении прекращается, вследствие номинальная частота вращения маховика стабилизируется, прибор устанавливает нулевой динамический момент.

Многообещающими исполнительными органами космических аппаратов по-прежнему остаются электродвигатели-маховики. Их используют во всех динамических режимах системы ориентации и стабилизации, в том числе для многоразового обновления ориентации при сбоях и отказах аппаратуры.

Однако анализ существующих систем управления динамическим моментом двигателя-маховика, показывает, что ни одна из систем не удовлетворяет требованиям, которые предъявляют к разрабатываемым двигателям-маховикам в плане простоты, возможности частого практического применения, основательности и данных динамики системы, а улучшение ресурса маховичных систем может быть приобретено за счет установки на борту КА дополнительных двигателей-маховиков. Поэтому исследование других научных и технических решений по управлению динамическим моментом двигателя-маховика является актуальной задачей.

Список использованных источников:

1. Попов, В.И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов. Пассивные и комбинированные системы / В.И. Попов. М.: Машиностроение, 1986 - 184 с.

2. Балковой, Н.Н. Управление динамическим моментом двигателя-маховика / Н.Н. Балковой, Ю.Е. Муравяткин, В.П. Лянзбург // Материалы XVI Международной научной конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. Часть 1. -Красноярск, 2012.

3. Устройство управления двигателем-маховиком / В.П. Лянзбург, А.К. Зенков. (СССР) – №2215375/09; заявл. 07.01.1977; опубл. 27.08.2006, Бюл. № 36. – 4 с.

Использование теплоизоляционного материала для увеличения продолжительности жизни вертолета на Венере

Шеремет А.А., Иванков Е.Д.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Воронцов В.А.

МАИ, Москва

Атмосфера Венеры - самая плотная среди атмосфер землеподобных планет Солнечной системы, состоит главным образом из углекислого газа. Атмосферное давление на поверхности Венеры в 92 раза больше, чем на Земле. Температура на поверхности — 740К (464°С) [1]. Поэтому, как показывает большинство расчетов, для исследования поверхности и кальдер вулканов планеты может использоваться беспилотный (БПЛА) вертолет, запуск которого будет производиться со спускаемого аппарата на высоте 10-15 км.

Главной проблемой в освоении Венеры является высокая температура. Для преодоления этой преграды и увеличения продолжительности жизни вертолета, в конструкции предлагается использовать слой аэрогеля с добавлением оксида титана толщиной 100 мм. Аэрогель имеет самую низкую теплопроводность равную 0,03 Вт/(м*К), поэтому является оптимальным вариантом теплоизоляции для данной конструкции [2]. Аэрогель состоит на 98% из воздуха, материал, изготовленный на его основе, не утяжеляет утепляемую конструкцию, а значит не увеличит нагрузку на несущую основу.

Использование аэрогеля также обусловлено его негорючестью - материал относится к классу НГ (негорючий материал), отменной огнестойкости - материал может противостоять распространению открытого пламени. Аэрогель является экологически чистым материалом, он не содержит токсичных веществ и не имеет никакого запаха.

Для обеспечения защиты научной аппаратуры предлагается использовать аммиак, который при давлении в 10 атмосфер и комнатной температуре становится жидким. Им заливается весь внутренний объём приборного отсека в теплоизолированной сфере вертолета, где будет находиться вся научная аппаратура. Контакт электронных компонентов с аммиаком обеспечит отличное охлаждение [3]. По мере выкипания хладагента, компоненты, которые окажутся выше уровня жидкости, будут охлаждаться: внутри аппарата пары аммиака будут иметь практически такую же температуру, как у жидкости, а за счёт того, что при таком давлении их плотность более 10% от плотности воды, они будут очень эффективно отбирать тепло у всех электронных компонентов.

Для увеличения времени эксплуатации электроники и бортового компьютера рекомендуется использовать полупроводники на основе карбида кремния, способные выдерживать высокую температуру (более 600°С) [4].

Для максимального использования температурных характеристик карбида кремния предлагается использовать многослойную металлизацию. Использование трехслойной металлизации титан (100 нм), дисилицид тантала (200 нм), платина (300 нм) политипа карбида кремния 6H-SiC позволит добиться температурной стабильности при 500°С. Главной особенностью является то, что первоначальные окисления кремния создаст механизм образования критического диффузионного барьера, который предотвратит проникновение кислорода в слой металлизации [4].

Представленные решения по теплоизоляции могут быть использованы при проектировании и производстве вертолета в составе спускаемого аппарата в проекте «Венера-Д».

Список использованных источников:

1. Воронцов В.А., Карчаев Х.Ж., Мартынов М.Б., Примаков П.В.: Программа исследования Венеры и международное сотрудничество // Труды МАИ. 2016. Выпуск 86. С. 4.

2. Теплоизоляция на основе аэрогеля. [Электронный ресурс] URL: https://www.minvatka.com/aerogel (дата обращения: 26.10.2020).

3. Химические свойства жидкого аммиака. [Электронный ресурс] URL: https://www.chem21.info/info/813219/ (дата обращения 20.10.2020).

4. А.Полищук: Полупроводниковые приборы на основе карбида кремния — настоящее и будущее силовой электроники // Компоненты и Технологии. 2004. №43. С. 40-45.

Актуальность посадочного аппарата Insight в данное время

Шубина М.А., Гапанькова Е.С.

Научный руководитель — Пичужкин П.В.

МАИ, Москва

На счету Nasa находится множество открытий и исследований нашей Солнечной системы. Чем обычно нас привлекает Марс? Обычно различными нагорьями, высокими хребтами. Но для миссии Insight для изучения нужно совсем другое место. Плоское нагорье Элизий.

Суть миссии insight заключается в изучении внутреннего строения планеты. До этого мисси на Марс в основном изучали поверхностную часть планеты. Но, чтобы понять, как формировались процессы, нужно заглянуть вглубь 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, который 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 дает шанс выявить схожесть планеты с Землей.

Вращения с помощью радиостанций марсохода сможет 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.

Выбор места для посадки определялся 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, заняло достаточно времени.

В чем же состоит актуальность данного исследования? Возможно, это большой шаг к колонизации Марса. Мы сможем узнать о формировании Земли и Марса, почему эти планеты стали такими разными?

Сотовые конструкции в ракетной технике

Шумахеров М.А., Антониу Д.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В своем исследовании мы рассматриваем эффективность сотовых конструкций в ракетно-космической технике. Они необходимы при создании многоразовых транспортных космических систем (МТКС), для защиты их от теплового воздействия космоса. Самыми распространенными сотовыми конструкциями на данный момент являются трехслойные сотовые конструкции с сотовым заполнителем.

Обратимся к науке сопротивление материалов, чтобы объяснить преимущества сотовых конструкций. Рассмотрим изгиб балки поперечной нагрузкой, здесь работают только крайние волокна сечения, а слои расположенные ближе к центральной плоскости балки практически не участвуют в работе, поэтому была предложена трехслойная конструкция: основная масса прочного материала разнесена в два слоя и жестко скреплена заполнителем, который находится между этими двумя слоями. Сотовый заполнитель – это конструкционный материал, состоящий из регулярных ячеек заданной конфигурации и размеров, оси которых параллельны друг другу.

Преимуществами сотовых конструкций является легкость (выигрыш в массе по сравнению с мономатериалом может составлять до 30%), хорошая эксплуатационная надежность из-за отсутствия концентраторов напряжений, а также тепло- и звукоизолирующие свойства.

К сожалению, у не металлических (кварцевых, керамических) сотовых конструкций есть недостатки: хрупкость и низкая прочность. Эти недостатки проявляются при обслуживании и проведении ремонтных работ (при эксплуатации МТКС "Спейс Шаттл", "Буран"). Также тяжело контролировать крепеж сотовых конструкций к обшивке планера (в случае приклейки) и производить их замену.

Создание МТКС не может обойтись без сотовых конструкций, обладающих большими теплозащитными характеристиками при относительно небольшой массе, сотовые конструкции уже были использованы при разработке теплозащитных систем кораблей "Буран" и "Спейс Шаттл" и подтвердили свою эффективность на практике.

Перспектива использования реактивных пенетраторов для исследования небесных тел

Шумилин А.И., Ростомян А.А., Семашкин Н.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Заговорчев В.А.
МАИ, Москва

Для проведения ряда научных и практических исследований грунта небесных тел используются устройства для движения в грунте, образующие скважину либо путем разрушения породы с последующей её транспортировкой на поверхность, либо уплотнением частиц грунта.

Первоначально при изучении иноземного грунта в основном использовались контактные методы, а при необходимости забора грунта использовались буровые устройства различных конфигураций. Например, в составе АМС «Луна-16» предусмотрено грунтозаборное устройство, представленное в виде бурового снаряда. Внешний диаметр снаряда равен 26 мм., внутренний диаметр равен 20 мм., длина равна 370 мм., ход бурового инструмента равен 320 мм.. С помощью данной АМС обеспечивается бурение и забор 105 г. грунта в возвращаемый аппарат.

Принцип получения проб грунта при помощи буровых снарядов представляется довольно иррациональным, так как эффективность процесса получения заданного количества образцов полностью зависит от успешности срабатывания спускаемого аппарата, что значительно снижает надежность рассматриваемого способа получения образцов грунта.

При осуществлении посадки на участке поверхности небесного тела с неблагоприятным рельефом, вероятность повреждения бурового устройства для взятия грунта повышается.

Помимо этого, эксплуатация буровых установок не решает главной задачи зондирования поверхностей небесных тел, что будет требовать привлечения дополнительных аппаратных средств и решений. Кроме снижения всецелой надежности проведения научных исследований, это будет менее экономично.

Более перспективным является использование зондов-пенетраторов, которые сбрасываются непосредственно на целевую для изучения часть небесного тела с орбитальных КА. Такая технология предусматривает вращение каждого зонда-пенетратора относительно продольной оси до момента отделения от КА. После этого начинают действовать твердотопливные двигательные установки, которые обеспечивают как сход зонда-пенетратора с орбиты КА, так и снижение его скорости до значения, необходимого для углубления зонда-пенетратора на условленную глубину и обеспечения удовлетворительной перегрузки для обеспечения бесперебойной работы установленных в пенетраторе приборов.

Например, в АМС «МАРС – 96» после удара о поверхность планеты со скоростью 50-100 м/с в пенетраторе происходит разделение его корпуса на две части: хвостовую и внедряемую. Хвостовая остается на поверхности грунта, из неё выдвигается передающая антенна с телекамерой и датчиками научной аппаратуры.

Буровые снаряды более зависимы от работы КА в отличие от пенетраторов, хотя пенетраторы не решают задачи непосредственного забора грунта с целью его передачи на землю.

Примером возможной реализации пенетратора в будущем является зарубежная АМС «Europa Clipper» (Europa Multiple-Flyby Mission). В рамках миссии предполагается изучение спутника Юпитера – Европы. Основными задачами являются: подтверждение существование подледного океана и изучить процессы взаимодействия между ледяной коркой и океаном; определение распределения и химического состава основных соединений и их связей в подледном океане; составление характеристики поверхности небесного тела. Готовность АМС планируется на 2023 год, но старт миссии состоится не ранее 2025 года.

Применение зондов-пенетраторов является перспективным и экономически выгодным решением задач по изучению иноземного грунта.

Список использованных источников:

1. Способ забора грунта планеты и устройство для его осуществления// patents.google.com: Google Патенты. URL: https://patents.google.com/patent/RU2132803C1/ru (дата обращения 27.02.2021).

2. Родченко, В.В. Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте. М.: МАИ-ПРИНТ, 2009 С. 360.

3. https://yandex.ru/patents/doc/RU2132803C1_19990710 (Способ забора грунта планеты и устройство для его осуществления).

Исследование ракет-носителей сверхлегкого класса для наземного и морского старта

Шушков А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.

МАИ, Москва

Актуальность данной темы состоит в том, что в данный момент более востребованным является выведение микро- и наноспутников для чего необходимо развитие сверхлегких ракет-носителей с наземного и морского старта.

Степень проработанности выбранной темы в рамках отечественной ракетно-космической промышленности находится на среднем уровне использования наземного и морского старта.

Целью исследования является изучение концепции создания и эксплуатации космического ракетного комплекса сверхлегкого класса наземного и морского базирования.

Задачи исследования. Выведение низкоорбитальных легких спутников различных систем связи, дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы; выведение практически на любые околоземные орбиты легких спутников для исследований Земли, околоземного и околосолнечного пространства; выведение на высокие круговые высокоэллиптические и геостационарные орбиты легких телекоммуникационных спутников, спутников наблюдения и навигации.

Объектом исследования является использования ракетных комплексов сверхлегкого класса наземного и морского базирования для оперативного выведения малых спутниковых группировок на орбиту в заданную точку с целью компенсации отказавшего космического аппарата, что может уменьшить экономические затраты на ожидание очереди пуска

Научная новизна заключается в том, что в данном исследовании были предложенные несколько вариантов ракет-носителей сверхлегкого класса для наземного и морского старта.

Теоретическая и практическая значимость. На смену сегодняшним многотонным спутникам приходят микро- и наноспутники. Выводить на орбиту такие аппараты современными ракетами будет экономически целесообразно, когда это будет кластер — десятки и сотни КА, которые называют «роем», а также распределенным КА. А вот пополнение отказавшего КА, наращивание группировки менее десятка будет целесообразно уже не большими РН, а прицельная «стрельба», в указанное время и место, а малыми и микроносителями, которые сейчас относятся к сверхлегкому классу.

Разработка дренажно-предохранительного клапана бака горючего ускорителя первой ступени многоразовой ракеты-носителя тяжелого класса

Яценко М.Ю., Скандаков А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ушаков В.В.
МАИ, Москва

Многоразовая ракета-носитель (МРН) создается с целью снижения затрат на выполнение транспортной операции. В общей цене космического запуска преобладающей составляющей является именно стоимость ракеты-носителя.

В качестве проектной базы для модификации выбрана ракета-носитель (РН) «Ангара-А5», ускорители первой и второй ступени которой состоят из пяти (5) универсальных ракетных модулей (УРМ). Ускоритель первой ступени представляет собой 4 боковых ракетных блока-УРМ, симметрично расположенных вокруг центрального ракетного блока-УРМ, который после отделения боковых блоков становится ускорителем второй ступени.

Оценив возможности модификации ракетных модулей для многоразового использования, авторы отдали предпочтение варианту спасения всей связки УРМ, объединив при этом ускорители первой и второй ступени в единый ускоритель первой ступени новой многоразовой РН.

При выборе схемы спасения ступени рассматривались 3 варианта: парашютный, реактивный, самолетный. В результате анализа был выбран реактивный способ спасения. Запас топлива, необходимый для выдачи тормозного импульса, будет находиться в центральном модуле, а выдвигающиеся посадочные опоры будут располагаться на боковых ракетных блоках.

Суть модификации состоит в том, что после старта ускоритель первой ступени в виде связки ракетных блоков без разделения друг от друга летит до момента отделения от него ускорителя второй ступени с космической головной частью, который продолжает движение по программе. После разделения связка ракетных блоков сначала летит по инерции, потом совершает разворот и начинает двигаться так, что сопла двигателей ориентированы к Земле, а далее при подлете к поверхности центральный блок выдает тормозной импульс, и связка совершает мягкую посадку на выдвижные опоры боковых блоков.

Благодаря модульности конструкции после посадки отработанного ускорителя первой ступени и последующей разборки составляющие ракетные блоки могут быть беспрепятственно транспортированы к месту последующего техобслуживания.

После определения проектного облика МРН был проведен расчет дренажно-предохранительного клапана (ДПК) бака горючего ускорителя первой ступени по схемам прямого и непрямого регулирования в соответствии со следующими исходными данными:

- Рабочее тело – гелий;
- Температура рабочего тела: 100ºС;
- Расход рабочего тела: 2 кг/с;
- Давление, поддерживаемое в баке: 0,22 (±0,02) МПа;
- Управляющее давление, для принудительного открытия клапана: 5 МПа.

ДПК служит для сброса излишков давления в баке, тем самым защищая его от разрыва, а также при необходимости для принудительного сброса давления путем подачи в клапан управляющего давления.

В частности, рассчитаны расходные характеристики предохранительных клапанов по двум перечисленным схемам; результаты расчетов представлены в виде графиков зависимости давления, поддерживаемого в баке горючего, от расхода гелия.

Проанализировав полученные результаты, авторы сделали следующие выводы:

1) клапан, выполненный по схеме прямого регулирования, при максимальном расходе газа, будет поддерживать давление 0,25 МПа, что превышает заданный предел регулирования. Это означает, что рассматриваемый бак горючего потеряет устойчивость, следовательно, в этом случае необходимо повышать прочность бака, что повлечет за собой увеличение массы его конструкции;

2) клапан, выполненный по схеме непрямого регулирования, при максимальном расходе газа поддерживает давление 0,223 МПа – это удовлетворительный результат, т.к. полученное значение лежит в диапазоне допустимых отклонений.

Далее, для проектируемого клапана были выбраны и рассчитаны параметры пружин, сильфонов, а также некоторые проектные параметры ДПК, после чего была разработана его конструкция и выполнен сборочный чертеж.

В завершение исследования авторы рассмотрели возможность модификации разработанного дренажно-предохранительного клапана путем введения в схему дополнительного элемента (тройника). Это позволит подтверждать работоспособность ДПК без наддува бака горючего предельно допустимым давлением, т.е. проводить испытания при пониженном давлении в баке в соответствии с требованиями котлонадзора, что крайне полезно при эксплуатации многоразового РН.

Секция №5.2 Анализ и синтез аэрокосмических систем

Разработка проектного облика долгоживущих малых станций для исследования сейсмичности Венеры в составе многозондовой автоматической межпланетной станции

Архипов С.В., Дёмин Н.А.
Военный инновационный технополис «ЭРА», Анапа

Актуальна задача изучения сейсмичности Венеры, которая позволит получить лучшие представления о внутреннем строении, как Венеры, так и других планет. Решение задачи даст более детальные представления об эволюции планет.

Технические условия для сейсмических экспериментов на поверхности Венеры очень сложны из-за высокой температуры (около 462 °C) и давления на поверхности (в 92 раза выше земного). Однако в настоящие время разрабатывается проект Венера-Д, в состав которого войдут две долгоживущих малых станции (ДМС) НАСА, способных измерять сейсмичность и тепловые потоки. ДМС Seismic and Atmospheric Exploration of Venus (SAEVe), позволят получить информацию о внутреннем строении Венеры. Предполагается, что время существование станций на поверхности Венеры 120 земных суток (1 венерианские солнечные сутки).

В работе предлагается один из возможных проектных обликов ДМС в составе многозондовой автоматической межпланетной станции (АМС). Многозондовость повышает надёжность проекта, а также позволяет расположить станции со сейсмодатчиками в разных частях планеты на большом удалении друг от друга.

Рассматривается концепция изучения сейсмичности планеты с помощью искусственного воздействия – подрыва ядерного заряда мощностью в несколько десятков килотонн на поверхности Венеры. Техническое оформление замысла - это отдельный зонд с ядерным зарядом, входящий в состав АМС и больший по размерам и массе, чем зонды с ДМС.

В рамках работы выполнен проектно-баллистический анализ с помощью программы SUNPL. В качестве средства выведения выбрана ракета-носитель Союз-2.1б с разгонным блоком Фрегат. Определён состав и получена лимитно-массовая сводка бортовых систем АМС. Приведена компоновочная схема и схема членения АМС, а также компоновка АМС в составе космической головной части. Рассмотрен этап спуска ДМС и составлена матрица возможных проблем возникающих при спуске ДМС. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при разработке ДМС связанные с:

• Перегревом целевой и служебной бортовой аппаратуры из-за высоких температур на поверхности Венеры;

• Долговременным функционированием малых станций в условиях высокого давления;

• Электропитанием малых станций в условиях низкой освещённости и слабых ветров на поверхности Венеры.

Применение аэростата с двухкомпонентным рабочим телом в атмосфере Венеры

Винникова М.Д.
МАИ, Москва

Первая мягкая посадка на Венеру была осуществлена еще в 1970 году, но до сих пор научное общество не имеет исчерпывающей информации о данной планете. Для восполнения пробела в знаниях человечества разрабатываются различные миссии. На данный момент наиболее остро стоит вопрос о сроке эксплуатации аппарата в условиях отсутствия энергоснабжения на длительный срок.

Решить данную проблему может космический летательный аппарат типа аэростат. С первого взгляда идея может показаться не такой удачной, но при более глубоком изучении можно открывается множество преимуществ использования данной конструкции.

Многие высокоразвитые государства имеют космические программы по исследованию Венеры, которые пока не что реализованы. На анализе предыдущих разработок был сделан вывод, что более всего подходят аппараты, которые проводят исследования не на поверхности, а в атмосфере планеты, из-за относительно подходящих условий для продолжительной эксплуатации.

Стоит вспомнить об особенностях Венеры: агрессивная кислотная среда, высокие температура и давление. Поэтому материалам предъявлены несколько основных требований: теплоустойчивость и кислотостойкость. Даже в таких суровых условиях можно найти относительно безопасную зону для стабильной работы аппарата – тропопаузу. В данной части атмосферы Венеры (от 49,5 до 54 километров над поверхностью) основные термодинамические характеристики совпадают с привычными всем условиями Земли. Именно здесь находится наиболее выгодное место для развертывания исследований.

После анализа атмосферы Венеры было выявлено, что зависимость положения аэростата от газа внутри его баллонов несколько отличается от Земной: по мере подъема аэростата убывает необходимая для его подъема масса рабочего тела. Поэтому в качестве рабочего тела аэростата была предложено сочетание паров воды и аммиака. Основным преимуществом данной смеси является возможность изменения высоты полета, простотой транспортировки, надежностью оборудования для обеспечения стабильной работы. Перемещение КЛА по вертикали будет осуществляться за счет изменения состояний составляющих рабочего тела: основной газ будет осуществлять подъем, а вспомогательный, конденсируясь, будет играть роль балласта. При такой регулировке режима подачи газов экономическая эффективность и перспективы использования в качестве научной лаборатории могут возрасти в несколько раз.

Нельзя не упомянуть высокий показатель альбедо планеты. Например, на высоте около 45–60 км интенсивность света, который отражается от облаков, немногим меньше интенсивности, приходящейся непосредственно от Солнца. Такие условия являются наиболее благоприятными для использования солнечный батарей.

Также автором предложено взять за основу КЛА сферу Хобермана. Конструкция представляет собой изокинетическую структуру, превращающую линейное движение в радиальное. На данный момент в научно-исследовательской работе ведутся моделирование корпуса, поиск оптимальной конфигурации солнечных панелей, сбор научно-доказательной базы и создание математической модели.

Список использованных источников:

1. Дирижабли / А. Н. Кирилин. - Москва: МАИ-Принт, 2013.

2. Дирижабль для Венеры / Г. Москаленко. — Наука и жизнь №9, 1981г.

Анализ ошибок спутников CubeSat. Перспективы стратосферных запусков

Кададова А.В., Уткин В.В.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

На 1 февраля 2021 года на орбиту Земли было выведено 1474 наноспутника от 1 до 10 кг, из них 1357 сверхмалые аппараты в формате CubeSat весом одного юнита до 1,33 кг. CubeSat подразумевает размер одного юнита 10x10x10 см называемого "1U" (U-Юнит). Существуют также форматы 2U и 3U, имеющие размеры 10x10x20 и 10x10x30 см соответственно, и форматы с большим числом юнитов. Спутники формата CubeSat применяются для решений обширного ряда задач: от мониторинга атмосферы и фото и видео съемки Земли до исполнения актуальных научных миссий. Особенностями CubeSat является малый объём и вес аппарата, что делает его выведение дешёвым по сравнению с большими спутниками.

При создании любого космического аппарата (КА) первоочередной задачей является отработка инженерных решений и тестирование опытных образцов, которое можно провести на малых КА. В ином случае ошибки или недоработки могут очень дорого обойтись, например, в результате отсутствия перевода фунтов в метрическую систему в 1998 году

спутник «Mars Climate Orbiter» стоимостью $ 125 млн отклонился от планируемой орбиты и, войдя в марсианскую атмосферу с большой скоростью, разбился. Человеческий фактор не редко становится результатом неудачных запусков КА. Из 1011 запущенных спутников CubeSat с 2000 по 2018 год к моменту прибытия в космос 10% уже не функционировали, 5,6%, были потеряны на раннем сроке эксплуатации, 38 % смогли выполнять миссии только частично. Для того, чтоб поднять процент успешных запусков необходимо проведение испытаний с максимальным количеством имитаций физических явлений, с которыми аппаратам придется столкнутся в космосе или, например, тестирование аппаратов в околокосмическом пространстве при помощи стратосферных запусков.

Нашим коллективом были разработаны 2 стратосферных аппарата для участия в студенческой лиге Всероссийского чемпионата «Воздушно-инженерная школа» («Cansat в России»). Созданные аппараты производили измерения различных параметров атмосферы: давление, температуру, влажность, геомагнитное поле и т.д., происходило отслеживание траектории полета с помощью GPS, велась фото- и видеосъемка атмосферы и поверхности Земли. Данные передавались через систему телеметрии и сохранялись на внешний носитель. Также аппараты выполняли дополнительные задачи, выбранные нами. Поднимаясь в стратосферу на высоту до 30 км, бортовая аппаратура тестировалась в условиях большого температурного диапазона от +30 до -50 °С, происходило выявление возможных нештатных ситуаций, велась отработка написанных решений. В результате запусков были выявлены и проанализированы все недоработки, для каждого из которых было найдено решение.

Стратосферные запуски и отработка решений и технологий на них могли бы поднять процент успешных выполненных миссий на реальных КА. Тестирование бортовой аппаратуры и систем телеметрии во время подобных запусков позволило бы уменьшить количество напрасно использованных и потерянных денежных средств из-за ошибок в космосе.

Список использованных источников:

1. $500 млн за строчку кода или стоимость ошибок ПО в космосе [Электронный ресурс] // Сергей Ким. Электрон. дан. URL: https://habr.com/post/381073 (дата обращения: 1.02.2021).

2. Nanosats Database [Электронный ресурс] // Электрон. дан. URL: https:// https://www.nanosats.eu (дата обращения: 01.02.2021).

3. M. A. Swartwout, "CubeSat Mission Success: Are We Getting Better?", presented at the 2019 CubeSat Developers Workshop, San Luis Obispo, CA, 23 April 2019. [Электронный ресурс] // Электрон. дан. URL: https://drive.google.com/file/d/13Ap7bpefBqVa02psjm_6GoFryDTwvFIS/view (дата обращения: 01.02.2021).

Интегрированное решение для захвата космических аппаратов и вывода их с орбиты

Калинин М.М., Коробов А.С.
МАИ, Москва

Как показал исторический пример, человечество практически всегда находилось в состоянии военного конфликта. И если раньше война заключалась в основном в вооруженном противоборстве, то с приходом 19-го века появилась новая форма военного конфликта — информационная война. Ключевым методом которой, является вброс специально подготовленных, идеологически выгодных для себя сведений в информационное поле противника, а иногда, и в собственное информационное поле, и защита своего информационного пространства от аналогичных действий противника. И, что в вопросах военных действий, что в информационной войне, большой потенциал имеет использование околоземных орбитальных космических аппаратов.

В работе рассматривается вопрос противодействия зарубежным военным космическим аппаратам, а именно искусственным спутникам Земли (далее — ИСЗ), находящихся на околоземных орбитах. Представлена классификация активных ИСЗ в зависимости от

назначения, габаритов, массы и страны-эксплуатантов. Выделены наиболее потенциально опасные спутники, нейтрализация которых может являться первостепенной задачей.

В настоящее время практически невозможно представить современную жизнь без взаимодействия со спутниками. Всего различают 4 вида ИСЗ:

• Спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), оснащенные различными видами съемочной аппаратуры, могут проводить фоторазведку местности в видимом, инфракрасном и радиодиапазоне длин волн. Среди спутников ДЗЗ также различают метеорологические спутники, способные спрогнозировать метеорологическую обстановку на месте ведения боевых действий и выбрать наиболее выгодные для собственной стороны погодные условия.

• Спутники связи предназначены для ретрансляции радиосигналов между точками на поверхности Земли.

• Навигационные спутники предназначены для определения местоположения на Земле, в атмосфере и на низких орбитах в космосе.

• Технологические спутники, которые предназначены для отработки технических решений и технологий в условиях микрогравитации и открытого космического пространства.

В военных целях активно применяются первые три вида ИСЗ. Их нейтрализация необходима в случае серьезных боевых действий, чтобы значительно ослабить ситуационную осведомленность противника, являющуюся важнейшим фактором в боевых действиях. Однако уничтожение спутников с помощью ракет сформирует настолько большое количество космического мусора, что в дальнейшем изучение околоземного космического пространства станет невозможным. В связи с этим предлагаются иные способы нейтрализации космических аппаратов, рассмотренные в работе.

Цели работы:

• Классификация орбит и спутников;

• Выделение наиболее опасных зарубежных ИСЗ, которые могут использоваться противником в военных целях;

• Определение их массы, габаритов в сложенном и раскрытом состояниях, определение наклонений орбит, составление матричной классификации;

• Рассмотрение предполагаемого решения захвата и увода с орбиты;

• Формирование отсека для захваченного ИСЗ, исходя из заданных ограничений.

Список использованных источников:

1. Остославский И.В. Динамика полета: траектории летательных аппаратов/ И.В. Остославский, И.В. Стражева. - Москва: Машиностроение, 1969. — 499 с.

2. Маршев Ю.А. Орбитальный полет космический аппаратов: учебное пособие/ Ю.А. Маршев, В.И. Гончаренко, А.И. Четин. - Москва: Изд-во МАИ, 2001. — 84 с.

Анализ схемы спуска спускаемого тяжелого аппарата в атмосфере Марса и определение их основных параметров

Киспе Мендоза М.В.

МАИ, Москва

После длинного полета около 225 дней, космический аппарат находится в орбите Марса и готовится к отделению от космического аппарата и входа в атмосферу. Подлет к планете и погружение в ее атмосферу происходит со скоростью, в несколько раз превышающей скорость полета самого скоростного тяжелого спускаемого аппарата (ТСА), и гашение этой скорости осуществляется за счет аэродинамического торможения в атмосфере, но атмосфера Марса разреженная поэтому ТСА имеет определенные ограничения с полезной нагрузкой но для будущих человеческих экспедициях на Марс будет необходимо решить задачу доставки тяжелых грузов для создания обитаемого база.

Схема входа и спуска в атмосфере Марса играет главную роль в процессе формирования технических решений ТСА. Так как это определяет конструктивные характеристики

аппарата, а также позволяет определить основные параметры, действующие на траектории спуска, поэтому мы будем рассмотривать схему спуска космического аппарата «Curiosity» и сможем выделить ее основные этапы и определить их основные параметры.

В настоящей работе рассматривается схема баллистического спуска.

Способы торможения в Атмосфере:

1. Баллистический спуск без применения дополнительного тормозного устройства

Достоинствами этой схемы являются:

- Не требуется управления.
- Не потребляется энергия от СТА.
- Относительно простая конструкция.

Недостатками этого способа являются:

- Большая крутизна траектории
- Сильный аэродинамический нагрев аппарата
- Наличие больших перегрузок в процессе спуска и посадки.

2. Торможение с использованием парашютной системы

Достоинствами этой схемы являются:

- Умеренные перегрузки.
- Совершение мягкой посадки.
- Наличие малой массы.

Недостатками этого способа являются:

- Более эффективный на планете, которая имеет плотную атмосферу.
- Неуправляемое место посадки.

3. Торможение со использованием парашютной системы и тормозные двигатели. Для торможения посадочного модуля сначала используется сопротивление воздуха, затем парашют, и наконец, тормозные двигатели для контролируемой и более точной посадки.

Достоинствами этой схемы являются:

- Умеренные перегрузки.
- Мягкая посадка.
- Управляемое место посадки.

Недостатками этого способа являются:

- Более эффективный на планете, которая имеет плотную атмосферу.

Чтобы обеспечить мягкую посадку со скоростью $V<5$м/с будем выбирать схему торможения со использованием парашютной системы и тормозные двигатели потому что для СТА с примерной массой 3 т можем адаптировать размер или форму парашютной системы, тоже можем использовать 2 или больше парашютов, тоже можем использовать более мощные тормозные двигатели.

Рассмотрим схему спуска космического аппарата «Curiosity»

Отделение перелетной ступени

Входная граница атмосферы Марса (Высота: 125 км, Скорость: 21240 км/ч, время: 0 с.)

Внесение парашюта (Высота: 11 км, Скорость: 1458 км/ч, время: 254 с.)

Отделение теплового щита (Высота: 8 км, Скорость: 450 км/ч, время: 278 с.)

Отделение задней оболочки и снижение с работающим тормозным двигателем (Высота: 1.6 км, Скорость: 288 км/ч, время: 364 с.)

Включение «небесного крана», отделение масохода от крана(Высота: 0.02 км, Скорость: 2.7 км/ч, время: 8 с)

Посадка

Теперь можно выделить основные этапы спуска и определить их основные параметры в каждом этапе.

В этапе отделения перелетной ступени можем определить следующие параметры уголь отделения «θ», скорость отделения «V», нагрузка «n»

В этапе входной границы атмосферы можем определить следующие параметры Уголь входа «θ», Скорость входа «V», высота входа «H», сила тяжести при входе «G», аэродинамическая качество СТА «K», давление P

В этапе спуске можем определить следующие параметры уголь спуска «θ», скорость спуска «V», нагрузка «n», плотность воздуха «ρ», коэффициент лобового сопротивления «C_x»

В этапе внесения парашюта(ВП) и отделения теплового щита можем определить следующие параметры Уголь ВП «θ», Скорость ВП «V», высота ВП «H», сила тяжести при ВП «G», коэффициент сопротивления парашюты «C», площадь купола парашюта «F», тепловой поток «q»

В этапе Посадке можем определить следующие параметры уголь посадки «θ», скорость посадки «V»

Благодаря этому анализу, мы определили некоторые параметры для мягкой посадки со скоростью V<5м/с в дальнейшем сможем определить какой парашют или тепловой щит нам нужно для проектирования СТА с примерной массой 3 т. но нужно анализировать более детально и определить алгоритм решения по каждому этапу, математические модели и другие методы решения.

Список использованных источников:

1. Баженов В. И., Осин М. И. Посадка космических аппаратов на планеты //М.: Машиностроение, 1978.—159 с., ил., С. 43-54

2. Владислав Иванов Атмосфера Марса. URL: https://www.factruz.ru/space_mistery-2/atmosphere-of-mars.htm

3. Торрес Санчес Карлос Херардо Методика формирования схемо-технических рещений малых автоматических космических спускаемых аппаратов / Торрес Санчес Карлос Херардо Москва: МАИ — 2018. —149 с., С. 34-44

Выявление основных факторов, влияющих на конкурентоспособность средств выведения на мировом коммерческом рынке космических пусков

Копица В.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.

МАИ, Москва

Коммерческие запуски ракет космического назначения широко распространены за рубежом. Показанные другими странами высокие результаты в данной области отражают значимость этой темы. Однако рынок коммерческих пусковых услуг не являлся доминирующим с точки зрения объема продаж.

Самой известной частной компанией в области ракетостроения и космических запусков является компания «SpaceX». В качестве основных целей ее основатель, Илон Маск, поставил сокращение расходов на полеты в космос и открытие пути к колонизации Марса. Компания делает огромные успехи в осуществлении поставленных целей и задач и занимает лидирующие позиции на коммерческом рынке космических пусков. Также широко известны следующие компании: американские «Blue Origin», «Virgin Galactic», «Rocket Lab», японская «Interstellar Technologies», китайская «OneSpace Technology», а также русская компания «КосмоКурс».

В качестве основных преимуществ частного сектора в ракетно-космической отрасли выступают использование частных ракет-носителей и спутников для осуществления спутникового телевещания, передачи больших объемов данных, предоставления навигационных услуг и т.д.; создание и последующая эксплуатация новых многоразовых средств выведения показывают высокие успехи в области развития технологий; использование частного сектора для предоставления космического туризма. Основным недостатком частного сектора является его ограниченность использования, которая характеризуется практически полным отсутствием частных космических аппаратов в межпланетном пространстве.

Среди основных факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность средств выведения на мировом коммерческом рынке космических пусков можно выделить стоимость выведения, качество средств выведения, точность выведения, репутация предприятия, которое занимается созданием образцов ракетно-космической техники, и время, которое затрачивается на создание и выведение спутника на орбиту. Компания, занимающаяся частной космической деятельностью, должна учитывать все вышеперечисленные факторы для повышения эффективности выполняемой работы. Это позволит вывести современную космонавтику на преимущественно новый уровень.

Перспективы применения гибридных двигателей в ракетоплан

Короткова О.Д., Хамадов Р.Р.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В последние годы ведется разработка гибридных авиационно-ракетных двигателей. Особенностью гибридных двигателей является способность работать с поступающим воздухом из атмосферы и жидким окислителем. Данный двигатель смогут использовать различные субкосмические самолеты и космические корабли.

Двигатели гибридного типа имеют возможность работать в атмосфере Земли, а также в космическом вакууме. С помощью элементов, свойственных турбореактивными, прямоточным и жидкостным ракетным двигателям будет обеспечиваться достижение необходимой тяги и ускорения на высоких скоростях.

Данный двигатель состоит из нескольких основных компонентов, размещенных в одном корпусе:

• Передний воздухозаборник в форме конуса. Он располагается на передней части. Перемещение его вдоль оси двигателя позволяет регулировать подачу воздуха в систему.

• Тонкие трубки с жидким гелием образуют сложную систему охлаждения подаваемого воздуха.

• Дальнейшее сжатие поступающего охлажденного воздуха осуществляется компрессором в центральной части двигателя.

• В дальнейшем сжатый воздух поступает в камеру сгорания. Конструктивно она схожа с камерами сгорания в жидкостных ракетных двигателях. Турбокомпрессор подает топливо и воздух или жидкий кислород, в зависимости от режима работы. Сжиженный водород используется в качестве топлива для обоих режимов.

• Для возможности работы в нескольких режимах и увеличения суммарной тяги вокруг основной камеры сгорания находится вторая камера. Она представляет собой прямоточную камеру, горючим, как и в основной камере сгорания, является водород.

Работа ДУ в атмосфере на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях проводится в первом режиме: окислитель(воздух) поступает через открытый воздухозаборник в компрессор, а затем в камеру сгорания.

При достижении гиперзвуковой скорости производится переход на второй режим работы: для увеличения общей тяги задействуется вторая камера сгорания.

Третий режим – для дальнейшего увеличения скорости и работы вне атмосферы: воздухозаборники закрываются, вместо воздуха в качестве окислителя поступает жидкий кислород в основную камеру сгорания. В данном режиме работы двигательная установка повторяет схему жидкостного ракетного двигателя.

Летные характеристики при этом составляют:

• Максимальная скорость до 8,9 км/с

• Максимальная тяга в атмосфере - 350 кН

• Максимальная тяга в режиме «ракеты» - 500 кН.

Гибридные двигательные установки имеют ряд преимуществ:

1. Преимущества перед жидкостными двигателями:

• Компактность (высокую плотность компоновки).

• Простота обслуживания.

-Простая конструкция (уменьшение количества труб и клапанов; отсутствие ракетных турбонагнетателей).

-Возможность добавления химически активных металлов в топливный порошок для увеличения удельного импульса.

2. Преимущества перед твердотопливными двигателями:

-Более высокий расчётный удельный импульс.

-Низкая взрывоопасность.

-Большой диапазон регулирования режимов работы.

-Экологически чистые компоненты топлива наносят меньший урон окружающей среде.

Также у гибридных ракетных двигателей есть свои технические недостатки:

• Изменение тяги по мере выгорания топлива. Плотность топлива снижается из-за присутствия множества различных каналов.

• Накопление в камере сгорания большого количества окислителя может вызвать большой импульс тяги за короткое время при его зажигании. Это может негативно сказаться на целостности конструкции и плавности при управлении.

• Невозможность дозаправки.

• Руление осуществляется дополнительными двигателями.

• Топливная завеса.

• У больших гибридных двигателей, предназначенных для орбитальных ракет, возникает необходимость повышения давления окислителя в каналах для достижения более высоких скоростей. Для этого необходимо увеличивать питание турбонасосов.

Большая камера сгорания делает двигатель нерентабельным для установки на крупные ракеты. Исходя из вышесказанного, можно сказать, что весь потенциал гибридных двигателей может быть реализован с помощью космической авиации. При этом гибридные двигательные установки будут обеспечивать горизонтальный взлет и посадку, а также подъем на нужную высоту и затем ускорение и вылет на орбиту.

Использование инженерного метода для определения теплового режима посадочного аппарата на Венеру

Косенкова А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Миненков В.Е.

МГТУ им. Н. Э. Баумана, АО «НПО Лавочкина», Москва

В настоящее время повышенный интерес к Венере обусловлен обнаружением в атмосфере Венеры молекул фосфина. Для подтверждения или опровержения данного факта требуется проведение дополнительных исследований непосредственно в атмосфере и у поверхности Венеры.

Для этих целей NASA, ESA и Роскосмос планируют различные научные программы по изучению Венеры. Одной из таких миссий является комплексный российско-американский проект «Венера-Д». Целью проекта является изучение поверхности и атмосферы Венеры с помощью космических аппаратов, на борту которых планируется установить приборы для проведения необходимых измерений.

В данной работе особое внимание уделено посадочному аппарату (ПА) и, в частности, рассмотрению вопроса теплового нагружения аппарата при его спуске в атмосфере планеты.

Инженерный метод расчета теплового нагружения ПА включает расчет траектории спуска и расчет вдоль траектории поля течения возле ПА с определением конвективного и лучистого теплообмена.

Исходными данными, определяющими траекторию полета ПА в атмосфере, являются начальные условия входа ПА, модель атмосферы Венеры, конфигурация ПА, а также массовые и геометрические характеристики аппарата, входящие в систему уравнений движения аппарата в поле тяжести планеты.

В соответствии с баллистической схемой перелета за несколько суток до достижения Венеры происходит разделение орбитального и посадочного аппаратов, после чего посадочный аппарат продолжает полёт по траектории, обеспечивающей вход в атмосферу со скоростью порядка 11 км/с. При входе в атмосферу с такими скоростями поверхность ПА подвергается интенсивному нагреву, величина которого определяется скоростью набегающего потока, плотностью атмосферы и геометрической формой аппарата.

В данной работе рассмотрен инженерный метод определения тепловых потоков и температур посадочного аппарата при спуске на поверхность Венеры, который может быть использован на стадии проектных исследований. На основе анализа баллистических и геометрических параметров аппарата проводится оценка характера течения у поверхности аппарата, после чего проводится определение величин удельных тепловых потоков и температур в окрестности критической точки аппарата. Учитывается тепловой поток, поступающий к поверхности входящего в атмосферу аппарата, который складывается из лучистого теплового потока, поступающего от ударной волны, и конвективного, выделяющегося в пограничном слое при торможении газового потока. Также проводится оценка величины абляции поверхностных слоев теплозащитного покрытия. Представлены результаты сравнения теплового режима для посадочного аппарата класса «несущий корпус» и аппарата баллистического типа.

Проведенные расчеты могут быть использованы для расчетного обоснования и выбора тепловой защиты посадочного аппарата.

Марсианская межпланетная сеть

Лысенко Д.А., Федюнин Д.А.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Марс всегда привлекал внимание ученых как потенциально обитаемая планета, и сейчас, когда ближний космос достаточно освоен, активно подготавливаются программы исследования и колонизации Марса. Однако для успешного проведения пилотируемых миссий на Марс необходимо обеспечить надежную и стабильную связь в глубоком космосе. В ходе исследования данного вопроса были выявлены следующие технические проблемы сети космической связи:

1. Высокие требования к средствам сети дальней космической связи (DSN) для обеспечения высокоскоростной передачи данных на расстояние до 2,67 а.е.;
2. Потребность в обеспечении отказоустойчивой сохранной связи для пилотируемого корабля как на орбитах, так и на поверхности планеты спутника;
3. Продолжительный период прекращения связи во время верхнего соединения Марса с Солнцем;
4. Потребность в одновременном доступе к сети ближней связи по требованию для нескольких аппаратов и космонавтов в зоне исследований;
5. Возможность определения точного местоположения наземных аппаратов и космонавтов в реальном времени средствами космического модуля Deep Space Habitat и/или другими объектами телеоперации.

Решения данных проблем были проанализированы отдельно и в сочетании, что привело к конечному определению Марсианской межпланетной сети:

1. Совмещение Ка-диапазона и оптического диапазона для достижения высокоскоростной передачи данных с использованием гибрида оптических и радиочастотных антенн;
2. Комплексное применение метода приёма одной антенной сигналов с нескольких аппаратов и метода передачи сигнала одной станцией к нескольким аппаратам, что позволяет снизить количество 34-метровых антенн на площадках DSN;

3. Развертывание ретрансляционных ареосинхронного и ареостационарного аппаратов Марса, один из которых также может функционировать как модуль Deep Space Habitat;

4. Развертывание научного орбитального аппарата типа «Пионер-6», равноудалённого от Марса и Земли; также может служить в качестве промежуточного ретранслятора во время верхнего соединения Марса с Солнцем;

5. Наличие многофункционального канала ближней связи Марса, обеспечивающего возможность предоставления множественного доступа по требованию;

6. Обеспечение отслеживания наблюдаемых объектов за счёт использования планируемой орбитальной и наземной инфраструктуры Марса для обеспечения ориентации на месте для наземных и орбитальных аппаратов.

Оценка возможной экономической выгоды от создания отечественной многоразовой космической системы с использованием современных технологий

Мареева Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва

В настоящее время для государства крайне важно сохранить лидирующие позиции в разработке ракетно-космической техники, так как на данный момент за рубежом активно создаются многоразовые ракеты-носители и космические корабли. Появляется необходимость оценки экономической эффективности создания многоразовых отечественных систем.

Анализ имеющихся в настоящее время отечественных ракет-носителей и планов развития ракетно-космической техники показал недостаточную степень проработанности вопроса создания многоразовых систем, что является основной причиной написания данной работы и указывает на необходимость проведения дополнительных исследований.

Целью выполнения работы является оценка возможной экономической выгоды от создания отечественной многоразовой космической системы с использованием современных технологий.

Опираясь на все изложенные в работе технические решения и расчеты, можно с уверенностью утверждать, что создания отечественной многоразовой космической системы с использованием современных технологий – достаточно перспективное и выгодное решение при одном жестком условии – грамотном вложении денег

Во многих системах ракет-носителей в настоящее время заложен запас времени эксплуатации намного больший, чем используется. При этом его возвращение и использование не слишком дорогое и достаточно быстро окупится при должном послеполетном обслуживании.

В настоящий момент Российская Федерация обладает всеми необходимыми ресурсами для создания как ракет-носителей с отдельными возвращаемыми элементами, так и полностью многоразовых носителей. Причем создание это будет экономически эффективным и может принести значительную выгоду.

Результаты исследования обладают высокой степенью достоверности, так как исходные данные для выполнения научно-исследовательской работы магистра были взяты из надежных и проверенных источников, не вызывающих сомнений.

О необходимости модернизации РКК «Морской старт»

Рыкалин А.В., Языков М.Д.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва

При разработке в 1990-х годах проекта ракетно-космического комплекса (РКК) «Морской старт» («Sea Launch») проектировщики руководствовались концепцией, заключающейся в доставке ракет-носителей (РН) морским путем на экватор, т.к. запуск на

околоземные орбиты с него имеет лучшие условия. При этом возможно повысить показатели массы, выводимой на орбиты космическими аппаратами (КА), снизить удельную стоимость их доставки на орбиту; осуществить снижение финансовых затрат на создание и обслуживание большинства элементов наземной инфраструктуры за счёт отсутствия необходимости в их эксплуатации. Помимо этого, старт РН с экватора предоставляет возможность осуществлять запуски с любым азимутом с нейтральных вод Мирового океана, что позволит избежать вероятных политических рисков и исключит необходимость отчуждения земли под районы падения отделяемых частей КА и ступеней РН.

В середине 2009 г. консорциум Sea Launch Company (SLC) объявил о своем банкротстве: причинами больших убытков оказалось, что компанией не была обеспечена планируемая интенсивность запусков. В сентябре 2016 г. компания S7 подписала контракт на приобретение проекта РКК «Морской старт». На данный момент комплекс находится на стадии консервации, т.к. нет точного решения о его дальнейшей судьбе.

В данной работе предлагается провести оценку экономической эффективности проекта РКК «Морской старт», что может убедить в рациональности его модернизации и ввода в эксплуатацию. Экономическая целесообразность проекта объясняется также тем, что при выводе КА на околоземные орбиты происходит экономия по энергетическим затратам, что позволит увеличить срок жизни спутников на орбите. Проект может стать прибыльным только в том случае, если число проводимых пусков вырастет как минимум до пяти в год, что требует замены запускавшихся РН «Зенит-3SL» на перспективные возвращаемые РН «Союз-5SL». В соответствии с принципом оценки эффективности инвестиционного проекта в качестве метода оценки был выбран показатель абсолютной экономической эффективности за определенный временной промежуток (год), который характеризует общую величину экономического эффекта в соответствии с размерами финансовых и ресурсных затрат и определяется как отношение прироста эффекта к капвложениям в проект. При этом необходимо использование дисконтирования эффекта и капвложений. Также в работе предлагается провести оценку сравнительной экономической эффективности проекта на основе расчета срока его окупаемости, которая характеризует условный экономический эффект, полученный в ходе сравнения РН «Зенит-3SL» и «Союз-5SL». Данный показатель определяется экономией от снижения себестоимости и разностью капвложений.

Было дано заключение о необходимости замены РН «Зенит-3SL» на более совершенную и модифицированную РН «Союз-5SL». Новая РН сможет выводить в 2-3 раза большую полезную нагрузку, чем «Зенит-3SL», и тем самым увеличит доходы от коммерческих запусков, т.к. экономическая целесообразность эксплуатации РН также определяется массой, выводимой на орбиту. Также можно сделать вывод о необходимости модернизации и ввода в эксплуатацию РКК «Морской Старт» вследствие его экономической целесообразности, обоснованной в работе, и рядом преимуществ над наземными космодромами.

Список использованных источников:

1. Экономическая эффективность технических решений: учебное пособие / С.Г. Баранчикова [и др.]; под общ. ред. проф. И. В. Ершовой. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 140 с.

2. Лопота В.А., Легостаев В.П., Синявский В.В., Алиев В.Г. Алексеев А.К., Алифанов О.М., Анфимов Н.А., Беляев М.Ю., Борзых С.В., Зеленый Л.М., Зубов Н.Е., Каторгин Б.И., Кравец В.Г., Любинский В.Е., Микрин Е.А., Михайлов М.В., Попов Г.А., Платонов В.Н., Петров Н.К., Соколов Б.А., Соловьев В.А., Сорокин И.В., Улыбышев Ю.П., Цыганков О.С., Федоров И.Б., Филин В.М. Стратегия и перспективы развития космической техники и технологий // Научно-технический журнал «Космическая техника и технологии”. 2014, №2(5) - 96 с.

3. В. В. Двирный, Г. Г. Крушенко, К. А. Кирьянова. Экономическая целесообразность проекта «Морской старт” для вывода космических аппаратов на геостационарную орбиту // Решетневские чтения: материалы XX Юбилейной междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем

академика М. Ф. Решетнева (09–12 нояб. 2016, г. Красноярск): в 2 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2016. – Ч. 2. – 576 с.

4. Ю. А. Советкин, Д. В. Щербина. Оценка технико-экономической эффективности разработки ракет-носителей с многоразовыми блоками первых ступеней. Журнал «Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета", № 1 (21) 2010 г.

5. Экономическая эффективность производства на предприятии [Электронный ресурс]. URL: http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met140/node22.html (дата обращения: 08.02.2021).

6. Проект «Морской Старт" [Электронный ресурс]. URL: https://www.energia.ru/ru/launchers/sea-launch/purpos.. (дата обращения: 30.09.2020).

Исследование и анализ систем подачи воды на стартовых комплексах для снижения акустических и газодинамических нагрузок при старте ракет космического назначения

Сахаров А.И.
Научный руководитель — Бут А.Б.
МАИ, Москва

Анализ имеющихся в настоящее время систем подачи воды на стартовых комплексах показал недостаточную степень проработанности данного вопроса, что является основной причиной написания работы и указывает на необходимость проведения дополнительных исследований.

Целью выполнения работы является исследование и анализ систем подачи воды на стартовых комплексах для снижения акустических и газодинамических нагрузок при старте ракет космического назначения.

Для достижения поставленной цели в работе рассмотрены ранее созданные и применяемые в настоящее время зарубежные и отечественные системы подачи воды; выделены особенности каждой указанной системы, определены ее достоинства и недостатки; проведен анализ полученных результатов исследования.

Научная новизна исследования состоит в проведении анализа систем подачи воды, предназначенных для снижения акустических и газодинамических нагрузок при старте ракет космического назначения.

Теоретическая значимость заключается в возможности использования итоговой работы для совершенствования отечественных систем подачи воды на стартовых комплексах. Практическая значимость - после выполнения данной работы весь рассмотренный объем данных может быть использован для разработки новых систем подачи воды или для модификации уже имеющихся систем на стартовых комплексах.

Список использованных источников:

1. Строгалев В. П., Толкачева И. О., Быков Н. В. Основы прикладной газовой динамики – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014.

2. Бирюков Г. П., Бут А. Б., Хотулев В. А., Фадеев А. С. Газодинамика стартовых комплексов – М.: МАТИ, 2011.

3. Абдурашидов Т. О., Бут А. Б., Советников Я. Н., Сафронов А. В. Системы подачи воды для снижения акустических и газодинамических нагрузок при старте РКН.

Анализ использования воздушного старта для выведения полезного груза в космическое пространство

Смирнов В.С., Пензин В.С.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

В настоящее время всё большее число частных компаний подключаются к освоению космоса. На мировом рынке стартовых услуг сформировалась устойчивая тенденция к увеличению спроса на ракеты-носители лёгкого класса, обусловленного бурным ростом количества проектов по созданию систем спутниковой связи, систем дистанционного

зондирования Земли, навигации, а также программ научных и экспериментальных исследований. Для снижения удельной стоимости доставки груза на орбиту можно использовать такой способ запуска, как воздушный старт.

Воздушный старт представляется собой комплекс, состоящий из самолёта носителя и ракеты- носителя. Способ заключается в том, что самолёт носитель доставляет ракету-носитель на определённую высоту (порядка 12 км), оптимальную трассу полёта и нужную широту, где происходит отстыковка или сброс РН, который уже самостоятельно выводит полезный груз на нужную орбиту.

Данный способ выведения обладает рядом, как преимуществ, так и недостатков. Преимущества заключаются в том, что:

• При уменьшении тангажа к горизонту снижаются гравитационные потери;

• Сокращаются потери на аэродинамическое сопротивление, так как на высоте в 12000 м давление, примерно, в 5 раз меньше, чем на высоте в 130 м над уровнем моря (космодром Плесецк);

• Снижаются потери на противодавление, так как происходит падение давления воздуха с увеличением высота, а также ракетный двигатель наиболее эффективен в вакууме, где отсутствует внешнее давление;

• Для достижения 10-12 км необходимо только горючее, поскольку окислитель для двигателей самолёта – носителя потребляется из окружающей среды;

• Используется уже существующая инфраструктура (аэродром);

• Для создания необходимых ракета - носителей можно использовать существующие жидкостные ракетные двигатели;

• Возникает возможность выбора оптимальной трассы полёта и нужной широты для создания необходимого наклонения орбиты.

Недостатки проявляются в:

• Низкой масштабируемости. При использовании данного способа доставка 443 кг полезного груза будет необходима ракета-носитель в 23 тонны, а для 2 тонн полезного груза нужна ракета – носитель массой 100-200 тонн;

• Необходимости повышения прочности. Например, западные коллеги берут в расчёт только осевые перегрузки, исключая боковые.

• Создании или доработки самолёта – носителя для данных целей.

В СССР были наработки и предложения по выводу полезного груза с использованием самолёта – носителя. Такие проекты, как: “Спираль” (система состояла из гиперзвукового самолёта – разгонника и орбитального самолёта); МАКС (многоцелевая авиационно-космическая система, представляющая собой самолёт – носитель Ан-225 и орбитальный космический ракетоплан); проект “Бурлак” (модифицированный Ту-160СК и ракета “Бурлак”); ракета “Полёт”, выпускаемая с самолёта – носителя Ан – 124ВС; АКС Туполева – Антонова (двухфюзеляжный самолёт – носитель с космопланом). Можно также упомянуть британский проект HOTOL (горизонтальный взлёт и посадка), проект Vehra.

Американцы полным ходом работают и используют данный способ. Такой проект, как РН Pegasus позволяет вывести на низкую орбиту полезный груз массой в 443 кг, используя в качестве самолёта – носителя L – 1011. Проекты SpaceShipOne и SpaceShipTwo, разрабатываемые для суборбитальных полётов. И недавно показанной публике самолёт – носитель Stratolaunch.

Данные, полученные во время проекта Pegasus, показывают, что при сравнении вывода одного и того же полезного груза ракета, запуская с помощью воздушного старта, весит 23 тонны, а при наземном способе – 36 тонн. При анализе данных, можно наблюдать, что идёт выигрыш в 12,6 процесса характеристической скорости.

Расчёты, полученные при эксплуатации ракета – носителя Pegasus дают понять степень выгодности воздушного старта, а главное возможность осуществления данного способа. Данный метод доставки может стать эффективным способом доставки грузов на орбиту. А опыт и наработки, полученные при выводе на орбиту небольших грузов, позволят дальше развивать данную тематику, а может даже дать старт такому гиганту, как АКС Туполева – Антонова с самолётов – носителем, имеющим 24 силовые установи.

Космодром «Восточный» - перспективное направление развития российской пилотируемой космонавтики

Третьякова А.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Оделевский В.К.
МАИ, Москва

Космодром «Восточный» - первый национальный космодром гражданского назначения, который обеспечивает России независимый доступ в космос, а также гарантированное выполнение международных и космических программ. Кроме того, «Восточный» играет и стратегическую роль: его использование снижает зависимость от космодрома «Байконур», аренда которого обходится России около 115 млн долларов в год.

Инфраструктура космодрома создается на основе самых передовых технических решений, что позволит его использовать для запуска перспективных пилотируемых и автоматических космических аппарат различного назначения.

В докладе рассмотрены вопросы: истории создания, современного состояния работ и перспектив использования космодрома «Восточный» для реализации перспективных пилотируемых программ начиная с 2025года, что будет способствовать развитию всей пилотируемой космонавтики.

Показано, что создание нового космодрома — это не только обязательная, но действительно достойная для современной России задача, соответствующая уровню организации и возможностям космической отрасли в данный период.

Список использованных источников:

1. Комаров И.А., Чмаров К.В., Милованов А.Г. Космодром «Восточный», его значение для будущего российской космонавтики и развития Дальнего востока страны // Сб. докл. XXXIX Академических чтений по космонавтике. Секция № 10. «Космонавтика и культура». Ч. 1. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. С. 8–18.
2. Радугин И.С. Проекты экономически эффективной системы средств выведения среднего и тяжелого классов для запусков элементов перспективной пилотируемой транспортной системы с космодрома «Восточный» // Космическая техника и технологии. 2013. № 3. С. 3–12.

Перспективы применения алюминиево-воздушных батарей в КА с ограниченным сроком действия

Хамадов Р.Р.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Космические аппараты с ограниченным сроком действия могут являться аппараты размерами от нескольких сантиметров до нескольких метров, разгонные блоки выведения и многие другие. Они выполняют различный спектр задач, таких как дистанционное зондирование Земли, метеорологические исследования, а также многие другие задачи.

В качестве электроэнергетической установки для данных аппаратов чаще всего используются литий-ионные или никель-водородные электрохимические системы совместно с солнечными батареями. Обычно их удельная энергетическая отдача не превышает 150 Вт*ч/кг в случае с литий-ионными аккумуляторами и 75 Вт*ч/кг в случае никель-водородных.

Предлагается использование алюминий воздушных батарей совместно либо заместо данных электрохимических энергетических установок.

Алюминий-воздушная батарея – устройство, преобразующее химическую энергию алюминиевых пластин в электрическую энергию, посредством окислительно-восстановительной реакции.

Ячейка состоит из трех основных компонентов:

• Анода – алюминий, покрытый наночастицами серебра, который окисляется во время разряда ячейки для доставки электронов во внешнюю цепь.

• Катода – воздух и карбоновый порошок, который уменьшается во время разряда ячейки, принимая электроны из внешней цепи.

• Электролита – гидрокарбонат натрия, который обеспечивает среду для переноса ионов между анодом и катодом.

Система алюминиево-воздушной аккумуляторной батареи может генерировать достаточно энергии и мощности для использования ее в космических аппаратах герметичного типа или с ограниченным сроком годности до 3-5 лет.

Стоимость алюминия, как продукта реакции может составлять около 100-200 руб./кг. Расчетная плотность энергии аккумулятора составляет 2500 Вт*ч/кг. Для сравнения литий-ионные аккумуляторы, используемые на данный момент в космосе, имеют удельную энергоемкость в 120-250 Вт*ч/кг.

Одним из преимуществ данной батареи является низкая стоимость. Это позволяет их использовать в проектах с ограниченным бюджетом, например запуски микро-нано космических аппаратов (кубсатов), студенческих спутников.

Одним из существенным недостатком является отсутствие восстановительной реакции, т.е. невозможность пополнения заряда что ограничивает применение батареи на КА с длительным сроком службы или большим ресурсом, но при использовании в аппаратах с ограниченным ресурсом это является преимуществом, т.к. позволяет отказаться от систем энергообеспечения, таких как солнечные батареи, а также уменьшить массу аккумуляторных батарей. Это позволяет существенно уменьшить массу космического аппарата и снижает стоимость запуска и самого КА.

Изучение влияния пандемии на объём авиаперевозок в России в сравнении с другими странами по данным спутниковой съемки

Чайка А.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Кучейко А.А.
МАИ, Москва

В 2020 году множество сфер социально-экономической жизни были затронуты пандемией нового вируса COVID-19. В настоящее время имеется целый ряд зарубежных ресурсов, которые предоставляют подробный анализ влияния ограничений, вызванных распространением вируса, на различные аспекты жизни общества. В то же время в России данные исследования ещё не были качественно проведены, вследствие чего вышеупомянутая область изучения является особенно актуальной на данный момент.

Авиационный транспорт является сегодня одним из важнейших и надежнейших средств передвижения, придуманных человеком. Авиационная отрасль, включающая в себя грузовые и пассажирские перевозки, является хорошим индикатором состояния экономики, так как играет важную роль в ВВП мира и отдельной страны в частности. Целью нашего изучения является поиск и анализ индикаторов для оценки влияния пандемии COVID-19 на объем авиаперевозок в России и сравнение этих показателей с общемировыми тенденциями. В ходе исследования применялись открытые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) программ SENTINEL и LANDSAT и открытые веб-платформы для анализа данных. За объект изучения был выбран объективный показатель – загруженность аэропортов. Были использованы спутниковые снимки местности различных временных этапов:

1. лето-осень 2019 года, как период не затронутый вспышкой нового коронавируса
2. апрель-май 2020, как время максимальных ограничений, и как следствие, минимального спроса на товары и услуги
3. август-сентябрь, как относительно благоприятный период
4. ноябрь-декабрь, как период частичного возобновления ограничительных мер и период ожидаемого спада.

С помощью спутниковых снимков было необходимо определить загруженность отечественных и зарубежных аэропортов путём прямого подсчета активных самолетов и самолетов, стоящих на площадках, отведённых под хранение летательных средств. Так же

было изучено изменение количества автомобилей на долговременных парковках около аэропортов. И как следствие, была выявлена наглядная закономерность между строгостью ограничительных мер, количеством самолетов, находящихся на аэродромах и автомобилями стоящими на парковках. Помимо этого был произведён поиск и выявление самолетов, выведенных из эксплуатации из-за пандемии и анализ назначения парковок по временной серии снимков.

Одной из самых пострадавших отраслей можно считать туристическую отрасль. Область туризма в ВВП Росиии хоть и не является ключевой, но составляет значительные 4% или около 1 трлн. рублей. Но в связи с действиями, принятыми для уменьшения скорости распространения коронавирусной инфекции наблюдался активный спад пассажироперевозок.

Область изучения данной работы направлена на облегчение процесса исследований макро и микроэкономических показателей с помощью спутниковых снимков, значительно упрощающих сбор и анализ данных. Значимость данной работы состоит в том, что с помощью данных, находящихся в открытом доступе можно провести оценку существующей ситуации, а так же сделать примерный прогноз, который позволить избежать бóльших финансовых потерь. Одним из показателей данного прогноза будет являться индикатор числа самолетов на парковках аэропортов, выведенных из эксплуатации, так как он является информативным признаком для оценки интенсивности гражданских авиаперевозок в период пандемии.

Исследование параметров нагревателя системы термостатирования газом высокого давления для перспективных ракетно-космических комплексов

Чубченко Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.
МАИ, Москва

В работе определяли оптимальные параметры для разработки конструкции нагревателя газа.

В современных системах термостатирования крайне важным и актуальным является обеспечения точности заданных режимов термостатирования в части поддержания необходимой температуры термостатирующего газа, а также его расхода и давления на всем протяжении подготовки к пуску ракеты-носителя и космической головной части.

Объектом исследования является нагреватель системы термостатирования высокого давления ракеты-носителя и космической головной части. Предмет исследования – процессы термостатирования, а также параметры нагревателя системы термостатирования.

Задачи:

- Определить необходимые диаметры и длины змеевика нагревателя;
- Рассчитать необходимые потребляемые мощности нагревателя;
- Рассчитать поверхности теплообмена;
- Выдать рекомендации по корректировке инструкций по эксплуатации.

Гипотеза: возможно улучшить точность поддержания температуры за счет определения дополнительных потерь давления на участке от нагревателя до бортового разъемного соединения блока ракеты космического назначения и перерасчета необходимых параметров самого нагревателя, дабы компенсировать разницу между расчетными и фактическими параметрами воздуха.

Практическая значимость работы заключается в использовании во вновь проектируемых и создаваемых системах термостатирования.

Вывод: в результате расчетов были определены тепловая нагрузка нагревателя, а также температуры воздуха на входе и выходе нагревателя. Был произведен расчет необходимой мощности нагревателя, и определены его фактические показатели, также были определены площади теплообмена и длины змеевика. Разработан уточненный метод расчета газодинамических процессов в магистралях выдачи воздуха на термостатирование и выданы рекомендации по настройке системы термостатирования.

Анализ эффективности РКК «Морской Старт»

Языков М.Д., Рыкалин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва

Проект ракетно-космического комплекса (РКК) «Морской старт» («Sea Launch») был разработан в начале 1990-х годов, при этом руководствовались идеей создания плавучего космодрома, имеющего ряд преимуществ над наземными космодромами. К наиболее важным из них относятся: возможность запуска ракет-носителей (РН) непосредственно с экватора, что повышает показатели массы, выводимой на орбиты космическими аппаратами, и снижает удельную стоимость их доставки на целевую орбиту; независимость от политических рисков, межгосударственных взаимодействий и отсутствие необходимости обособления земли под космодром и под районы падения отделяемых ступеней РН за счет проведения запусков с нейтральных океанских территорий. Первоначально точка старта находилась близ Острова Рождества, в Индийском океане, и в качестве РН использовалась трёхступенчатая ракета Зенит-3SL. После продажи проекта в 2016 г. компании S7 РКК «Морской старт» был перебазирован в порт Славянка, неподалеку от Владивостока. На замену РН «Зенит-3SL» в перспективе рассматривается проведение запусков с космодрома «Морской старт» с помощью возвращаемой ракеты «Союз-5SL», являющейся модификацией РН среднего класса «Союз-5» с учетом унификации основных конструктивных решений. В данной работе предлагается рассмотреть основные преимущества планируемого запуска РН «Союз-5SL» с точки зрения эффективности по сравнению с одним из прошедших запуском РН «Зенит-3SL» с того же плавучего космодрома «Морской старт», а также с планируемым запуском «Союза-5» с наземных космодромов.

Стоимость доставки грузов на орбиту из года в год довольно сильно отличается: это зависит как от инфляции, так и от мировой конъюнктуры стоимости пусков, а также от орбиты. Ряд данных характеризует себестоимость пуска по факту «сухой» стоимости ракеты-носителя. Зачастую при расчетах не принимается во внимание стоимость работы наземных служб и тем более — страхования, цена которого может весьма отличаться в зависимости от статистики отказов ракеты. В связи с этим, сравнение стоимостей пуска РН должно происходить крайне осторожно.

Известно, что техническая эффективность функционирования ракетно-космической системы определяется вероятностью выполнения поставленных перед системой задач. Эффективность зависит от безопасности, живучести, надежности работы составных частей конструкции, а также точности их параметров. В свою очередь, экономическая эффективность ракетно-космической системы характеризуется стоимостью доставки 1 кг массы полезного груза на околоземную орбиту. В наши дни эта стоимость, в лучшем случае, составляет не менее 1500 долларов США за 1 кг массы полезного груза, доставляемого на низкую опорную орбиту высотой 170…200 км над поверхностью Земли. Полученные в работе приближенные значения стоимости позволяют сделать вывод об экономической целесообразности перспективных пусков РН «Союз-5SL» с РКК «Морской старт».

Список использованных источников:

1. РКК Морской Старт [Электронный ресурс]. URL: https://www.energia.ru/ru/launchers/sea-launch/purpose.html (дата обращения: 30.09.2020). РКК Энергия.

2. Конструкция Ракеты Носителя «Зенит» [Электронный ресурс]. URL: https://russ-kosmos.livejournal.com/4108.html (дата обращения: 01.10.2020).

3. Мухамеджанов, Р. Космодром Мечты [Текст] / Р. Мухамеджанов // Русский Космос. - 2020. - № 8. - С. 36-39.

4. Афанасьев, И. «СОЮЗ» Универсальный [Текст] / И. Афанасьев // Русский Космос. – 2020. - № 9. - С.44-47.

5. Морской Старт [Электронный ресурс]. URL: https://s7space.ru/launch-sea/ (дата обращения 15.10.2020). S7 Space.

6. Калинин С.Ю., Рождественский А.В., Шленов Ю.В. Оценка экономической эффективности эксплуатации ракетно-космического комплекса // Труды МАИ. № 56.

7. Советкин Ю. А., Щербина Д. В. Оценка технико-экономической эффективности разработки ракет-носителей с многоразовыми блоками первых ступеней // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2010. №1.

Секция №5.3 Системы жизнеобеспечения и экологическая безопасность космической деятельности

Эффективность очистки паров РКТ при использовании дожигателя на ЗНС

Андрющенко Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.б.н. Надежкина Е.В.
МАИ, Москва

Эффективность очистки паров РКТ (ракетно-космическое топливо) при использовании дожигателя на ЗНС (заправочные нетрадиционные станции).

ЗНС – необходима для заправки космических объектов и разгонных ступеней летательных аппаратов, высококипящими компонентами топлива и сжатыми газами. В работе проанализировано её влияние на окружающую природную среду, а также методы очистки выбросов от нее.

Снижение антропогенной нагрузки на космодромах актуально в настоящее время.

Хранимые, сливаемые и заправляемые компоненты ракетного топлива при работах на ЗНС являются источниками токсического загрязнения окружающей среды, а также причиной пожаров и взрывов. Основными причинами загрязнения биосферы в результате работ, проводимых на ЗНС, являются проливы топлива и выбросы в атмосферу продуктов сгорания.

В работе в качестве метода очистки выбросов используется метод термической нейтрализации, основанный на высокотемпературном сжигании. В результате происходит очистка газов, от легко окисляемых, токсичных и сильно пахнущих веществ. Несмотря на то, что данный метод имеет ряд преимуществ:

- Небольшие габариты установки
- Простота обслуживания
- Противопожарную автоматику
- Низкую себестоимость очистки и т.д.

Однако имеются ряд недостатков:

- Выбрасывание в атмосферу большого количества загрязняющих веществ во время работы аппаратов нейтрализации паров и промышленных стоков ракетного топлива – это загрязняющие вещества разных классов опасности НДМГ, продукты его деструкции, сернистый ангидрид и т.д.

Превышение ПДКмг обычно происходит по NOx, NO, CO2, CO. Для уменьшения количества выбросов загрязнения веществ в атмосферу нами предлагается дополнительно использовать дожигатель для передвижных агрегатов утилизации паров и промышленных стоков.

Для расчёта концентрации продуктов сгорания использовался программный комплекс АСТРА-14 (6 категорий расчетов).

Результаты исследований показали эффективность использования дожигателя для очистки паров и промышленных стоков.

Математическое моделирование распространения звука по дыхательным путям при использовании различных дыхательных газовых смесей

Астафьева С.Н.
Научный руководитель — д.т.н. Дьяченко А.И.
ГНЦ РФ–ИМБП РАН, Москва

Одной из важных задач авиационной, космической и морской медицины является исследование функционального состояния дыхательной системы человека. Состояние изменяется, если человек находится в измененной газовой среде, и может даже привести к развитию заболеваний.

Для оценки состояния дыхательной системы человека предлагается использовать методы регистрации и анализа трахеальных дыхательных шумов, которые возникают в процессе дыхания [1]. Для такого анализа необходимо понимать механизмы происхождения трахеальных дыхательных шумов.

Цель данной работы заключалась в разработке математической модели генерации и распространения звуков по дыхательным путям человека в условиях измененной газовой среды.

В основу геометрии разработанной модели легла ассиметричная модель дыхательных путей, описанная K.Horsfield [2]. Каждый сегмент бронхиального дерева был представлен в виде Т-образной эквивалентной схемы малого отрезка трубы, в пределах которого площадь поперечного сечения принимается равной постоянной величине [3].

С помощью модели были получены кривые зависимости мощности звука от дыхательного потока на вдохе и выдохе при различных дыхательных газовых смесях (ДГС). Рассмотрены нормоксические ДГС, созданные на основе гелия, криптона, ксенона и SF6.

Далее предполагается провести валидацию модели в исследовании с участием испытателей-добровольцев путем сопоставления расчетных и экспериментальных зависимостей мощности и спектров трахеальных дыхательных шумов от скорости дыхательного потока и состава ДГС.

Сопоставление результатов математического моделирования дыхательных шумов и экспериментальных исследований позволят получить новые данные о механизмах влияния скорости дыхательного потока и ДГС на генерацию трахеальных дыхательных шумов с учетом параметров используемой газовой смеси: состав, плотность, вязкость.

Список использованных источников:

1. Коренбаум В.И., Почекутова И.А. Акустико-биомеханические взаимосвязи в формировании шумов форсированного выдоха человека. Владивосток: Дальнаука, 2006.

2. K. Horsfield, G. Dart, D. E. Olson, G. F. Filley, and G. Cumming, “Models of the human bronchial tree,” J. Appl. Physiol., vol. 31, pp. 207–217, 1971.

3. G. Fant, Acoustic Theory of Speech Production. Paris, France: Mouton, 1970.

Оценка риска здоровью населения в зоне воздействия выбросов автотранспорта

Афлятунова Г.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.

Московский Политех, Москва

Результатом негативного воздействия выбросов автотранспорта на жителей мегаполиса является появление патологий дыхательной, кровеносной системы, а также повышенный риск онкологических заболеваний.

Оценка такого негативного воздействия была проведена в 2020 году в период до и после объявления карантина по коронавирусу. Для исследования был выбран Восточный округ г. Москвы, в котором наиболее корректно можно выделить автотранспортную составляющую в виду отсутствия крупных предприятий. Магистрали, расположенные в округе, были разделены на четыре вида: магистральные дороги скоростного движения с интенсивностью 1200 ед/ч на полосу (Щелковское шоссе), магистральные улицы общегородского назначения с такой же интенсивностью движения (шоссе Энтузиастов), улицы районного значения с интенсивностью 500 ед/ч на полосу (проспект Буденного), улицы и дороги местного значения с интенсивностью 200 ед/ч на полосу (Щербаковская ул.). Результатом исследования явилась оценка канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающего в зоне действия магистралей.

Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск CR определяли по формуле: CR = АДД x SF,

где АДД – средняя суточная доза в течение жизни, мг/(кг х день);

SF – фактор канцерогенного потенциала, показывающий степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена, (мг/(кг х день)$^{-1}$.

Неканцерогенный риск оценивали на основе расчета коэффициента опасности HQ по формуле: HQ = AC/RfC,

где АС – средняя концентрация, мг/м^3;

RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м^3.

Анализ концентраций канцерогенных веществ на автомагистралях (бензапирен, сажа, формальдегид) показал, что они зависят от автотранспортной нагрузки, но даже при ее максимальных значениях более чем в три раза превышают ПДК атмосферного воздуха на территориях придорожных полос. Величина индивидуального канцерогенного риска превышает безопасный порог риска, принятый для России (1x10^{-4}). Однако в период снижения автотранспортной нагрузки, связанной с пандемией, величина индивидуального канцерогенного риска снижалась и не превышала 1x10^{-5}.

Оценка неканцерогенного риска, проведенная по основным загрязнителям воздуха, ассоциированным с автотранспортом (CO, SO2, NO, NO2, сажа, формальдегид, бензапирен) показала, что минимальные показатели вероятного времени наступления эффектов хронического воздействия находятся на уровне, близком к опасному (20 – 25 лет).

Список использованных источников:

1. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 400 с.

2. Дмитренко В.П., Сотникова Е.В., Кривошеин Д.А. Экологическая безопасность в техносфере: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2016.- 524 с.

3. Сотникова Е.В., Сорокин А.Е., Булычев С.Н., Калпина Н.Ю. Совершенствование экологического мониторинга на транспорте СТИН. 2020. № 11. С. 38-40.

4. Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю., Иванова К.С. Нормирование антропогенных воздействий на техносферу: Учебное пособие. Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ). Москва, 2011.

Разработка автоматической страховочной системы при использовании метода компьютерной динамической стабилометрии на устойчивость в длительных пилотируемых космических полетов

Баранов М.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.

МАИ, Москва

В связи с изменением силы тяжести нарушается согласованное взаимодействие сенсорных систем, обеспечивающих процесс двигательного управления, значительные сдвиги возникают в состоянии исполнительного мышечного аппарата. Компьютерная динамическая стабилометрия (КДС) широко используется для оценки контроля измененного баланса. Испытания количественно оцениваются с использованием баллов равновесия (ES), которые варьируются от нуля до 100, как убывающая функция от максимального угла качания. Проблема состоит в том, как лучше всего моделировать и анализировать контроль равновесия. ES часто показывает искаженное распределение в повторных испытаниях, что может привести к неверному выводу. Кроме того, испытания КДС прекращаются, когда пациент теряет баланс.

Существенную роль в эффективности поддержания вертикальной позы играет состояние эффекторных органов, призванных исполнять центральные программы и обеспечивать равновесие тела. Устранение или резкое снижение гравитационной нагрузки существенно изменяет функционирование практически всех перечисленных выше систем. Как показали ранее проведенные медико-биологические эксперименты, нарушение вертикальной устойчивости является постоянным спутником космических полётов.

Основные задачи данного КЭ составляют:

• Изучение характеристик ответов на возмущения, выводящие тело из состояния равновесия.

• Разработка автоматической страховочной системы с целью увеличения контроля безопасности для испытателей в сложных компьютерных тестах, описывающихся как математическая функция варьирования центра давления.

Список использованных источников:

1. A Statistical Model for Interpreting Computerized Dynamic Posturography Data Alan H. Feiveson*, E. Jeffrey Metter, and William H. Paloski, Member, IEEE.

2. Баранов М.С., «Разработка синхронизации сигнала с Equitest на миограф при оценке вертикальной устойчивости человека до и после космических полётов». Сборник трудов XIII всероссийской научно-технической студенческой школы-семинара «Аэрокосмическая декада».

Влияние процессов применения ракетно-космической техники с топливом на основе нефти на окружающую среду, в том числе при авариях

Батиков А.А.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Гончар А.Г.

МАИ, Москва

Эксплуатация ракетно-космической техники несет в себе много опасностей. Одна из таких опасностей – применение токсичного топлива, которое может негативно влиять на окружающую среду.

Для оценивания динамики количества компонентов ракетного топлива (далее – КРТ) на основе нефти, применяемого при запусках космических аппаратов, рассмотрен период с 2009 по 2019 год. В этот период с космодромов, эксплуатируемых Россией, осуществлялись пуски различных модификаций ракет космического назначения (далее – РКН) на базе РН «Союз» и РН «Зенит», использующих ракетное топливо на основе нефти.

Начиная с 2015 года наблюдается рост пусковой деятельности, и судя по планам ГК «Роскосмос», в последующие годы количество пусков также будет увеличиваться. Кроме всего прочего, это приведёт, с одной стороны, к возрастанию риска получения некондиционных КРТ, а с другой, к росту объемов потенциально опасных КРТ для окружающей среды.

Согласно эксплуатационной документации на КРТ типа керосин, они имеют ограниченный срок годности (например, нафтил – 6 лет, а Т-1 – 5 лет), который может быть продлен по результатам экспертизы. Но как быть с тем топливом, которое будет признано некондиционным? На данный вопрос в руководствах по эксплуатации ответа нет.

В статье представлены основные результаты рассмотрения пусков РКН с компонентами топлива керосин-кислород и оценивания аварийных ситуаций в части воздействия на окружающую среду использовавшихся компонентов топлива, а также результаты анализа влияния керосина на окружающую среду и возможные варианты решений по минимизации такого воздействия при возможных проливах КРТ.

Оценка деятельности предприятия АО «НПЦ газотурбостроения "Салют"» как источника загрязнения атмосферы

Бойцов Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.

МАИ, Москва

Промышленные предприятия являются одним из наиболее значимых источников загрязнения атмосферного воздуха. В связи с этим весьма актуальным представлялось провести анализ выбросов основных участков предприятия, который показал, что наиболее широкий спектр загрязняющих веществ в выбросах дают механосборочный участок и литейный цех. Для очистки выбросов используются циклоны, которые, как известно, задерживают пыль и не задерживают токсичные газы. Наибольшая доля выбросов

приходится на электросварочное отделение, где образуются оксиды металлов в виде аэрозолей, в числе которых канцероген первой группы – шестивалентный хром, а также токсичные газы – диоксид азота, фтористый водород, тетраэтилсвинец, способные вызвать у человека необратимые последствия в организме.

На предприятии используется сварка под флюсом с двумя типами электродов, а для очистки воздуха рабочей зоны используется удлиненный щелевидный отсос, который не обеспечивает защиты атмосферного воздуха на промплощадке предприятия.

В связи с этим предложено использовать новое устройство для очистки воздуха как внутри, так и вне помещения. Очистка от аэрозолей и токсичных газов в этом устройстве осуществляется в орошаемой насадке, выполненной из пластин пористой пластмассы, в которой сформированы воздушные каналы. В ней осуществляется мокрая очистка обрабатываемого воздуха, после чего вода с загрязняющими веществами попадает в водяной бак, где создается кислая среда вследствие выбросов при сварке диоксида азота, углекислого газа и др. Для ее нейтрализации используются дешевые реагенты (бикарбонат натрия и перманганат калия), что позволяет использовать орошающую воду в течение рабочей смены. Расчет интегральной балльной оценки тяжести труда показал, что после внедрения установки произойдет ее снижение с третьей категории до второй: в производственном помещении станет прохладнее и снизится показатель запыленности и загазованности рабочей зоны.

Список использованных источников:

1. Михайлов В.А., Сотникова Е.В. Энергосберегающая цеховая защита воздушной среды участка электросварочных работ. Безопасность жизнедеятельности, 2015, №4 (172), С.3 – 10

2. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Экологичные системы защиты воздушной среды объектов автотранспортного комплекса. ИНФРА-М, Москва, Сер. Высшее образование, Бакалавриат, 2018.

3. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. Энергосберегающая защита оператора от воздействия вредных факторов при выполнении паяльно- сварочных работ в помещении ограниченного объема. Безопасность жизнедеятельности 2018, №12 (216), С.3-10

4. Михайлов В.А., Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю. К вопросу повышения качества воздуха в кондиционируемых производственных помещениях. Безопасность жизнедеятельности, 2020, №6 (234), С.13 – 20.

Изменение почвенного покрова в результате влияния космической деятельности на территории космодромов

Верховская Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.

МАИ, Москва

В представленном докладе автором исследовалась статистика повышения экологических рисков космической деятельности. Формирование глобальной информационной среды потребовало активного освоения околоземного космического пространства, а растущая при этом активность космической деятельности значительно повысила глобальные сочетанные риски антропогенного воздействия на биосферу и околоземную космическую среду.

Особое внимание автор уделяет анализу экологических рисков изменения почвенного слоя при наземном обслуживании космической техники и эксплуатации действующего космодрома.

Сложные системы космического комплекса, такие как: стартовые площадки, хранилища компонентов ракетного топлива, службы обеспечения, обслуживания и логистики космической техники представляют собой источники повышенной экологической опасности. Причем экологические риски достаточно высоки как при наземном обслуживании, так и при осуществлении запуска ракет-носителей, даже без учета возможных нештатных ситуаций.

Автор подчеркивает, что источником повышенной экологической опасности является не только сам комплекс технических служб космодрома, но и обширные территории траекторий запусков ракет-носителей, на которых осуществляются падения отделяемых частей ракет-носителей с остатками ракетного топлива. Вследствие этого комплексное загрязнение сред высокоопасными химическими, физическими, механическими компонентами геотехнических систем космодромов приводит к деградации почв и ухудшению качества природной среды больших территорий.

В результате проведенного анализа автором приводятся предпочтительные направлений развития эко-инноваций, в которых безотлагательно требуется вести активный научный поиск природоподобных технологий, позволяющих существенно снизить негативное воздействие на почвенный покров территорий в непосредственной близости к действующему космодрому и траекториям запуска ракет-носителей.

Список использованных источников:

1. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е., Новиков С.В., Введение в экологию аэрокосмической отрасли. Учебник.-/Калуга: Издательство «Эйдас», 2016. - 320с.

2. Голов Р.С., Сорокин А.Е., Метеко Л.Б., Замковой А.В., Мыльник А.В., Экологические основы кластерной стратегии в аэрокосмической отрасли:Монография – М.:Издателько-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2020. —295с.

3. 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.

4. Ващенко И.М. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии./ сост.: Ващенко И.М.; Издательство «Прометей», 2013.

5. Автухович И.Е. Индуцированная фиторемедиация как экстенсивный метод восстановления загрязненных почв и грунтов//Агрохимический вестник, 2010, №2.– С.39-40.

Многокритериальная оценка перспектив использования перовскитных материалов в авиационных энергоустановках на основе солнечных батарей

Гвоздкова Ю.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горбачев С.И.

МАИ, Москва

Одним из ключевых факторов, определяющих технико-экономическую эффективность и экологическую безопасность энергоустановок на основе солнечных батарей является вид материалов, из которых создается их активный слой [1, 2]. В таком слое происходит фотовольтаическое преобразование энергии Солнца в электричество. Для его создания используют различные типы кремния, теллурид кадмия, арсенид галлия, медь, селен, индий, галлий, некоторые органические со-единения и перовскиты (ABX3: A – одновалентный катион), B – двухвалентный металл-ион (Pb2+, Sn2+, Ge2+ и др.), X – одновалентный анион. При исследовании перспектив фотоэлектрических энергоустановок в летательных аппаратах (ЛА) было установлено, что их целесообразно встраивать только в системы бортового питания ЛА или покрывать ими легкие самолеты, не развивающие в полетах больших скоростей [2, 3]. В связи с тем, что одним из основных конкурентных преимуществ энергетической установки при ее использовании в авиации и космонавтике является малый вес, полезно оценить возможность замещения традиционного авиационного топлива тонкопленочными фотоэлементами (ТФ) с толщиной активного слоя от 100 нм до 1,5 мкм. Активный слой ТФ чаще всего изготавливают из теллурида кадмия (CdTe), диселенида меди-индия-галлия (CIGS, $CuInxGa(1-x)Se2$, $0 \leq x \leq 1$) и некоторых видов кремния. [2, 4]. К перспективным материалам тонкопленочной фотовольтаики относятся органические полупроводники и перовскиты, позволяющие создавать дешевые, легкие, прочные, гибкие, полупрозрачные ультратонкие фотоэлементы (толщиной около 100 нм и менее) [2, 4-6]. Главным недостатком органических и перовскитных фотоэлектрических ячеек является их

нестабильность и деградация, проявляющиеся в быстром уменьшении КПД таких устройств в условиях воздействия атмосферной влажности, УФ-излучения и повышенных температур.Основное преимущество перовскитных солнечных батарей (СБ) над органическими заключается в их более высокой эффективности (около 18% для модуля площадью 804 см2), сравнимой с КПД СБ на основе мультикристаллического кремния и ТФ на основе CdTe и CIGS [4, 7]. Однако указанные значения эффективности были получены для фотоэлектрических преобразователей, созданных на основе перовскитов, содержащих свинец и поэтому не являющихся экологически безопасными. В настоящее время нет единого экспертного мнения о том, какие материалы для авиационных энергоустановок на основе солнечных батарей являются наиболее предпочтительными.Целью данного исследования стала разработка методики многокритериального сравнительного анализа жизненных циклов перовскитных материалов, на основе которых можно создавать фотоэлементы для авиации и космонавтики. Указанная методика реализована с помощью метода анализа иерархий с уровнями цели, экспертов, критериев и решений, метода Монте-Карло и компьютерной про-граммы, написанной на VBA для приложения MS Excel 2010 [2, 8]. Разработанный подход позволяет моделировать характеристики конкурентоспособных ТФ на основе перовскитов с учетом экологических и иных предпочтений.

Список использованных источников:

1. Гвоздкова И.А., Паращук Д.Ю. Солнечная энергетика: подрастающий игрок // Химия и жизнь. 2007. № 3. С. 6-9.

2. Гвоздкова Ю.Д, Гвоздкова И.А. Многокритериальная экологоориентированная оценка энергоустановок на основе фотоэлементов с раз-личным материалом активного слоя // Строительство и техногенная без-опасность. 2019. № 17(69). С. 89-101.

3. Гвоздкова И.А., Гвоздкова Ю.Д. Оценка перспектив замещения традиционного авиационного топлива солнечными батареями // Актуаль-ные проблемы управления – 2018. Материалы 23-й Международной науч-но-практической конференции. М.: Государственный университет управ-ления. 2019. Вып. 2. С. 137 – 141.

4. Photovoltaics Report. 16 September 2020. URL: https://www.ise.fraunhofer.de (дата обращения 10.12.2020).

5. Вильданова М.Ф., Никольская А.Б., Козлов С.С., Шевалеевский О.И., Ларина Л.Л. Влияние допирования ионами калия на эффективность и стабильность перовскитных солнечных элементов // Возобновляемые ис-точники энергии. Материалы Всероссийской научной конференции с меж-дународным участием и XI научной молодежной школы: 3 – 6 декабря 2018 г., Москва. М.: МАКС Пресс. 2018. С. 24 – 31.

6. Гвоздкова Ю.Д., Горбачев С.И. Многокритериальный анализ при выборе органических материалов для авиационных энергоисточников на основе солнечных батарей // 18-я Международная конференция "Авиация и космонавтика - 2019". Тезисы. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). 2019. С. 182-183.

7. Green M.A., Dunlop E.D., Hohl-Ebinger J., Yoshita M., Kopidakis N., Hao X. Solar cell efficiency tables (version 57) // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. 2020. pp. 1–13.

8. Гвоздкова Ю.Д., Гвоздкова И.А., Курочкин А.В., Черняев А.В. Информационная система оценки экологической безопасности авиационных материалов и технологий методом анализа иерархий // Информационные технологии. 2019. Т. 25. №3. С. 185 – 192.

Разработка системы терморегулирования космической орбитальной станции повышенной надежности и экономичности

Гильфанов Ш.Э.

Научный руководитель — к.т.н. Алтунин К.В.

КНИТУ–КАИ, Казань

Системы терморегулирования космических аппаратов известны уже несколько десятков лет. В настоящее время в связи с дальнейшим освоением космического пространства возникает необходимость в создании новых и совершенствовании существующих систем

терморегулирования космических станций и аппаратов. Также необходимо разрабатывать наиболее надежные схемы систем терморегулирования, которые смогли бы эффективно обеспечивать поддержание баланса между получаемой тепловой энергией и её отдачей, перераспределение тепловой энергии между конструкциями аппарата.

В докладе представлена новая система терморегулирования космической орбитальной станции.

Проведен анализ источников информации по теме исследования, а также патентный поиск за несколько лет по нескольким странам мира.

В общем, разработанная система терморегулирования космической орбитальной станции имеет ряд достоинств, включая:

• Возможное применение резервных каланов подачи теплоносителей и резервных теплообменных аппаратов с целью повышения надежности системы отопления в космосе;

• Система может функционировать автономно (без участия человека);

• Применение электростатических полей для эффективной интенсификации теплоотдачи (известно, что активное воздействие электрических полей является эффективным способом интенсификации тепловых и массообменных процессов, поскольку позволяет повысить их интенсивность до 2-10 раз);

• Эффективный локальный прогрев отдельных участков орбитальной станции с целью повышения экономичности всей системы.

Предложенная система терморегулирования является высокоэффективной, надежной и экономичной.

Материалы доклада могут быть использованы при создании новых систем терморегулирования космических орбитальных станций XXI века.

Анализ гигиенической оценки шумового загрязнения окружающей среды

Дмитриева А.В.
ВНИИ ГОЧС (ФЦ), Москва

Шумовое загрязнение — одно из самых разрушительных воздействий на окружающую среду в современных городах, которое имеет серьезные последствия для здоровья населения. Хотя потеря слуха является широко известным следствием чрезмерного воздействия шума, но присутствие нежелательных звуков в окружающей среде, как было показано, влияет и на психическое здоровье, режим сна, физическое здоровье и влияет на обучение.

Новое исследование показывает, что производимый нами шум опасен и для животных. Всемирная организация здравоохранения ранее описывает антропогенный шум как одну из самых опасных форм загрязнения. [1]

Исследователи из Королевского университета в Белфасте провели первый всесторонний анализ воздействия человеческого шума, изучив звуки 31 вида животных. Исследователи обнаружили, что искусственный шум — например, уличное движение — заставляет диких животных менять способ общения. [2]

Шум в домах, общественных зданиях и на территории жилой застройки измеряют с целью контроля соответствия уровней шума нормам и оценки эффективности шумозащитных мероприятий. Измерять шум целесообразно одновременно несколькими шумомерами или последовательно, имея одну постоянную контрольную точку вблизи источника. Все показания заносятся в протокол регистрации шума, к которому так же прикладывают схему застройки с нанесенными точками измерения шума. Для транспортных шумов измерения проводят в часы «пик».[3]

Шум в помещениях измеряют не менее, чем в трех точках, удаленных на 1,2 м от ограждающих конструкций помещения. Если источник шума расположен внутри здания, при измерении шума окна и двери должны быть закрыты. Если источник шума находиться вне здания, то форточки и вентиляционные устройства в окнах должны быть открыты.

Распространение шума и уровни звука на территории жилой застройки зависят от характера и особенностей самих источников шума, а также от множества других факторов

городской среды, которые входят в градостроительные решения по планировке, застройке, озеленению и бла-гоустройству. К этим факторам, оказывающим существенное влияние на шумовой режим, относятся территориальные разрывы между источником шума и объектом, экранирующие препятствия, расположенные на пути распространения шума, поглощающие и отражающие звук поверхности городских территорий и зданий, звукоизолирующие свойства ограждаю-щих конструкций зданий и сооружений.[4]

В ходе исследования определены особенности шумовых загрязнений окружающей среды. Автором предлагается решать данную актуальную экологическую проблему путем применения современных технологий: дистанционного контроля экологической обстановки и компьютерного моделирования последствий шумового загрязнения. Так же предлагается способы по снижению звукового загрязнения для людей, проживающих в непосредственной близости от источника шума, а именно заменить старые приборы и оборудование; установить звукопоглощающие материалы, такие как изоляционные блоки, коврики или шторы; использовать средства защиты органов слуха.

Шумовое загрязнение, воздействие, экологическая обстановка

Список использованных источников:

1. Электронный ресурс: https://www.kpax.com/news/missoula-county/a-wilder-view-noise-pollution-impacting-wildlife (дата обращения 3.02.2021г.)

2. Электронный ресурс: https://www.qub.ac.uk/News/Allnews/Newresearchshowsnoisepollutionishamperingcommunicationofanumberofdifferentspecies.html (дата обращения 3.02.2021г)

3. Авиационный шум: специфические особенности биологического действия и защиты / Зинкин В.Н., Богомолов А.В. Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2012. Т. 46, № 2. С. 9-16.

4. Методические указания МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях», г. Москва, 2007 г.

5. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом [Электронный ресурс]: учебник / Н.И. Иванов.— М.: Логос, 2008 г.

Анализ методов обезвреживания сточных вод с компонентами высокотоксичного топлива

Доренская В.И.

Научный руководитель — профессор, д.б.н. Надежкина Е.В.

МАИ, Москва

Актуализация данного вопроса связана с экологической опасностью попадания токсичных топлив в окружающую природную среду (ОПС) и необходимостью повышения эффективности очистки проливов в процессе заправки, слива при эксплуатации изделий ракетно-космической техники (РКТ).

Основной целью очистки сточных вод на космодромах и промышленных предприятиях является - снижение нагрузки на очистных сооружениях.

В зависимости от количества сточных вод и состава загрязнений могут применяться различные методы очистки. Несимметричный диметилгидразин- компонент высокотоксичного ракетного топлива, является особо опасным веществом и относится к первому классу опасности. Это бесцветная прозрачная жидкость с резким запахом и температурой кипения 63 градуса по Цельсию; растворяется в воде и спиртах. При попадании в воду под влиянием естественных факторов, несимметричный диметилгидразин подвергается разложению на более токсичные, например: диметиламин первого класса опасности, тетраметилтетразен третьего класса опасности, диметилгидразон ацетальгида первого класса опасности. Учитывая высокую реакционную способность НДМГ, объективная оценка его влияния на состояние объектов окружающей среды и здоровье человека невозможна без учета вклада продуктов, образующихся при разложении диметилгидразина и, соответственно, понимания механизмов трансформации экотоксиканта

в природных экосистемах и биообъектах. Несимметричный диметилгидразин и компоненты его деструкции вызывают нарушения эндокринной системы, сердечно-сосудистой, а также оказывают влияние на почки, печень.

В данной работе анализируются существующие методы очистки промышленных стоков, содержащих несимметричный диметилгидразин, а также показана эффективность очистки от несимметричного диметилгидразина и его соединений на основе электрохимического окисления.

Разработка модели риск-ориентированного подхода к формированию отраслевого стандарта в области обеспечения безопасности и охраны труда

Ермакова Н.О., Кулаков М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чверткин А.Г.
МАИ, Москва

1. Разработка системы управления рисками в области бункеровки СПГ

Предложение по управлению рисками заключается в том, что основные приемы и методы по оценке риска и подготовке концепции предлагаются применять к каждому звену процесса бункеровки. Аппарат по внедрению будет заключаться и состоять в том, что процесс управления будет существенно упрощен за счет разбиения стадий процесса, проанализирован в части оценки риска и представлен в виде целой единой концепции производства.

Таким образом основными главами концепции будут установлены и закреплены направления деятельности для каждого из которых предлагается произведение расчета безопасности. Продуктом подготовки концепции станет разработка и внедрение системы управления рисками, когда все они будут определены и рассчитаны по наиболее вероятным сценариям. Область процесса управления должна постоянно пересматриваться на всех этапах управления, тем самым можно обеспечить рациональное распределение ресурсов на мероприятия по охране труда. Достигнутые результаты тем самым должны быть пересмотрены и цели поставлены с учетом проявления новых факторов или к тому моменту будут установлены новые требования, регламентирующие ту или иную деятельность.

Область применения в качестве руководства для подготовки локальных нормативных правовых актов компаний по сжижению и транспортировке природного газа.

Сфера распространения практических рекомендаций отражает (но не ограничивается) концепцию риск-ориентированного подхода к формированию системы и организации охраны труда в области бункеровки СПГ.

В ходе разработки были оценены параметры развития проектов на территории Российской Федерации, проведен структурный анализ в области Менеджмента Риска.

2. Место менеджмента техногенного риска в системе управления безопасностью труда

Организация, определяющая для себя приоритетом сохранения жизни и здоровья персонала, обеспечивающего технологические процессы, должна руководствоваться системой управления безопасностью труда.

При выборе основополагающих приемов и средств обеспечения безопасности необходимо производить качественную и количественную оценку риска производственных процессов. Тем самым разрабатывая для организации концепцию по управлению рисками организация решает вопросы, связанные с обеспечением комплексной охраны труда, а также устанавливая дополнительные требования к веществам, которые применяются при транспортировке углеводородов морским путем, что снижает вероятность возникновения аварии и происшествий, которые могут повлечь за собой непоправимый ущерб окружающей среде.

3. Разработка структуры менеджмента техногенного риска для объектов СПГ

Процесс управления рисками должен с одной стороны регламентировать целую систему процесса производства и транспортировки, а с другой стороны должен быть произведен расчет каждого отдельно взятого процесса.

Концепция должна отражать все процессы как единое целое в части управления рисками производства, при этом для каждого процесса должно быть разработано и подготовлено руководство по управлению рисками.

Процесс подготовки концепции составлен по принципу метода управления качеством Деминга и является замкнутым процессом, который подразумевает постоянное улучшение.

Концепция должна отражать основные риски производства, устанавливать приоритетные задачи по их снижению, закреплять основные требования.

Применение концепции должно быть осуществлено с учетом обеспеченности ресурсами и рационального вложения средств в мероприятия по охране труда и внедрению систем безопасности.

Процесс подготовки концепции основан на произведении расчетов рисков для каждого комплексного производственного процесса во взаимосвязи между собой и при смежных вопросах передачи энергии.

4. Подведение итогов проведенной работы, проверка достижения поставленных задач

Исследование показало, что на сегодняшний день, национальное законодательство пока не имеет полного удовлетворяющего списка технических требований к транспортировке СПГ морским путем.

В связи с тем, что отгрузка природного газа планируется не только для собственных нужд государства, но и для поставки на экспорт имеет место необходимость гармонизации национальных требований требованиям международного права.

Разработанный подход проиллюстрирован на примере анализа инвестиционных проектов ОАО «Газпром», с применением автоматизированных средств расчета вероятности наступления неблагоприятных событий.

Разработанная концепции и механизм ее реализации через разработку локальных нормативных актов организации на основе риск-ориентированного подхода позволит принимать решения, реализация которых повысит уровень промышленной безопасности не только объектов бункеровки СПГ, но и топливный энергетический комплекс (ТЭК) в целом.

Инновационные методы пылеподавления при добыче полезных ископаемых

Ефимова Ю.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва

В настоящее время Россия является одним из лидеров среди стран мира по запасам такого ценного ископаемого топлива как уголь. Последствия деятельности угольной промышленности – это не только загрязнение биосферы, но и негативное воздействие на человека. Его добыча, переработка и использование часто сопровождаются процессами пылеобразования и пылевыделения. При поступлении пыли более 58 кг/га в месяц наблюдается эффект угнетения жизнедеятельности большинства растений и животных. Подавление пыли важно не только с точки зрения защиты окружающей среды и здоровья сотрудников, но и с точки зрения сокращения простоя оборудования, снижения затрат на его обслуживание. Это требует изыскания новых способов и средств обеспыливания повышенной эффективности и надежности.

В мире ряд стран предлагают различные технологии и оборудование для решения проблемы с пылеподавлением в угольной промышленности. Это такие страны как: Австралия, США, Китай, Швейцария, Колумбия и другие. Уменьшение концентрации пыли в воздухе может осуществляться различными способами: с помощью систем туманообразования, фильтрования запыленного воздуха, вентиляции-удаление запыленного облака. Приведенные выше технологии обеспечивают различный охват площадей, позволяют экономить важный ресурс-воду, а также обеспечивают отличную эффективность снижения уровня пыли на 90-96%.

В России для подавления пыли при добыче угля используются следующие перспективные технологии:

• Гидрозабойка и гидрогелевая забойка

Описание технологии.

Внутренняя гидрозабойка скважин осуществляется помещением в них специальных ампул, наполненных водой (или гелем), либо полиэтиленового рукава.

Внешняя гидрозабойка производится путем установки над скважинами полиэтиленовых емкостей с водой или гелем, взрываемых на доли секунд раньше скважинных зарядов. Образующаяся водяная завеса позволяет уменьшить количество пыли в 1,5–2 раза.

Эффективна комбинированная водяная забойка, которая представляет собой объединение как внешней, так и внутренней забойки скважин. В зимний период возможно применять в качестве материала для забойки водные растворы солей NaCl и CaCl2.

Для уменьшения пылевыделения при массовых взрывах используется забойка скважин гидрогелем (состоит из аммиачной селитры, жидкого стекла и воды). С целью повышения эффективности пылегазоподавления в состав гидрогеля вводятся добавки минеральных солей, смыленных синтетических жирных кислот и парафина.

Достигаемые экологические преимущества.

Гидрозабойка позволяет снизить концентрацию пыли в пылегазовом облаке на 20–50%.

• Орошение и пылеподавление пеной

Условия и ограничения применения.

Данная технология может применяться при добыче угля подземным способом, при добыче угля открытым способом (на этапах буровзрывных работ и транспортировки угля конвейерным транспортом.

Описание технологии.

Способ характеризуется тем, что связывание и коагуляция пыли осуществляются в воздушном потоке аэрозоля, включающего воздухонаполненные водные (98%) пены, в состав которых входит поверхностно-активное вещество, представленное глицерином (0,2–0,4%), в качестве стабилизатора — олеиновой кислотой (0,8–1,2%) и содой каустической (0,4–0,6%), а пылеподавление осуществляется выдуванием раствора через сопла форсунки на запыленные поверхности.

Достигаемые экологические преимущества.

Эффективность пылеподавления пеной может достигать 90–98%. Применение пены для снижения содержания пыли в воздухе позволяет сократить расход воды.

Экономические аспекты внедрения.

Применение пены для снижения содержания пыли в воздухе требует использования специального оборудования (пеногенератора, воздушно-пенных стволов, арматуры) и материалов (олеиновой кислоты, каустической соды, глицерина).

Таким образом, пылеобразование является неблагоприятным фактором в угледобывающей промышленности, концентрация которой зависит от производственных операций, применяемой техники и реализации противопылевых мероприятий и технологий. Оно оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду, человека, которое приводит к возникновению заболеваний, которые невозможно вылечить. На основании этого необходимо создавать и реализовывать новые технологии, модернизировать уже имеющийся, перенимать опыт зарубежных стран для обеспечения нормальных условий труда и защиты природы. Вероятно, что в будущем технологии по пылеподавлению достигнут предела своего совершенства и угроза пыления при добыче угля исчезнет.

Список использованных источников:

1. Шаров, Н.А. Методы пылеподавления на угольных разрезах Крайнего Севера [Электронный ресурс].- URL: Методы пылеподавления на угольных разрезах Крайнего Севера (cyberleninka.ru) (дата обращения: 10.02.2021)

2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям добыча и обогащение угля [Электронный ресурс]. — URL: http://docs.cntd.ru/document/556173717 (дата обращения: 10.02.2021)

Расчет конструктивных элементов технологического днища промежуточного отсека РН «Ангара-А5» для экологической безопасности при транспортировании

Ефремченков И.С.
Научный руководитель — профессор, д.б.н. Надежкина Е.В.
МАИ, Москва

Космический ракетный комплекс «Ангара» — наиболее совершенный в мире космический комплекс, он более экологичный по сравнению с другими ракета-носителями.

Главная его задача — это выведение современных и перспективных космических аппаратов на различные орбиты и отлетные траектории.

Ракета-носитель «Ангара-А5» имеет массу выводимой полезной нагрузки для низкой опорной орбиты 24,5 т., для ГПО — 8 т., для ГСО — 5 т. Для сравнения: масса выводимой полезной нагрузки РН "Протон-М" на эти орбиты составляет 23,7 т., 6,35 т. и 3,7т. соответственно, поэтому со временем РН «Ангара-А5» заменит РН «Протон-М».

Транспортирование изделий один из основных этапов для обеспечения безопасности при эксплуатации ракетных комплексов. Как объект транспортирования ракета-носитель отличается рядом особенностей, это: большой вес и габариты, особенно длина, ограниченная способность корпуса воспринимать изгибающие моменты и ударные нагрузки, наличие аппаратуры, весьма чувствительной к перегрузкам.

Целью данной работы был расчет конструктивных элементов технологического днища для транспортирования промежуточного отсека РН «Ангара-А5» на техническую позицию.

Для транспортирования по железной дороге промежуточного отсека ракеты-носителя «Ангара-А5» от завода-изготовителя до технической позиции применяется технологическое днище промежуточного отсека. Оно представляет собой сварную конструкцию, которая состоит из корпуса и 5 кронштейнов, а также элементов крепления кронштейнов к корпусу.

Нами был произведен расчет некоторых конструктивных элементов технологического днища (расчет корпуса, кронштейнов, элементов крепления) и определен минимальный запас прочности.

Расчет корпуса технологического днища промежуточного отсека ракеты-носителя «Ангара-А5» был разбит на 2 этапа. На первом этапе определялись нагрузки на элементы крепления и сам корпус. Расчеты были проведены с использованием метода конечных элементов по программе "MSC/NASTRAN". На втором этапе проводился расчет на прочность корпуса технологического днища промежуточного отсека ракеты-носителя «Ангара-А5».

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что прочность отсека технологического переднего при перевозке обеспечена с коэффициентом запаса $\eta>1$.

Загрязнение механическим цехом обработки металла атмосферного воздуха и его негативное воздействие на здоровье человека

Ильина М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва

В представленной работе автор демонстрирует владение методами управления экологическими рисками, влияющими на здоровья людей при функционирования цеха механической обработки металлов.

Автором проводится детальный анализ технологических процессов механической обработки металлов характеризующихся большим количеством образования и выделения загрязняющих веществ, которые негативно сказываются на здоровье человека.

Особое внимание автор уделяет загрязнению атмосферы, что обусловлено спецификой производства, выделяющего в воздух тепло, металлическую и абразивную пыль, взвеси и аэрозоли содержащие масла и пары СОЖ. Описанная токсическая смесь, попадая в

вытяжную вентиляцию, несет высокие риски здоровью сотрудникам предприятия и жителям селитебных территорий находящихся в непосредственной близости к производственному предприятию.

Автор детально анализирует работу основных источников выделения загрязнений атмосферы: сверлильных, шлифовальных, фрезерных, заточных и полировальных станков, пыль от которых по своей массе состоит на 60–70 % из материала обрабатываемого изделия и на 30–40 % из материала абразивного круга и сопутствующих взвесей.

Автором особо выделяются процессы обработки металла с применением СОЖ, снижающие выбросы сухой металлической пыли, но значительно повышающие общий объем загрязнений в виде аэрозолей СОЖ содержащих металлоабразивную взвесь.

Для успешного процесса управления рисками автор проводит оценку объема выделяемых загрязнений в атмосферу, проводя расчеты, учитывающие заданные параметры объема и твердости обрабатываемого материала, диаметров и окружной скорости абразивных кругов, сверл и фрез.

По итогам проведенного анализа и расчета данных исследуемого производства, автором приводятся конкретные рекомендации по рациональной компоновки цеха, обновлению станкового парка, модернизации систем очистки воздуха и вытяжной вентиляции.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 32602-2014 Правила расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов на основе удельных показателей.

2. Метечко Л.Б., Вострикова С.М., Сорокин А.Е. Прикладные экологические расчеты. Анализ и расчет выбросов загрязняющих веществ производствами аэрокосмической отрасли: Учебное пособие – М.: Изд-во МАИ, 2018. –96 с.

3. Метечко Л.Б., Вострикова С.М., Сорокин А.Е. Прикладные экологические расчеты. Методики оценки экологических ущербов и определения эффективности природоохранных проектов Анализ и расчет выбросов загрязняющих веществ производствами аэрокосмической отрасли: Учебное пособие – М.: Изд-во МАИ, 2018. –100 с.

Учёт природных факторов для минимизации экологического риска при эксплуатации ракетно-космической техники

Кабардова А.Р.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.

МАИ, Москва

В представленном докладе автором демонстрируются эффективные приемы управления экологическими рисками воздействия ракетно-космической техники (РКТ) на окружающую среду при осуществлении запуска ракет-носителей, включающие химические и физические загрязнения атмосферного воздуха, почвенного слоя и открытых водных объектов.

Особое внимание в своем исследовании автор уделяет анализу природных факторов территории осуществления запуска ракеты-носителя (РН). Поскольку различные природные особенности климата, географического положения и ландшафта местности способны усугублять и аккумулировать или ослаблять и нейтрализовывать сочетанные негативные последствия на окружающую среду.

Наиболее детально проведен анализ диффузии осаждения стартового облака в условиях сниженной инверсии воздуха и отсутствия горизонтального смешения при низких температурах и отсутствии осадков. Подробно изучены воздействия горных ландшафтов с высокой степенью неровностей рельефа, наличием оврагов, каньонов, низин и пористых горных пород.

В заключение автором сделаны выводы по результатам исследования и анализа экологических рисков в зависимости от природных, ландшафтных и географических факторов, из которых можно осуществить выбор наиболее безопасных в экологическом отношении территорий для стартовых площадок космодромов в случае возможности такого выбора.

В случае уже действующего космодрома, при планировании запуска РН автор рекомендует учитывать метеорологические факторы и предлагает благоприятные и наиболее оптимальные сочетания погодных условий, которые способны минимизировать негативное воздействие запуска изделий РКТ на природную среду.

Список использованных источников:

1. Ладыгина Л. Ф., Галуцкая Т. В., Рагозина М. А. Экологические проблемы космической деятельности: воздействие ракетно-космической техники на окружающую природную среду 2013 г. [электронный ресурс] режим доступа URL https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fcyberleninka.ru%2Farticle%2Fn%2Fekologicheskie-problemy-kosmicheskoy-deyatelnosti-vozdeystvie-raketno-kosmicheskoy-tehniki-na-okruzhayuschuyu-prirodnuyu-sredu%2Fviewer&cc_key=

2. Голов Р.С., Сорокин А.Е., Метеко Л.Б., Замковой А.В., Мыльник А.В., Экологические основы кластерной стратегии в аэрокосмической отрасли:Монография – М.:Издателько-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2020.-295с.

3. Юшков А.В Экологические проблемы космодромов мира 27.04.2015 [электронный ресурс] режим доступа URL https://revolution.allbest.ru/ecology/00546086_0.html

4. ГОСТ Р 52985-2008 Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования

Графен - источник бесконечной энергии

Кичук А.В.

Научный руководитель — профессор, Смирнов В.Г.

МАИ, Москва

Графен – материал с удивительными свойствами. Возможности применения его ещё до конца не изучены. Он состоит из слоёв атома углерода, собранных в гексагональную решётку. Его реальный образец удалось получить только в 2005 году. И за прошедшие 15 лет ученые открыли много уникальных свойств графена. Например, при смещениее решётки одного слоя графена относительно другого на определённый угол двухслойная графеновая структура становится сверх проводящей.

А в октябре 2020 года ученые из университета Арканзаса опубликовали новую работу, в которой показали, что графен можно использовать в качестве источника энергии. Тепловые колебания атомов графена удалось использовать для получения тока в цепи. Данная разработка опровергла утверждение Фейнмана о том, что броуновское движение невозможно использовать для полезной работы.

Графен представляет собой слой графита толщиной в один атом. Изучая множество свойств графена, ученые решили посмотреть, как ведёт себя свободный слой. Выяснилось, что атомы в мембране графена вибрируют и время от времени выпуклые участки мембраны переворачиваются и становятся вогнутыми. Если подвести электрод к выпукой части графена, то получится небольшое смещающее напряжение. Если с обратной стороны мембраны подвести ещё один электрод, то получается такое же напряжение, когда выпуклый участок становится вогнутым.

Размер образца, представленный в презентации равен 10х10 микрон. На булавочной головке можно разместить около 10 тысяч таких образцов, но даже площадь 10х10 микрон производит 10 микроватт непрерывного электричества.

Учёные собрали электросхему с двумя диодами. Между электродами разместили графен. Из-за тепловых колебаний атомов слой графена касается электродов, далее часть заряда перетекает на электроды, создавая электрический потенциал. В результате этого в цепи возникает переменный электрический ток, который можно использовать для подключения полезной нагрузки.

Плюсы и минусы данной разработки:

Из минусов открытой технологии, можно отнести тот факт, что количество вырабатываемой энергии пока чрезвычайно мало. Однако увеличивая площадь

колеблющейся графеновой пленки можно увеличить количество энергии, что является потенциальным положительным свойством. Но самым главным плюсом является бесконечная работоспособность технологии.

Перспектива

В будущем подобные генераторы можно будет использовать для небольших электронных устройств, например, для кардиостимуляторов, слуховых аппаратов, наручных часов и другую мелкую бытовую технику. Это ключевой момент, когда людям уже не придётся менять и выкидывать использованную батарейку; тратить лишние деньги и тем более загрязнять окружающую среду.

Компоновка космических баз на поверхности небесных тел

Клименко И.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рожнов В.Ф.
МАИ, Москва

В обозримом будущем мечта человечества о космической экспансии сможет материализоваться. Уже сегодня развитые страны и частные компании намерены начать освоение Луны и Марса, создавая различные исследовательские программы с долгосрочной перспективой. У нашей страны в том числе имеются планы по доставке человека на поверхность Луны, а также последующей постройке на южном полюсе долговременной обитаемой базы.

Отличительной особенностью таких баз на поверхности других планет является их автономность, отсутствие возможности оказания с Земли быстрой помощи в случае возникновения аварийной обстановки, поскольку путь до Луны, а до более отдаленных планет и вовсе исчисляется днями или даже месяцами при нынешних средствах доставки.

При проработке концептов возникают проблемы обеспечения обитаемости, радиационной, пожарной и микрометеоритной безопасности, а также надежного функционирования всех систем. Еще одним вопросом является выбор источников электропитания, которые имели бы достаточный ресурс и надежность для поддержания элементов регенеративной системы жизнеобеспечения, системы обеспечения температурного, светового и влажного режима среды обитания.

В условиях отсутствия возможности частого использования транспортных (грузовых) кораблей неизбежно встает вопрос о создании витаминной оранжереи.

В данной работе представлена методика выбора проектных решений и расчета различных вариантов компоновки космических баз с проработанной витаминной оранжереей и всех ее основных систем. Так как на сегодняшний день существует множество различных концептов космических баз, то в работе были оценены наиболее жизнеспособные варианты.

В качестве основных критериев при сопоставительном анализе различных вариантов инфраструктуры базы предполагалось использовать инженерно-техническую эффективность и стоимость её содержания при одинаковом уровне обеспечения безопасности экипажа. В оценку также входили удобство экипажа, защищенность от микрометеоритов и ионизирующего излучения, дублируемость и максимум полезного объема.

Предполагается, что долговременная обитаемая база будет иметь как минимум витаминную оранжерею. Она будет обеспечивать членов экипажа свежей зеленью с хорошо усвояемыми витаминами и пищевыми волокнами, оказывать психофизиологическую поддержку в условиях длительной космической экспедиции, а также входить в комплекс регенерационных систем жизнеобеспечения экипажей, улучшая среду обитания.

В результате проведенного анализа различных концептов космических баз был выделен вариант, наилучшим образом удовлетворяющий всем поставленным критериям. Выдвинутая концепция в перспективе может послужить основой для проектирования будущих космических баз на поверхности других планет.

Направления обеспечения экологической безопасности приаэродромных территорий

Колосов П.К.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сотникова Е.В.
МАИ, Москва

Первоочередной задачей обеспечения экологической безопасности является снижение рисков здоровью населения и создание благоприятной среды обитания. Негативное воздействие объектов гражданской авиации на прилегающие территории проявляется в химической и физической форме. Это загрязнение атмосферы, гидросферы, почв, шумовое, электромагнитное, тепловое и вибрационное воздействие. К основным источникам загрязнения биосферы относятся двигатели воздушных судов; спецмашины; автотранспорт; котельные; мойка техники. В атмосферу выбрасывается более 55 различных веществ, в числе которых оксиды азота, углерода, углеводороды, бензапирен, бензол, сажа, и другие вещества. При неблагоприятных метеорологических условиях (температурная инверсия, туман, сильный устойчивый ветер со стороны аэродрома) концентрация загрязнений в атмосферном воздухе жилых районов прилегающих территорий значительно возрастает, превышая допустимые уровни в десятки раз. У населения возникают признаки неожиданного ухудшения здоровья, которые проявляются в виде одышки, спастического кашля, сердцебиения, тошноты. Однако ведущим вредным фактором среды обитания является шум. При его воздействии на организм повреждается центральная нервная система, что проявляется раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, расстройством сна, замедлением скорости психических реакций.

В целях охраны атмосферного воздуха от загрязнения устанавливают расчетные санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны санитарных разрывов, в которых проводится экологический мониторинг шума и выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Расширение мегаполисов приводит к тому, что ранее находившиеся за городом аэропорты оказываются в зоне жилой застройки. Так, в районе аэропорта Шереметьево в настоящее время 18 застройщиков ведут строительство 22 новых жилых комплексов, часть которых уже сдана в эксплуатацию. Ближайшая зона жилой застройки расположена в 1,5 км от аэропорта.

В связи с этим целесообразно устанавливать отдельно нормативы размера СЗЗ и нормативы зон регулируемой застройки (зон «акустического дискомфорта») приаэродромной территории по шуму. Критерием при установлении размеров СЗЗ целесообразно использовать величину эквивалентного уровня шума, а не максимального. Учет максимальных уровней шума в составе проектов СЗЗ можно осуществлять в виде «зон регулируемой застройки» по фактору авиационный шум для разработки противошумных мероприятий.

Сточные воды аэропортов влияют на гидросферу. Их разделяют на бытовые, технологические воды, которые сбрасываются в городской коллектор, и поверхностный (ливневый) сток. Последний проходит через очистные сооружения и поступает в водотоки. Загрязнителями поверхностного стока являются нефтепродукты, которые попадают в него в результате утечки топлива при заправке, транспортировке и хранении. Также это моющие, антиобледенительные, против гололёдные, дезинфицирующие и другие вещества. Поверхностный сток проходит очистные сооружения механической и сорбционной очистки. Так, в аэропорте Шереметьево сточные воды после очистки через 9 выпусков сбрасываются в реки Клязьму и Альбу. Однако, концентрации загрязнений в месте сброса превышают рыбохозяйственные нормативы воды. Возможными причинами экологического нарушения являются утечки мазута на грунт, несвоевременный ремонт очистного оборудования и недостаточно эффективное фильтрующая загрузка.

Список использованных источников:

1. Дмитренко В.П., Сотникова Е.В., Кривошеин Д.А. Экологическая безопасность в техносфере: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2016.- 524 с.

2. Коробова О.С., Филиппова Д.В. Горный информационно-аналитический бюллетень 2017. №5
3. Экологические отчеты ОАО Международный аэропорт «Шереметьево» за 2012–2014 гг.
4. Картышев О.А., Николайкин Н.И. Проекты санитарно-защитных зон аэропортов. Научный Вестник МГТУ ГА. Том 20.

Анализ эколого-экономического эффективности от внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) на производственных и эксплуатационных предприятиях аэрокосмической отрасли

Комаров О.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва

В представленном докладе автор исследует порядок и особенности практики внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) на производственных предприятиях Российской Федерации.

НДТ в нашей стране не имеют обязательной юридической силы, но уровни эмиссий, которые соответствуют критериям отнесения объектов к необходимости применения НДТ, создают базу для формирования условий нормирования в сфере экологии и законодательно закрепляются за производственным предприятием как обязательные к исполнению.

В докладе осуществляется анализ новой для России формы перехода предприятий к нормированию загрязнений по принципам НДТ и ее эффективности с точки зрения обеспечения экологической безопасности в процессе промышленного производства и эксплуатации изделий.

Особое внимание автор уделяет анализу эколого-экономической эффективности от внедрения НДТ на производственных и эксплуатационных предприятиях Российской аэрокосмической отрасли и оценке характера различий при сравнении зарубежного и отечественного опыта в этом направлении.

Акцент делается на различии подходов к оценке экономической эффективности, исходящей из годовых эксплуатационных затрат в рублях на тонну снижения годовых выбросов, сбросов и размещения отходов (руб./т).

В заключении автор делает выводы о том, что производственный экологический контроль в России становится доминирующим индикатором экологической составляющей любого предприятия, а внедрение НДТ приводит к выходу промышленного объекта из категории несущего особые экологические риски для окружающей среды. Таким образом результаты внедрения наилучших доступных технологий на Российских предприятиях аэрокосмической отрасли несомненно обеспечивают выполнение условий достижения целей устойчивого развития.

Список использованных источников:

1. Метечко Л.Б. Экология для инженерно-экономических и технических вузов. Учебное пособие. – Саарбрюкен, Германия, Lap Lambert Academic Publishing, 2013. — 520 с.
2. Метечко Л.Б., Сорокин А.Е., Новиков С.В., Введение в экологию аэрокосмической отрасли. Учебник.-/Калуга: Издательство «Эйдас», 2016. — 320с.
3. Голов Р.С., Сорокин А.Е., Метеко Л.Б., Замковой А.В., Мыльник А.В., Экологические основы кластерной стратегии в аэрокосмической отрасли:Монография — М.:Издателько-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2020. — 95с.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года №2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»
5. ГОСТ Р 56828.32-2017 Наилучшие доступные технологии. Ресурсосбережение. Методологии идентификации

Разработка пульсирующего насоса системы вспомогательного кровообращения

Кротов К.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.
МАИ, Москва

Обеспечение здоровья и безопасности в условиях межпланетного перелета являются чрезвычайно важной задачей. В составе экспедиции должны быть инструменты, позволяющие провести спасение и реабилитацию космонавта, вышедшего из строя, по причине болезни.

В настоящее время в системах механической поддержки кровообращения (МПК) применяют динамические насосы (осевые или центробежные), которые обеспечивают постоянные расход и давление, что является не физиологичными режимами для человека [1]. Так низкая амплитуда пульсаций давления и расхода крови может приводить к недостаточной перфузии капиллярного русла человека, а влияет на частоту желудочно-кишечных кровотечений и сосудистую реактивность. Предполагается, что условия длительного полета в условии невесомости усугубляет эти последствия. Поэтому целью работы является теоретическое обоснование возможности реализации динамического насоса обеспечивающего пульсирующие режимы работы систем механической поддержки кровообращения.

Разработано техническое решение, позволяющее реализовать пульсирующий поток средствами осевого насоса. Подход к решению основывается на анализе функциональных зависимостей напорно-расходной характеристики от положения рабочего колеса осевого насоса относительно передней кромки спрямляющего аппарата [2]. Такой подход, теоретически позволяет кардинально уменьшить габариты пульсирующего имплантируемого насоса.

На основе опыта разработок осевых насосов систем вспомогательного кровообращения, рассчитана геометрия рабочих колес и разработана твердотельная модель проточной части насоса. Твердотельная модель проточной части преобразована в расчетную трехмерную гидродинамическую модель для расчета в модулях вычислительной гидродинамики (CFD) [3].

Модуль CFD позволил параметризировать: расход жидкости, напор, частоту вращения рабочих колес, как функцию от зазора между рабочими колесами для определения напорно-расходных характеристик. На основе полученных решений квазистационарной CFD задачи построена поверхность функции, отражающая напорно-расходно-компоновочные характеристики насоса.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что реализация насоса осевого типа с пульсирующим потоком возможна и отвечает требованиям по напорно-расходным характеристикам, предъявляемым к насосам данного класса.

Список использованных источников:

1. Chernyavskiy A., Fomichev A., Ruzmatov T., Khaustov A. Long-term biventricular support following myocardial infarction from anterior descending coronary artery damage due to stabbing: A case report. Journal of Cardiac Surgery. Volume 35, Issue 9, 1 September 2020, Pages 2422–2424

2. Хаустов А.И., Боярский Г.Г., Сорокин А.Е. Экспериментальное определение напорно-расходных характеристик микронасосов биотехнической системы орбитальной станции. Вестник Московского авиационного института. 2019. Т. 26. № 4. С. 184-190

3. Khaustov A.I., Agamirov L.V., Bratukhin A.G., Stroganova L.B., Yaropolov V.I. Simulation of airframe element failures with random censoring. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. Т. 9, № 11, 2018, стр. 551-559

Расчет сил, передаваемых от руки оператора на ручку управления напланетным транспортным средством (ровером)

Крунтяева В.С.
Научный руководитель — доцент, к.м.н. Швед Д.М.
МАИ, Москва

В настоящее время международные космические агентства активно разрабатывают проблемы, связанные с реализацией космических полетов за пределы низкой околоземной орбиты – на Луну и Марс. Одной из первостепенных задач, связанных с реализацией космических полетов за пределы низкой околоземной орбиты, является поддержание эффективности и надёжности выполнения профессиональной деятельности космонавтов по управлению напланетным транспортным средством (ровером). Решением этой задачи является моделирование операторской деятельности с помощью тренажерно–исследовательских комплексов.

В состав тренажерно-исследовательского комплекса входит стенд, моделирующий рабочее место оператора, который включает в себя:

1. средства обработки и отображения информации;
2. орган управления с активной силовой обратной связью.

В качестве органа управления ровером предполагается использовать жесткий силовой джойстик с вакуумным креплением к поверхности тензометрической платформы (стабилоплатформы). С помощью силового джойстика, закрепленного на стабилоплатформе, возможны регистрация усилий, прилагаемых космонавтом-оператором к ручке управления, и формирование управляющих воздействий на объект управления.

В данной работе рассматривается математическая модель для расчета сил, передаваемых от руки оператора через неподвижно закреплённую рукоять управления и её основание на тензодатчики в платформе. Исходя из математической модели представляется возможность определить безопасный диапазон усилий на ручку со стороны руки оператора, основываясь на характеристиках выбранного органа управления.

Список использованных источников:

1. Григорьев А.И., Ушаков И.Б., Моруков Б.В., Бубеев Ю.А., Боритко Я.С., Швед Д.М., Черняков Е.Л., Гущин В.И. Основные операционные подходы к наземному моделированию пилотируемого полёта на Марс. // Биотехносфера, 2013. — № 4 (28). — С. 11-17.

2. Сальницкий В.П., Мясников В.И., Бобров А.Ф., Шевченко Л.Г., Дудукин А.В. Исследование надежности деятельности космонавта на различных этапах длительного космического полета (эксперимент «Пилот»). // Монография «Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина». – М., 2002 - Т. 2.

Выбор технологии обезвреживания сточных вод окрасочных камер на предприятиях авиационной отрасли по критериям наилучших доступных технологий

Лавринович А.А.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
МАИ, Москва

Наиболее распространенный способ нанесения лакокрасочных материалов (ЛКМ) – распыление из краскопульта в окрасочных камерах. Из этих камер отсасывается воздух, который вместе с растворителем уносит в вентиляционную систему и частицы краски. Последние задерживаются на гидрофильтрах – завесах из струй воды, непрерывно орошающих стенки камер, и стекают вместе с ней в ванну, куда попадает от 20 до 50% распыляемой краски. В связи с этим сточные воды необходимо подвергать очистке перед сбросом в городской коллектор до нормативных значений. Однако некоторые предприятия отказываются от модернизации технологий очистки воды и предпочитают платить штрафы за превышение нормативов сброса. На самом же деле их материальные потери на порядок

выше, поскольку очищенную воду можно использовать в оборотном водоснабжении окрасочных участков, а загустевшую краску после очистки ванн подвергать регенерации.

В сточных водах окрасочных камер образуется дисперсная система, в которой одна часть подвержена седиментации, а другая равномерно распределена по объему дисперсионной среды (воды). Также загрязнители присутствуют в виде анионов и катионов, многие из которых высокотоксичны (цианид-ион, ион алюминия) и канцерогенны (шестивалентный хром). В связи с этим для сброса воды в городской коллектор нужна высокоэффективная очистка, после которой встает вопрос: зачем сбрасывать очищенную воду, если ее можно вернуть в цикл?

Существуют критерии понятия «наилучшие доступные технологии» (НДТ), согласно которым эти технологии должны обеспечивать защиту окружающей среды, быть ресурсо- и энергосберегающими, а также экономически эффективными.

Анализ способов очистки сточных вод от подобного рода дисперсных систем показал, что необходима комбинация методов очистки, включающая механическую и физико-химическую очистку, а такие способы очистки как реагентная (добавление коагулянтов и флокулянтов), мембранные способы или адсорбционная очистка не удовлетворяют в данном случае критериям НДТ.

В связи с этим предложена схема очистки, которая заключается в следующем. По окончании работы гидрофильтров осевшие ЛКМ удаляются насосом в шламосборник. Далее вода направляется в тонкослойный трубчатый отстойник, в котором удаляется часть взвешенных веществ. Период отстаивания чередуется с периодом очистки трубок от осадка. Трубчатый тонкослойный отстойник характеризуется эффективностью очистки 80-85%. В связи с этим концентрации веществ, находящихся во взвешенном состоянии снизятся. При их оседании частично попадут в осадок ионы, сорбирующиеся на взвеси и молекулы растворителей. Для более полного их удаления необходимы физико-химические методы, поэтому вода из тонкослойного отстойника направляется в электрокоагулятор- флотатор. При электрокоагуляции происходит оседание загрязнений за счет образования гидроксида алюминия при растворении анода, а при электрофлотации образуется шлам на поверхности воды за счет пузырьков кислорода и водорода, которые прикрепляются к загрязнениям и выносят их на поверхность воды. Эффект очистки составляет по ХПК – 95–98%, а по взвешенным веществам – 98- 99%.

Очищенную таким методом воду можно использовать в оборотном водоснабжении. Основной недостаток метода – расход электроэнергии. Однако за счет снижения водопотребления и водоотведения экономия значительно превысит затраты на модернизацию.

Список использованных источников:

1. Е.В.Сотникова, В.П.Дмитренко Техносферная токсикология – СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 400 с.

2. Е.В.Сотникова, В.П.Дмитренко, В.С.Сотников Теоретические основы процессов защиты среды обитания – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 576 с.

3. Бобович Б.Б. Обращение с отходами производства и потребления – М.: Издательство «ИНФРА-М, 2019. – 496 с.

Оценка комбинированного действия негативных факторов автотранспорта на жилую застройку мегаполиса

Ларина К.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Калпина Н.Ю.

Московский Политех, Москва

Экологическая обстановка в мегаполисах постоянно ухудшается, что вязано с возрастающей автотранспортной нагрузкой. Это приводит к стрессу и дискомфорту населения, развитию и обострению различных заболеваний. Особое внимание при оценке воздействия уделяется загрязнению атмосферы выбросами автотранспорта, а при оценке

влияния на жилую застройку крупных автомагистралей рассматривают шум, как негативный фактор. О влиянии вибрации имеется лишь незначительное количество данных. А главное – не учитывается комбинированное действие всех негативных факторов на экологическую обстановку и здоровье жителей районов, расположенных в зоне действия автомагистралей.

Известно, что при совместном действии на организм загрязненного воздуха, шума и вибрации поражаются важнейшие системы организма (сердечно-сосудистая, кровеносная, нервная). Однако при изучении воздействия автотранспорта каждый фактор исследуется отдельно и не учитывается такой эффект как потенцирование (суммация). В виду того, что все эти факторы разной природы, оценку воздействия целесообразно проводить в баллах.

В 2020 году в г. Москве была проведена оценка совместного действия факторов на участке Щелковского шоссе в районе Международного Щелковского автовокзала. Жилые дома в данном месте расположены на расстоянии 20 – 25 метров от границы проезжей части. Наблюдения проводили в часы наибольшей интенсивности дорожного трафика при загрузке участка более 1200авт/ч. Замеры проводились приборами: газоанализатором, шумомером Testo 815, портативной сейсмической станцией «Экспресс-4». Результаты воздействия по каждому фактору оценивались в баллах для характеристики экологической обстановки (0 баллов – благоприятная, 1 балл – относительно благоприятная, 2 балла – неблагоприятная).

Комбинированное действие оценивали суммой баллов по всем факторам: менее 4 баллов – обстановка удовлетворительная; от 4 до 9 баллов –критическая; более 9 баллов – недопустимая (которая возможна при превышении максимальных значений по факторам).

Было установлено, что в начале и в конце 2020 г. сумма баллов составляла от 5 до 7 (критическая обстановка), а в период ограничения движения, связанного с пандемией, вызванной коронавирусом, сумма баллов не превышала 4 (удовлетворительная обстановка).

Список использованных источников:

1. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П. Техносферная токсикология: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 400 с.

2. Дмитренко В.П., Сотникова Е.В., Кривошеин Д.А. Экологическая безопасность в техносфере: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 524 с.

3. Сотникова Е.В., Сорокин А.Е., Булычев С.Н., Калпина Н.Ю. Совершенствование экологического мониторинга на транспорте СТИН. 2020. № 11. С. 38-40.

4. Сотникова Е.В., Калпина Н.Ю., Иванова К.С. Нормирование антропогенных воздействий на техносферу: Учебное пособие. Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ). Москва, 2011.

Портативное устройство для механического отведения мочи у женщин в условиях моделируемого космического полёта

Лебедева С.А., Комаров Н.С.
Научный руководитель — к.м.н. Швед Д.М.
ГНЦ РФ ИМБП РАН, Москва

На настоящий момент в космосе побывало 500 мужчин и только 64 женщин. Как и в случае космических полётов, наземные модельные эксперименты чаще проводятся с участием мужчин. Данный дисбаланс создаёт большой задел на исследование адаптации к условиям космического полёта у женщин [1].

В 2020-м году на базе Института медико-биологических проблем РАН был проведён первый в мире эксперимент по моделированию условий микрогравитации (стенд «сухая» иммерсия) с участием женщин. «Сухая» иммерсия – исследовательский стенд, наиболее адекватно воспроизводящий физиологические эффекты коротких космических полётов. С 1970-х годов в данных экспериментах принимали участие исключительно мужчины, так как женщины сталкивались с трудностями, вызванными отсутствием адекватного способа мочеиспускания без покидания ванны «сухой» иммерсии.

Данную проблему пытались решить несколькими уже существующими способами, известными в медицинской практике. Так, например, в условиях клиники у пациенток

применяются прикроватные мочеприёмники (медицинская «утка» с горлышком по типу «ивовый листок»), носимые ножные мочеприёмники и гелевые мочеприёмники по типу памперсов. Однако в условиях нахождения в ванне «сухой» иммерсии каждый из этих способов обнаруживал свои ограничения, не позволяющие их применение.

Задачу отведения мочи у женщин в условиях гравитационной разгрузки удалось решить с помощью создания нового специализированного прибора (полезная модель RU 197838 U1, автор и патентообладатель Лебедева С.А.). Устройство состоит из миниатюрной воронки-мочеприёмника, которая при помощи гибкой силиконовой трубки соединяется с аппаратом, включающим в себя мембранный насос, управляющую плату с микроконтроллером, модуль управления мотором, переменный резистор, повышающую плату и аккумулятор. С помощью второй силиконовой трубки насос соединён с ёмкостью для хранения и транспортировки мочи.

Техническим результатом данного устройства является облегчение самостоятельного сбора мочи женщиной, в независимости от положения её тела в пространстве – стоя, лёжа, сидя на плоской поверхности. Размер и форма мочеотводящей воронки позволяет производить мочеиспускание, не снимая одежды, и после не требует использования впитывающих салфеток.

Конструкция устройства позволяет применять его не только в условиях ванн «сухой» иммерсии, но и использовать как многоразовый переносной компактный туалет в других экстремальных условиях: при нахождении в замкнутом пространстве (сурдокамера, барокомплекс) или при ограниченной возможности движения (при положении лёжа или сидя на поверхности, когда нельзя покидать ложемент). Заявляемая разработка может найти своё применение в области пилотируемых космических полётов и использоваться в других гравитационных условиях.

Список использованных источников:

1. The Impact of Sex and Gender on Adaptation to Space: Executive Summary / Saralyn Mark, Graham B.I. Scott, Dorit B. Donoviel, Lauren B. Leveton, Erin Mahoney, John B. Charles, and Bette Siegel // Journal of Women's Health. 2014. Vol. 23, No. 11.

Разработка методологии верификации данных исследования распределения давления при перегрузках на центрифуге короткого радиуса (ЦКР) на основе допдоплерографии

Лихачева Д.С., Лобанов К.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва

Длительное пребывание человека в условиях невесомости вызывает ряд структурных и функциональных изменений, в том числе изменения гемодинамики с развитием детренированности сердечно-сосудистой системы; двигательного аппарата и мышечной системы; водно-солевого обмена и систем его регуляции; кальциевого метаболизма и минеральной насыщенности костной ткани; системы крови и других систем. Для компенсации отрицательных воздействий невесомости на борту космического аппарата перспективно применение центрифуги короткого радиуса. ЦКР создает кратковременные, но периодически повторяющиеся нагрузки.

В России, на базе ГНЦ ИМБП РАН, проводился ряд исследований влияния вращения на ЦКР на системы организма, вследствие имитации эффектов невесомости. В большинстве исследований использовались различные изменяемые параметры вращения. Данные исследования неоднократно подтверждали целесообразность использования ЦКР для компенсирования отрицательных эффектов невесомости. Однако вопрос о режимах применения ЦКР остается открытым.

Рациональным считается разработка унифицированного режима работы центрифуги короткого радиуса для обеспечения максимального нивелирования неблагоприятных эффектов невесомости и достижения с ее помощью приближенных к предполетному состоянию параметров организма космонавта. Планируется рассчитать, на каком основании

предполагаемая математическая модель ССС будет учитывать параметры гемодинамики, с помощью которых в результате получается оптимальный градиент набора скорости вращения ЦКР.

Влияние невесомости отражается на многих функциональных системах, выявить явные зависимости изменения состояния физиологических показателей организма от различных параметров центрифуги и режимов ее вращения затруднительно. Для и выведения зависимости предлагается использовать Последовательное решение возникающих экспериментальных задач, включая оценку влияния градиента набора скорости на распределение давления крови в ССС человека при вращении ЦКР. Метод доплерографии/плетизмографии позволяет двигаться вперед в освоение области профилактики неблагоприятных воздействий невесомости.

Список использованных источников:

1. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва: Медицина, 1979. 298 с.

2. Григорьев А.И., Буравкова Л.Б., Виноградова О.Л., Логинов В.А. Космическая физиология и медицина. Учебное пособие. – М.: Фирма «Слово», 1998, с. 15-23.

3. Orlov O., Belakovskiy M., Kussmaul A. Potential markets for application of space medicine achievements // Acta Astronautica. 2014. Vol. 104. No. 1. Pp. 412 418.

4. Белаковский М. С., Самарин Г. И. Практическое внедрение результатов научных медико-биологических исследований, выполненных на орбитальном комплексе «Мир» // Орбитальная станция «МИР». Космическая биология и медицина. Том 2. Медико-биологические эксперименты. М., 2002. С. 591-605.

5. Белаковский М. С., Самарин Г. И. Практическое внедрение результатов медико-биологических исследований, проводимых на РС МКС // Космическая биология и медицина: в 2 т. Том 2. Медико-биологические исследования на российском сегменте МКС. Москва: Научная книга, 2011. С. 508-516.

6. Григорьев А. И. Вклад космической медицины в здравоохранение // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2007. Т. 41. № 6-1. С. 26-29.

7. Космическая медицина и здравоохранение (вклад ИМБП в клиническую практику, здравоохранение, экстремальную и спортивную медицину) // Институт медико-биологических проблем: полвека на службе науке и человеку в космосе и на Земле / Отв. ред. А.И. Григорьев, И.Б. Ушаков. М.: Научная книга, 2014. С.403–416.

8. Генин А.М. К расчету искусственной гравитации для обитаемых космических кораблей // Космические исследования. 1969. № 7. С. 797-799.

9. О.И. Орлов, М.И. Колотева Центрифуга короткого радиуса как новое средство профилактики неблагоприятных эффектов невесомости и перспективные планы по разработке проблемы искусственной силы тяжести применительно к межпланетным полетам. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017, т. 51 № 7, стр. 11-18 (специальный выпуск).

10. Васильев П.В., Котовская А.Р. Длительные линейные и радиальные ускорения.//В кн. Основы космической биологии и медицины. Т. 2. Экологические и физиологические основы космической биологии и медицины. М. Наука. 2001. 501 с.

11. «Сборник посвящается 150-летию К.Э. Циолковского, со дня рождения 100-летию С.П. Королева со дня рождения 50-летию Земли и запуска первого в мире искусственного спутника через тернии к звездам» под ред. Проф. Ю.Ю. Комарова и проф. В.П. Махрова. — М.: Изд-во МАИ, 2007. —520 с..

12. Центрифуга короткого радиуса (ЦКР) как гидростатическая модель земной гравитации // Пичулин В.С., Лукьянюк В.Ю., Соболева А.Ю

Разработка комплекта эргономических устройств снятия нагрузки с рук пилотов ЛА

Лунев К.О.
Научный руководитель — Боярский Г.Г.
МАИ, Москва

На некоторых типах воздушных судов в ходе выполнения полетов пилотам периодически требуется осуществлять управления ЛА при помощи рычагов управления (РУД и РУС для самолетов, РЦШ и РОШ для вертолетов) в течение длительного промежутка времени. В данных условиях снижается эффективность традиционных устройств снятия нагрузки с рук летчиков – статичных подлокотников, так как при выполнении сложных управляющих воздействий площадь контакта между рукой летчика и подлокотником может существенно снижаться, вызывая снижение уровня удобства организации опоры руки.

Таким образом, длительное выполнения управляющих манипуляций в режиме ручного управления может привести к возникновению усталостных ощущений, снижающих точность и комфорт пилотирования, что негативно сказывается на безопасности полета.

На основании вышеизложенных тезисов была сформирована задача по разработке подвижных устройств, снимающих нагрузку с рук пилота в ходе выполнения им управляющих воздействий.

В результате работ были созданы 4 варианта исполнения устройств подлокотника, по паре для ЛА самолетного и вертолетного типа.

Основные отличия между подвижными подлокотниками самолетов и вертолетов состоят в диапазоне перемещения подвижной подложки для руки.

В рамках данной концепции подлокотник разделен на 2 основные части: неподвижный корпус и подвижная подложка руки. В зависимости от траектории движения руки при выполнении управляющего воздействия и положения органа управления изменяется число степеней свободы подвижных подложек. Подвижность подложки относительно корпуса обеспечивается за счет системы направляющих и подшипников скольжения, находящихся внутри корпуса, а также за счет дополнительных шарнирных соединений элементов конструкции.

Таким образом, подвижная подложка позволяет пилоту воспроизводить сложные управляющие воздействия на рычаги управления при сохранении площади контакта руки с опорной поверхностью и малым изменением нагрузки на руку.

В ходе работ по данному направлению были созданы трехмерные модели подвижных подлокотников, а также создан функциональный макет устройства.

Список использованных источников:

1. Marie-ève Côté; Design characteristics to reduce inadvertent cross-axis coupling during side stick handling of aircraft pitch and roll axis control.

2. А.И. Капанджи. Верхняя конечность / А.И. Капанджи. 2014 г, 6-е издание.

3. Методы биомехатроники тренажера руки человека / Платонов А.К., Фролов А.А., Бирюкова Е.В., Пряничников В.Е., Емельянов С.Н.

Модернизация ЭЭГ для исследования уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга

Ляпунова С.С., Сафронова К.П.
Научный руководитель — Гардуньо Родригес А.
МАИ, Москва

Одной из проблем, возникающих перед создателями и эксплуатационниками обитаемой Лунной базы, является разработка новой системы медико-биологического контроля. На кафедре 614 МАИ ведутся работы по созданию средства психологического контроля человека, основанного на регистрации изменения содержания глюкозы в крови бесконтактным способом в режиме реального времени. Однако, несмотря на то, что в общей, спортивно и космической медицине существуют обоснованные предположения о

зависимости уровня глюкозы в крови и психологического состояния, имеющихся исследований по данному вопросу не достаточно, чтобы дать достоверный ответ об изменениях глюкозы от стресса, а также подойти к решению проблемы «норма-патология».

Общая проблема стрессов характерна для космического полета, но гораздо сложнее из-за биологической лабильности человека в экстремальных условиях работы в космосе. Это особенно выражено, когда вопрос касается способности человека переносить воздействия скорее психологического, нежели физиологического характера.

В работе рассматривается электрофизиологическая часть комплексного эксперимента. Предполагается выявить численную зависимость между изменениями уровня глюкозы в крови человека и дозированной тестовой психологической нагрузкой, и зафиксировать влияние информационного стресса на биоэлектрическую активность головного мозга человека с помощью модернизированного прибора «Омега-нейроанализатор».

Электроэнцефалография (ЭЭГ), как неинвазивный метод регистрации суммарной активности постсинаптических потенциалов, в настоящее время является самым распространенным методом нейровизуализации в прикладных клинических и фундаментальных научных исследованиях работы головного мозга. Предполагается усовершенствовать прибор «Омега-нейроанализатор» для исследования уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга и классической электроэнцефалограммы. Рассмотрены некоторые усовершенствования системы регистрации сигнала ЭЭГ при выполнении тестовой нагрузки:

1. Создание шапочки для регистрации УПП и ЭЭГ;
2. Разработка прибора для калибровки электродов;
3. Разработка алгоритма для устранения дрейфа нуля, поскольку были обнаружены проблемы смещения нулевого уровня при регистрации постоянных потенциалов мозга.

Усовершенствованный прибор обещает быть востребованным не только в эксперименте по созданию нового средства психологического контроля на Лунной обитаемой базе, но и в пилотируемых космических исследованиях и исследованиях на Земле.

Проблема космического мусора и пути её решения

Никифоров П.В.
Научный руководитель — Воробьева С.С.
МАИ, Москва

С момента запуска первого искусственного спутника на околоземной орбите накопилось огромное количество различных обломков общим весом более 5 тыс. тонн. Эти объекты являются мусором, т.к. мешают освоению космоса и представляет угрозу для Земли и всех на ней живущих при их падении.

Космический мусор (далее КМ) – это искусственные объекты в космосе, которые неисправны и не смогут служить полезным целям, являющиеся опасными как для работающих космических аппаратов, так и для Земли.

Цели работы: всестороннее изучение проблемы космического мусора и разработка оптимального способа её решения.

Для достижения этих целей были поставлены задачи:

1) изучение местонахождения, источников возникновения и состава КМ;
2) изучение негативного воздействия КМ;
3) анализ предлагаемых учеными методов борьбы с КМ;
4) разработка оптимального способа утилизации КМ.

В основу работы легла гипотеза о том, что космический мусор - это угроза для Земли и ее обитателей, поэтому его необходимо утилизировать.

Объект исследования это космический мусор, предметом исследования — негативное воздействие космического мусора и пути его преодоления.

Наибольшее количество КМ находится на высотах от 850 до 1500 км, в т.ч. на низких орбитах, где летают космические корабли. Основные источники загрязнения: 1) запуск

человеком космических аппаратов, 2) столкновения между собой космических объектов. Состав КМ: отработанные блоки ракет-носителей и спутники, частицы топливного шлака и краски и прочие обломки от взрывов.

Негативное воздействие КМ. Опасность КМ в космосе связана с его большими скоростями (15 км/сек), поэтому можно выделить следующие виды опасностей: 1) для космических аппаратов; 2) для космонавтов. Негативное влияние на Землю можно разделить на 3 вида: 1) падение обломков; 2) химическое загрязнение; 3) радиоактивное загрязнение.

Используемые методы борьбы с КМ: 1) «пассивный» - наблюдение за крупными объектами с помощью радаров во избежание столкновений; 2) перевод вышедших из строя спутников на «орбиту захоронения».

Предлагаемые учеными методы борьбы: 1) использования сетей для поимки крупного КМ; 2) робот-уборщик с рукой-манипулятором; 3) гелиевые шары, надувающиеся после выработки спутником ресурса для его торможения и сгорания в верхних слоях атмосферы; 4) пластины из аэрогеля в качестве ловушек для мелких фрагментов; 5) лазерные установки.

Анализ показывает, что ни один из них не может быть единственно правильным, т.к. полностью не решает проблему, а некоторые из них являются вообще неэффективными. Поэтому предложена идея построения Автоматической мусороперерабатывающей космической станции (сокращенно - АМКС).

Принципы построения станции: 1) система должна быть рассчитана на долговременную работу; 2) работа в автоматическом режиме (вмешательство человека – в особых случаях); 3) возможность изменения траектории и высоты полета; 4) полет проходит по ходу движения КМ, а не навстречу ему; 5) сбор фрагментов любого типа и размера.

Основные этапы сбора и переработки КМ станцией:

1. Обнаружение объектов, корректировка траектории станции.
2. Сбор КМ: крупные фрагменты - с помощью манипулятора и полимерной сети, мелкий и средний мусор – с помощью коллекторов.
3. Сортировка КМ на линии сортировки по размеру, видам и опасности.
4. Первичная переработка на линии переработки.
5. Упаковка и отправка с борта АМКС: на Землю для дальнейшей переработки, для сжигания в атмосфере и т.д.

Разработано 2 типа коллекторов: 1) рефлекторного типа (большой стальной рефлектор вогнутой формы и маленький выпуклой формы), 2) расширяющаяся труба.

Для сортировки частиц предложено использовать центрифугу. Предложена идея электромагнитной центрифуги, состоящей из пустотелой трубы, свернутой в виде эллипса, внутри которой находятся металлические шарики. На трубу надеты катушки для создания «бегущего» магнитного поля, разгоняющего и одновременно удерживающего шарики. На длинных участках центрифуги КМ подается в нее и разгоняется, на коротких – под действием центробежной силы он отбрасывается на стенку, имеющую отверстия увеличивающегося размера для сортировки. За отверстиями устанавливаются контейнеры с крышками, открывающимися с разными усилиями (за счет установки разных по силе сжатия пружин), что при одинаковом диаметре отверстий дает сортировку по весу.

При переработке КМ предложено использовать спекание и переплавку за счет солнечного излучения, концентрируя его с помощью системы зеркал.

Возможно, некоторые из предложенных идей по строительству АМКС будут использованы при разработке реальной системы по очистке околоземного пространства от космического мусора. Но сначала международному сообществу необходимо выработать правила - кто, как и когда убирает в космосе. Также считаю, что чисто не там, где убирают, а там, где не мусорят, поэтому человечеству разрабатывать «без мусорные» технологий.

Термическая утилизация воды, загрязненной гептилом

Новикова Е.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семенов В.В.
МАИ, Москва

Доклад посвящен термической утилизации сточной воды, загрязненной гептилом. Источниками образования стоков в процессе ракетно-космической деятельности являются проливы при расстыковке заправочных магистралей, аварийные проливы при транспортировке, переливе, заправке и сливе компонентов ракетного топлива, а также на местах падения отделяемых частей ракет.

В настоящее время разработано и эксплуатируется большое количество различных типов агрегатов и систем термического обезвреживания, например, 11Г426, 11Г427, 11Г411, 15Г93, 15Г113 и др. Однако, дымовые газы от этих агрегатов нуждаются в дополнительной очистке, так как концентрации содержащихся в дыму вредных веществ превышают ПДК.

В предлагаемой мобильной установке для термической утилизации стоков, загрязненных гептилом, устранены эти недостатки путем использования для распыливания жидкости газожидкостной форсунки сложной конструкции – по периферии форсунки подается горючая смесь, а по центру распыливается вода с гептилом. Таким образом, в камеру печи, в зону горения углеводородного горючего подаются подлежащие обезвреживанию мельчайшие капли сточных вод, в результате чего сточные воды за счет интенсивного тепло-массообмена испаряются. Мобильная установка может быть использована в полевых условиях, непосредственно на местах падения остатков ракеты.

Установка состоит из 2-х камер: в 1-ой камере происходит испарение капель воды при температуре 600÷700 °С, которая возникает при сжигании горючей смеси, а во 2-ой камере – нейтрализация вредных веществ, содержащихся в дымовых газах, за счет повышения температуры до 1200 °С при досжигании дыма путём подвода дополнительного воздуха.

Выбор наилучшей доступной технологии обезвреживания гальваностоков предприятий ракетно-космической промышленности

Орлова Е.Е.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
МАИ, Москва

Применение наилучших доступных технологий (НДТ) направлено на комплексное предотвращение и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Критериями для определения НДТ являются: применение ресурсо– и энергосберегающих методов, экономическая эффективность от внедрения технологии, промышленное внедрение этой технологии и др.

Гальванизация – это электрохимический метод нанесения металлической пленки, которая препятствует коррозии, придает поверхностям эстетичный вид, износостойкость, увеличивает твердость и термостойкость металлов. Поэтому метод широко применяют в машиностроении, в том числе на предприятиях ракетно-космической промышленности, которых в России насчитывается более 100. Процесс гальванизации состоит из нескольких стадий, к которым относятся подготовка поверхности изделия (травление, обезжиривание), нанесение покрытия, промывка изделия. Главной экологической проблемой является расход больших объемов воды на промывку и безвозвратная потеря ценных и в то же время токсичных компонентов процесса - ионов цветных и тяжелых металлов.

При исследовании стоков было установлено, что основными ионами - загрязнителями сточных вод являются Cu2+, Zn2+, Ni2+, Cd2+, Cr2O_7^(2-). На предприятиях для обезвреживания гальваностоков применяются две основные группы методов: реагентные и электрохимические (электрокоагуляция, анодное окисление и катодное восстановление и др.). Однако их нельзя отнести к НДТ, поскольку они не отвечают критериям ресурсо- и энергосбережения (что связано с образованием труднопереработываемого шлама, расходом реагентов и электроэнергии). Хотя необходимо отметить, что очищенная вода соответствует

нормативам воды гальванического производства и используется для оборотного водоснабжения гальванических цехов. Поэтому представляло интерес рассмотреть метод гальванокоагуляции, который отвечает критериямм НДТ, так как не связан с затратами электроэнергии, эффективно обезвреживает сточную воду, а главное — дает возможность переработки шлама и извлечения из него ценных металлов.

Гальванокоагуляционный метод основан на восстановлении ионов металлов на поверхности металлического железа (реакции цементации). Очистка осуществляется непрерывно во вращающихся проточных барабанах, внутрь которых загружается смесь железного и медного лома. В ходе исследований был проведен термодинамический анализ реакционной смеси: рассчитана свободная энергия Гиббса, стандартные электродные потенциалы и константы равновесия для всех протекающих реакций. Расчеты показали, что реакции цементации необратимы, поскольку значения констант равновесия лежат в пределах 107 до 10212. Положительный электродный потенциал реакций и отрицательное изменение энергии Гиббса свидетельствует о том, что металлическое железо будет вытеснять ионы металлов из воды и восстанавливать шестивалентный хром до трехвалентного состояния, за счет чего будет осуществляться очистка стоков.

Список использованных источников:

1. ФЗ от 10.01.2002 №7 – ФЗ (ред. 30.12.2020) «Об охране окружающей среды» (вступ. в силу 01.01.2021). Статья 28.1 Наилучшие доступные технологии.

2. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П., Сотников В.С. Теоретические основы процессов защиты среды обитания: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 576 с.

Исследование стрессорных гормонов в условиях пониженной гравитации

Острикова А.А., Сафронова К.П.

Научный руководитель — Гардуньо Родригес А.

МАИ, Москва

В настоящее время развитие медико-биологического контроля для осуществления пилотируемых экспедиций к Луне и создания Лунной базы является особенно актуальной темой.

В процессе выполнения задач космонавтами неизбежны ситуации, связанные с риском и стрессом, что ведет к ухудшению работоспособности, нарушению режима труда и отдыха. Пониженная гравитация также способствует нарушениям нервной и эндокринной системы, что ведет к ухудшению адаптационного синдрома, который связан с выработкой стрессорных гормонов и адаптацией организма к внешним стрессовым факторам.

Все воздействия космического полета вызывают в организме человека функциональные сдвиги, направленные на приспособление к новой среде обитания и сохранение гемодинамического гомеостаза, что приводит к снижению психической продуктивности и ухудшению психоэмоционального состояния космонавтов. И так как работа космонавтов включает использование сложных технических средств и оборудования на орбитальных станциях, важную роль играет комплекс мероприятий по обеспечению медицинского контроля состояния экипажа. Исследования нейрогуморальной регуляции в организме космонавтов, в частности, изучение активности системы гипоталамус—гипофиз—кора надпочечников имеют тесную связь с высшими психическими функциями человека.

При воздействии неблагоприятных факторов, особенно пониженной гравитации, в организме космонавта начинают выделяться стрессорные гормоны. Вначале в процесс вовлекается симпатоадреналовая система, а в дальнейшем - гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система, длительно поддерживающая неспецифическую защитную стресс-реакцию. В последних исследованиях была установлена прямая связь между скоростью переработки информации, скоростью сенсомоторных реакций, торможения угашения условных рефлексов и нейропептидами и гормонами гипоталамо-гипофизарной системы.

Для исследования гормонов в условиях пониженной гравитации предлагается устройство — биосенсор. Биосенсор представляет собой аналитическое устройство,

состоящее из биологического блока, включающего ферменты или антитела, клетки либо их органеллы, срезы тканей, и физико-химического датчика для регистрации физических величин или концентраций простых химических соединений. На входе первого блока протекает специфическая биологическая реакция, а на выходе формируется сигнал, который преобразуется физико-химическим датчиком в физически измеряемую величину.

С целью более подробного изучения влияния факторов полета на организм, оценки состояния здоровья космонавтов, совершенствования рациона питания, разработки более рациональных режимов труда и отдыха предлагается изучить влияние стрессорных гормонов и разработать методику для забора биоматериала для исследования стрессорного гормона кортизола в условиях пониженной гравитации.

Современные возможности оценки состояния резистивных микрососудов различных регионов кожи

Пашкова Д.В.
Научный руководитель — к.м.н. Попова Ю.А.
ГНЦ РФ–ИМБП РАН, Москва

Изучение микроциркуляторного русла является актуальной областью исследований, поскольку именно на этом уровне реализуется транспортная функция сердечно-сосудистой системы и обеспечивается транскапиллярный обмен, создающий необходимый для нормальной жизнедеятельности организма тканевой гомеостаз (Braverman IM., 1997; Choi C.M., Bennett R.G., 2003; Крупаткин А.И., Сидоров В.В., 2005; Крупаткин А.И., 2004, 2007).

Одним из наиболее распространенных и доступных методов исследования состояния резистивных микрососудов является лазерная допплеровская флоуметрия (ЛДФ). Данный метод основан на зондировании ткани лазерным излучением и анализе отраженного от движущихся в тканях эритроцитов излучения (В.И. Козлов и др., 2012). Метод лазерной допплеровской флоуметрии является неинвазивным, он позволяет оценивать тканевую перфузию в микроциркуляторном русле, в том числе, её амплитудно-частотные характеристики, отражающие функциональное состояние механизмов регуляции тонуса микрососудов. Метод основан на зондировании ткани лазерным излучением и анализе излучения, отраженного и рассеянного от движущихся эритроцитов. В методе ЛДФ применяется коротковолновое зондирующее лазерное излучение, благодаря чему можно получить отраженный сигнал наибольшей амплитуды из слоя толщиной около 1 мм. В таком слое могут содержаться: артериолы, терминальные артериолы, капилляры, посткапиллярные венулы, венулы и артериоло-венулярные анастомозы (А.И. Крупаткин, 2005). Результирующий показатель метода – перфузия – включает в себя две составляющие: постоянную (средняя перфузия за определенный промежуток времени исследования) и переменную. Последняя зависит от активных и пассивных факторов регуляции резистивных микрососудов. Вейвлет-анализ регистрируемой тканевой перфузии позволяет получить амплитудно-частотные характеристики факторов регуляции: эндотелиальный (Аэ), миогенный (Ам), нейрогенный (Ан), дыхательный (Ав) и пульсовой (Ас).

В настоящее время разработаны портативные лазерные анализаторы микроциркуляции крови, которые позволяют проводить исследования на разных участках кожи, а данные на компьютер передаются по Bluetooth или Wi-Fi.

На базе ГНЦ РФ – ИМБП РАН уже проходили исследования с применением метода лазерной допплеровской флоуметрии в экспериментах, моделирующих условия невесомости, изоляция, «сухая» иммерсия, гипомагнитные условия, ортостатические воздействия. В дальнейшем планируется регистрация ЛДФ с использованием портативных датчиков в условиях вращения на центрифуге короткого радиуса.

Применение портативных ЛДФ-датчиков с использованием беспроводной передачи данных перспективно для проведения исследований микроциркуляции у космонавтов на борту Международной космической станции во время космического полета, поскольку, как известно, длительное пребывания человека в условиях микрогравитации приводит к изменениям функционального состояния сердечно-сосудистой системы перераспределение крови вдоль оси тела в краниальном направлении (Газенко О.Г. и др., 1986).

Исследование системы автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования

Петров И.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.
МАИ, Москва

Актуальность данной темы состоит в том, что проблемы с автоматическими стыковочными устройствами коммуникаций заправки и термостатирования могут привести к утечки горючего, а следовательно и к нанесению не только вреда экологии в районах дислокации стартовых комплексов для пуска ракет космического назначения за счёт утечки вредных веществ, но и к поражению (отравлению) персонала этих комплексов.

Данная тема является актуальной, так как без термостатирования горючего не представляется возможным использование жидкостных ракет космического назначения для выведения в космическое пространство полезных нагрузок в интересах его изучения и освоения.

Степень проработанности данной темы является не полной, так как с каждым годом доступные для применения в ракетно-космической промышленности способы заправки и термостатирования горючего становятся более совершенными, поэтому необходимо постоянное обновление как теоретических, так и практических знаний, используемых в ракетной технике.

Целью исследования является разработка предложений по совершенствованию системы автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования горючего путём её доработки для продления назначенного срока её эксплуатации и повышения надёжности функционирования в процессе применения по назначению на стартовом комплексе.

Задачи исследования заключаются в анализе существующих автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования горючего и обоснованном выборе путей их совершенствования.

Объектом исследования является система автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования горючего.

Предметом исследования является конфигурация системы автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования горючего.

Теоретическая значимость заключается в использовании материала для дальнейшего развития данной темы, углубления и поиска новых предложений по модернизации или созданию принципиально новых систем автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования.

Практическая значимость исследования заключается в том, что в НИРМ будут решены следующие научно-исследовательские и инженерные задачи:

1) провести анализ основных технических характеристик, результатов эксплуатации и текущего состояния системы;

2) исследовать технологию работы системы и выявление проблем и возможные пути их решения;

3) разработать предложения по совершенствованию системы автоматических стыковочных устройств коммуникаций заправки и термостатирования.

Модернизация ложемента для центрифуги короткого радиуса

Печников А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васин Ю.А.
МАИ, Москва

Невесомость является одним из неблагоприятных условий космического полета (КП). Эта среда для человека чужда. Адаптация к невесомости происходит ценой снижения устойчивости организма к условиям земной гравитации. Длительное пребывание в условиях невесомости вызывает изменения: гемодинамики с развитием детренированности сердечно-

сосудистой системы (ССС) 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 сдвиги.

Таким образом, пребывание в невесомости приводит к детренированности организма, снижению функциональных возможностей и работоспособности. Важное место в исследованиях, применительно к длительным КП, занимают вопросы профилактики отрицательного влияния невесомости на организм человека и разработка средств, сохраняющих его резервные возможности к последующему воздействию повышенных гравитационных нагрузок.

Для купирования неблагоприятных условий необходимо использовать ЦКР. В процессе вращения на центрифуге происходит перераспределение жидкостных сред, кровь вновь депонируется, уходят застойные явления в печеночной вене, космонавт начинает ощущать опору, тем самым давая импульсы афферентной нервной системе.

Центрифуга короткого радиуса (БЦКР) создает гравитационное воздействие на тело человека, что позволит осуществлять профилактику большинства отрицательных эффектов невесомости, не купирующихся традиционными средствами профилактики. БЦКР создает кратковременные, периодически повторяющиеся искусственные гравитационные нагрузки для длительных космических полетов. Она является существенным звеном в комплексе профилактических мероприятий, направленных на поддержание оптимального состояния здоровья и работоспособности космонавтов в полете, а также – на облегчение реадаптации к условиям земной гравитации.

Актуальность создания искусственной силы тяжести растет. Космонавт будет много времени проводить в ЦКР, что влечет за собой изменения в эргономике ложемента. В процессе данной работы будет создана математическая модель, которая позволит сравнить новый ложемент и его эргономику на разных этапах вращения на ЦКР.

Таким образом, целью работы является - разработка нового ложемента для центрифуги короткого радиуса с целью более комфортного пребывания космонавта при длительной тренировки на ЦКР.

Разработка индивидуального монитора содержания углекислого газа в зоне дыхания космонавта

Попов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васин Ю.А.
МАИ, Москва

Проблема обитаемости пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций, под которой понимают обеспечение условий жизни и профессиональной деятельности космонавтов включает достаточно обширный комплекс санитарно-гигиенических условий, формируемых в герметичной кабине космического объекта.

С первых лет программы МКС отдельные сообщения показывали, что развитие у членов экипажа МКС связанных с CO2 симптомов, таких как головная боль, вялость, чувство дискомфорта, апатия и утомляемость, происходит при более низких уровнях CO2, чем на земле. [1]

С учетом очевидной повышенной чувствительности к воздействию CO2 во время космического полета важно понять сильные и хронические эффекты повышения содержания CO2 на орбите.

На МКС уровни CO2 управляются в основном стационарными системами контроля параметров окружающей среды и почти весь CO2 на борту МКС вырабатывается дыханием космонавтов.

Чтобы решить проблему нормирования концентрации диоксида углерода на борту, необходима разработка индивидуального монитора содержания углекислого газа в атмосфере ПКА.

Измерение концентрации диоксида углерода в индивидуальном мониторе будет происходить с помощью оптического сенсора, так как он обладает высокой чувствительностью и быстродействием, а также не требует применения реагентов.

Разработка индивидуального монитора для обеспечения измерений как постоянных, так и однократных измерений по клиническим показаниям (появление головной боли, слабость, повышенная утомляемость) для дальнейшего планирования космических полетов как никогда актуальна.

Список использованной литературы

1. James J. The Headache of Carbon Dioxide Exposures. SAE Technical Paper. Chicago, IL; 2007

Проектирование инфузионного устройства для оказания медицинской помощи на борту с использованием распознавания лиц пациентов с помощью нейронный сетей

Прянишникова М.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васин Ю.А.

МАИ, Москва

Более 20 лет МКС находиться на орбите. За это время на борту Международной космической станции не случилось серьезной чрезвычайной ситуации с медицинской точки зрения. Но что будет, если всё-таки кто-то серьезно заболеет? Поэтому, оказание первый медицинской помощи требует огромного внимания и новых разработок, например применение в условиях космического полета использование инфузионно-трансфузионной терапии.

Сохранение здоровья и работоспособности космонавтов является одной из приоритетных задач обеспечения безопасности полетов. Возникновение ошибок экипажа, при использовании любого средства или инструментария на борту МКС, тем более при применении средств оказания медицинской помощи, могут иметь катастрофический характер, особенно в тех случаях, когда необходимо купировать острые нарушения состояния здоровья космонавтов в условиях гравитации.

Теоретическая возможность развития любого патологического состояния, характерного для Земли, неблагоприятные факторы космического, большая длительность пребывания в космосе, расширенный состав экипажа, а также сложная работа в условиях ограниченного пространства создают предпосылки для возникновения у экипажа заболевания различного характера. На данном этапе развития космической медицины по -прежнему трудно, но возможно прогнозировать развитие тех или иных нарушений в соответствии здоровья космонавтов. Серьезный вред здоровью могут нанести аварийные ситуации, которые могут повлечь за собой необходимость неотложной медицинской помощи.

Важно в чрезвычайных ситуациях быстро оказать медицинскую помощь. Поэтому, в данной работе, в условиях невесомости, очевидно применение инфузионной помпы, благодаря которой можно дозировать введение препарата и улучшить качество жизни на борту. При наличии помпы, но отсутствии её памяти, необходимость программирования введения нужна каждый раз при ее использовании. Уже существует помпа, где запрограммировать базальную скорость можно на каждый час, однако может это сделать только врач. Перспективные планы космической деятельности предполагают выполнение не только длительных орбитальных полетов, но и полетов к Луне. Поэтому, актуальным является широкое использование бортовых систем инвентаризации и идентификации людей, консультативных поисковых систем для лиц, не имеющих базового медицинского образования.

В докладе рассматривается разработка инфузионного устройства и изучение вопроса применения его на борту, а также идентификация людей, путем распознавания образа с помощью нейронных сетей для возможной помощи специалистов ЦУПа в чрезвычайной ситуации пилотируемого космического полета.

В данной работе рассмотрен комплекс автоматической подачи инфузионных растворов для проведения инфузионно-трансфузионной терапии на борту. Этот комплекс состоит из: автоматического пневмокомпрессора в чехле, пневмоманжеты, манометра, системы для подачи воздуха от пневмокомпрессора в пневмоманжету, контейнера полимерного с инфузионным раствором, специализированного чехла из номекса, в состав которого входит 3 металлические пластины.

Для проведения зависимости расхода жидкости из контейнера от подаваемого в пневмоманжету давления, проведен эксперемент, а также проведены гидравлические расчеты для уточнения экспериментальных значений. Дополнением к проектированию инфузионной помпы является изучение использования индентификации людей с помощью нейронных сетей.

Анализ современных видов ракетного топлива с точки зрения воздействия на окружающую среду

Пухнаревич П.А., Мымрина В.П.
МАИ, Москва

В настоящее время ракетостроение и космонавтика развиваются очень быстрыми темпами, количество запусков ракет растет. При этом создаются сверхмощные пиковые воздействия, происходят залповые выбросы тепловой энергии и опасных веществ, окружающая среда загрязняется ракетным топливом и продуктами его горения, нарушается озоновый слой Земли. Мощное негативное воздействие на окружающую среду происходит также при производстве, испытании, транспортировке, хранении и утилизации соответствующих компонентов ракетного топлива, а также в районах космодромов, районах падения отделяемых частей ракет, и вдоль трасс полета в связи с образованием токсичных соединений и аэрозолей. [1]

Поэтому современное ракетное топливо должно не только обеспечивать высокую тягу, занимать малый объём, поддерживать устойчивость горения, но также обладать низкой токсичностью.

Целью данного исследования является изучение современных видов ракетного топлива и выявление наиболее перспективных среди них с точки зрения энергоэффективности и воздействия на окружающую среду.

В настоящее время используются следующие виды топлива:

1. Несимметричный диметилгидразин («гептил») + тетраоксид азота («амил»). Преимуществами данного топлива являются возможность долговременного хранения, высокая устойчивость горения, хорошие плотность и энергетические характеристики. Однако это чрезвычайно токсичное топливо, соответствующее 1-2 классу опасности, оказывающее канцерогенное, мутагенное и тератогенное воздействие на биологические объекты. [2] Используется в: РД-276 (РН «Протон») на ракетоносителях «Космос», «Циклон», "Титан", "Ариан", "Большой Поход".

2. Керосин + жидкий кислород. Это недорогое топливо, имеет хорошую плотность, удельный импульс (УИ) 300 секунд, топливная инфраструктура развита, но необходимость хранить кислород в жидком виде является недостатком, в целом имеет неплохую экологичность. Используется в РД-107А (РН «Союз-2.1б»), РД-180 (РН «Атлас-5»), РД-191 (РН «Ангара»), Мерлин (РН «Falcon 9»)

3. жидкий метан + жидкий кислород перспективное криогенное топливо, по характеристикам занимает промежуточное положение между топливными парами керосин +жидкий кислород и жидкий водород+жидкий кислород. Используется в: BE-4 (РН «New Glenn»), Raptor (SpaceX Starship)

4. Жидкий водород + жидкий кислород (LOX/LH2). Очень низкая плотность и чрезвычайно низкие температуры хранения жидкого водорода являются недостатками, которые компенсируется высокой экологичностью данного топлива. УИ свыше 350 секунд.

Используется в: RS-25 (РН «SLS», Спейс шаттл), Vulcain (РН «Ариан-5»), LE-7A (РН «H-IIB») и др.

5. Смесевое твёрдое ракетное топливо на основе перхлората аммония. Имеет высокую плотность и лёгкость получения значительной тяги. Это дорогое топливо, требующее особые условия производства. Но имеет самый экологически грязный состав продуктов сгорания, основную массу которых составляют соляная кислота и окись алюминия, также при неполном сгорании перхлората аммония образуются вещества второго класса опасности. Используется в боковых ускорителях Спейс шаттл, РН «SLS», РН «Ариан-5» и др.

Анализ статистики показал, что до сих пор наиболее часто используется высокотоксичные виды топлива. Самое экологичное топливо используется очень мало ввиду больших сложностей при его эксплуатации, транспортировке и хранении. Таким образом, необходимо отдавать приоритет использованию топлива на основе водорода и кислорода, искать новые пути создания экологически безопасного топлива, не жертвуя при этом энергетическими характеристиками.

Список использованных источников:

1. Анопка А. С., Ковалев С. В. Экология при запусках ракет на токсичных компонентах топлива // Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2016. (дата обращения 26.02.2021).

2. О токсичности гептила / Манухов И.В., Краснопеева Е.Д., Кессених А.Д., Коноплева М.Н., Завильгельский Г. Б., Котова В.Ю., Балабанов В.П., Смирнова Е.Г., Гудков С.В., Чалкин С.Ф., Калиниченко Е.Н., Калиниченко Е. Н. и др.; под ред. Л.С. Ягужинского. Москва: МФТИ, 2014, ФГУП "ГосНИИгенетика", 2014, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014, 2014. 128 с.

Прогнозирование ЧС посредством использования космического мониторинга

Рыдель А.С., Дмитриева А.В.
ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), Москва

На современном этапе деятельности человека наблюдается развитие во всех сферах деятельности, что неотъемлемо ведет к росту возникновения чрезвычайных ситуаций. Для предупреждения и ликвидации ЧС выполняется комплекс мер, направленных в первую очередь на защиту населения и территорий. Одним из направлений защиты населения и территорий является мониторинг и прогнозирование ЧС.

Спутниковый мониторинг чрезвычайных ситуаций в настоящее время вызывает повышенный интерес у ученых и быстро набирает обороты, поскольку охватывает обширные территории, труднодоступные места и предоставляет данные в реальном времени.

Регулярный космический мониторинг является эффективным методом получения достоверных данных о земной поверхности. Он помогает отслеживать стихийные бедствия, состояние окружающей среды и все изменения, связанные с деятельностью человека.

На территории Российский Федерации мониторингом ЧС занимается «Роскосмос» и его дочерняя компания «Российские космические системы». Они ведут мониторинг чрезвычайных ситуаций по всей планете с помощью орбитальной группировки Российской Федерации. [1] Данные дистанционного зондирования Земли с определённой периодичностью передаются в МЧС России, а также в Международную Хартию по космосу и крупным катастрофам.

Космический мониторинг чрезвычайных ситуаций и бедствий природного и антропогенного происхождения стал важным и незаменимым инструментом национальных служб реагирования на чрезвычайные ситуации. Для России с ее обширными и удаленными территориями использование космической информации в реальном времени особенно актуально. Прием данных с космических аппаратов осуществляют пять специальных центров связи, расположенные в Мурманске, Москве, Вологде, Красноярске и Владивостоке. [2]

Методы ДЗЗ позволяют проводить контроль объектов, различающихся между собой по спектральной отражательной способности. Данные методы позволяют наблюдать анализ

изменений, выявлять катастрофические изменения, происходящие с объектами в результате аварий, катастроф и стихийных бедствий, решать задачи в разных областях техносферы на основе полученной информации. [3]

При космическом мониторинге спутниковые данные и наземные отчеты ассимилируются для оценки текущего состояния лесной системы с точки зрения риска лесных пожаров, активных пожаров и вероятного развития пожаров и дымовых шлейфов. Такая оценка может использоваться для активного управления датчиками и активами для получения дополнительной информации. Этот процесс постоянно связан с новыми моделями обновления данных о пожарах, ведущих к дальнейшему зондированию и обновлению моделей.

В последние десятилетия количество лесных пожаров увеличилось из-за увеличения активности человека и изменения климата. Быстрое оповещение о лесных пожарах - очень важно для предотвращения их распространения. Так в июле 2020 года по регулярным данным со спутников и снимкам со спутников был обнаружен пожар на площади 4,8 га на территории лесного массива в Красноярском крае. Пожар был успешно и быстро локализован благодаря ускоренному процессу выявления зоны поражения. [4]

Возобновление роста растительности после пожара важно для создания здоровых растительных сообществ в лесах. Отслеживать этот прогресс может быть непросто, особенно в облачных условиях или когда данные зависят исключительно от оптических измерений.

Однако данные радара сейчас используются как средство для лучшего понимания того, как растительные сообщества восстанавливаются после пожаров. Такие измерения будут важны для наших прогнозов изменения климата из-за способности растительности поглощать углерод, а также для прогнозирования будущих пожаров.

В нескольких странах параллельно были разработаны приложения способные автоматически фиксировать лесные пожары на основе данных радиометров, входящих в состав бортового измерительного комплекса спутника. Комбинация алгоритмов автоматического обнаружения и визуального просмотра изображений, а также наложения информации на карту составляет основу интерактивных технологий обнаружения и мониторинга лесных пожаров.

В ходе исследования авторами определены особенности ежедневного мониторинга и космических аппаратов среднего и высокого разрешения для прогнозирования бедствий и реагирования на них.

Список использованных источников:

1. Электронный ресурс: https://www.roscosmos.ru/29584/, (дата обращения 24.02.2021)

2. Электронный ресурс: https://www.mk.ru/social/2017/11/12/ot-pozharnoy-kalanchi-do-sputnikov-na-orbite.html, (дата обращения 25.02.2021)

3. Электронный ресурс: https://fireman.club/inseklodepia/kosmicheskiy-monitoring/, (дата обращения 25.02.2021)

4. Электронный ресурс: https://newinform.com/234733-moshchnyi-prirodnyi-pozhar-voznik-v-neprohodimoi-chashche-lesa-pod-krasnoyarskom?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop, (дата обращения 25.02.2021).

Анализ экологических рисков применения ракетно-космической техники

Салимгареева В.Р.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Метечко Л.Б.

МАИ, Москва

В настоящее время космические исследования позволяют государству наращивать мощь и конкурентоспособность на мировой арене, тем самым, рассматриваются как совокупность технологичных платформ и программ, требующих научно-исследовательской работы в разных отраслях производства. Авторы данной работы, анализируя международный опыт внедрения космических проектов, подчеркивают тот факт, что ведущие страны мира неуклонно стараются наращивать свой потенциал в данной отрасли.

Актуальностью данного исследования является попытка оценить перспективы сохранения экологической безопасности в аспекте экспансивного развития изучения космоса.

Целью данной работы является рассмотрение современных этапов развития РКТ в необходимости оценивания воздействий ракетно-космической промышленности на окружающую среду, что должно увеличить показатели экологической чистоты и результативного использования ракетно-космической техники (РКТ).

Проведя анализ многих научных трудов авторы данной работы признают фатальность негативных последствий эксплуатации РКТ и отмечают основные проблемы:

1. деструкция озонового слоя;

2. засорение ближнего космоса частями отработанных космических аппаратов;

3. засорение атмосферы окислами металлов, углерода, азота.

Заменив, что производство и эксплуатация РКТ неблагоприятно влияют на экологию, авторы отмечают следующие специфические факторы:

• Контаминация атмосферы;

• Опасность аварий при производстве, хранении и транспортировке топлива для ракет-носителей;

• Радиоэлектронное излучение.

Показана сложность постоянного отслеживания загрязнения в околоземном пространстве. Предложены следующие направлениями работы:

• Мониторинг среды обитания для быстрого и качественного отслеживания состояния окружающей среды (атмосферы и ближнего космоса) с целью своевременного реагирования на экологически опасные условия.

• Усовершенствование каталогов поврежденных участков для грамотного контроля воздействия РКТ.

• Введение мониторинга атмосферы ближнего космоса

• Основной компонент ракетного топлива – гептил заменить на керосин или другое углеводородное горючее.

• Технические способы (улучшение конструкции двигателей космических аппаратов для лучшей маневренности; снижение веса агрегатов),

• Технологические усовершенствования (рост срока службы аппаратов, инновации по утилизации объектов в космосе и околоземном пространстве).

По результатам исследования авторы работы делают выводы:

1) необходимо провести сокращение негативного влияния РКТ за счет применения технологически и технически новых решений;

2) необходимо совершенствовать процедуру мониторинга последствий использования РКТ (к примеру, за счет каталогизации зон загрязнения) и систематически оценивать изменения экологического состояния околоземного пространства;

3) требуется быстрое решение выявляемых проблем;

4) следует утвердить зону околоземного пространства как экологически охраняемый объект.

Список использованных источников:

1. Загрязнение от ракетно-космической деятельности // Зеленый мир. — 2003.

2. Космонавтика. Маленькая энциклопедия. Гл. ред. В.П.Глушко. 2-е изд., дополненное. М., Советская энциклопедия. — 1970 г.

3. Михайлов В.П. Ракетные и космические загрязнения: история происхождения. — М., 1999.

4. Новиков Л.С. Космическая экология: взаимодействие ракетно-космической техники с окружающей средой (две стороны проблемы) // Инженер. экология. — 1999.

5. Astronautics and Aeronautics. Chronology of Science, Technology and policy. Washington, NASA historical office. — 1970 г.

Системы жизнеобеспечения. Анализ российского сегмента МКС

Сафронова К.П., Петелин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Белявский А.Е.
МАИ, Москва

Перспективные планы по освоению дальнего космоса заставляют задуматься о модернизации систем жизнеобеспечения пилотируемых космических аппаратов в направлении их автономности, безотказности и энергоэффективности. Подобного рода разработки системы жизнеобеспечения (СЖО) либо уже применялись на станциях предыдущего поколения, либо проходили экспериментальную отработку в виде научных экспериментов на борту МКС. Опыт эксплуатации систем жизнеобеспечения российского сегмента МКС, полученный более чем за двадцать лет непрерывного присутствия человека на околоземной орбите является основой для создания облика обитаемых космических станций будущего. Анализ существующих систем является важнейшей задачей при проектировании новых систем СЖО.

СЖО человека в пилотируемом космическом аппарате создаются на базе двух принципов:

1. На запасах расходуемых веществ, взятых с Земли;
2. На основе процессов регенерации и круговорота веществ в замкнутой системе.

На данный момент на российском сегменте МКС, как и на всей станции в целом, наиболее реализуемым является принцип, основанный на сочетании этих подходов, с преобладанием первого и элементами регенерации некоторых ресурсов на основе методов физической химии.

Естественный массообмен человека с окружающей средой или внутренним объёмом космического аппарата, в частности, и определяет структуру СЖО по совокупности присущих ей задач. Структура СЖО РС МКС в полной мере определяется следующими составными элементами.

Система обеспечения газового состава (СОГС) – совместно со средствами газового анализа, а также с набором средств контроля и регулирования давления поддерживает газовый состав атмосферы станции, наиболее близкий к условиям земной атмосферы. Основным средством кислородообеспечения на РС МКС является система «Электрон-ВМ», которая способна обеспечить кислородом экипаж до шести человек. Для удаления вредных примесей в состав основных средств очистки атмосферы входит система удаления углекислого газа «Воздух», а также система удаления вредных примесей – «блок микропримесей (БМП)».

Система водообеспечения (СВО) – необходима, чтобы обеспечивать возможность хранения и подачи воды в условиях невесомости для питья, восстановления сублиматов и санитарно-гигиенических процедур. В состав СВО РС МКС входит как система регенерационного типа – система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги (СРВ-К2М), так и системы, обеспечивающие создание запасов воды – системы хранения «Родник» и «СВО-ЗВ».

Средства Санитарно-гигиеническое обеспечения (ССГО) – предназначены для сбора и временного хранения твёрдых и жидких отходов жизнедеятельности человека. Используется ассенизационно-санитарное устройство со средствами приема и консервации урины (АСУ-СПК-УМ). Система функционирует на основе двух принципов: создание транспортирующего потока жидкости и газообразных примесей, а также раздельный приём жидких и твёрдых отходов.

Применение устройств виртуальной реальности для моделирования симптомов космической болезни движения

Скобелев Е.М.
Научный руководитель — к.м.н. Швед Д.М.
МАИ, Москва

Устройства виртуальной/дополненной реальности все чаще находят применение в самых различных областях человеческой деятельности – начиная от сферы развлечений и спорта, вплоть до образования, научных исследований и медицины.

Так, по прогнозу BI Intelligence, к концу 2020 году общемировой рынок технологий виртуальной и дополненной реальностей в здравоохранении достигнет почти 3 миллиардов долларов [1]. В основном эти технологии будут применяться для обучения врачей и реабилитации пациентов.

Однако одним лишь обучением потенциал VR/AR-устройств не ограничивается. Реабилитация пациентов – ключевой этап на пути к восстановлению. Так, многие пациенты, потерявшие конечности в результате травмы, могут столкнуться с синдромом фантомных болей. Это может выражаться в ощущении жжения, зуда или болевых ощущений на месте утраченной части тела. До недавнего времени в медицине не имелось достаточно эффективных способов избавления от фантомных болей.

В Технологическом Университете Чалмерса (Chalmers University of Technology) в Швеции пациенту с ампутированной рукой подключили датчики, которые снимали сигналы с сокращавшихся мышц, а компьютер транслировал эти сигналы в движения виртуальной руки, отображавшейся в очках VR. Причём пациент мог с помощью этой рук управлять виртуальным автомобилем.

То есть мозг получал визуальное подтверждение того, что конечность, которой он пытается управлять, существует и реагирует на сигналы. Как отметил пациент, интенсивность болей после этого уменьшилась, и возникать они стали реже [2].

Эффект примечателен тем, что иллюстрирует возможность купирования возникающих иллюзорных реакций при помощи средств виртуальной реальности. В космической отрасли это так же может быть полезно для минимизации симптомов космической болезни движения (КБД), возникающей в начальный период приспособления космонавта к условиям невесомости.

На данном этапе у космонавтов могут развиться атипичные сенсомоторные и вегетативные реакции, отражающие изменение работы физиологических систем организма, отвечающие за получение и обработку сенсорной информации, а так же последующее формирование целостных моторных реакций. С космической болезнью движения по различным оценкам сталкивается от трети до половины космонавтов [3].

Это явление снижает работоспособность космонавтов во время их адаптации. Космонавты так же отмечают, что высокая двигательная активность, например, резкие движения головой в первые дни после начала полета, становились основным фактором, который провоцировал развитие вегетативных и иллюзорных реакций.

В краткосрочных полетах на орбиту важность для миссии представляет лишь период адаптации к невесомости, но в долгосрочной пилотируемой экспедиции на Марс экипажу потребуется высаживаться на его поверхность для осуществления своей профессиональной деятельности. При этом им так же потребуется адаптироваться к переходу от условий невесомости к работе в условиях марсианской силы притяжения. Ресурсы экспедиции будут серьезно ограничены, что накладывает дополнительные требования к эффективности его работы. Поэтому так важно, чтобы по прибытии к Марсу космонавты смогли быстро адаптироваться и начать выполнять рабочую программу.

При подготовке космонавтов используются различные стенды и системы, позволяющие моделировать влияние состояния невесомости на организм и проводить для космонавтов соответствующие тренировки, однако использование VR/AR-устройств может сделать их более эффективными.

Симптомы КБД имеют много общего с проявлением так называемого «разрушительного технологического расстройства» (англ. disruptive technology disorder). Возникающий синдром укачивания – один из симптомов данного расстройства, который представляет из себя частный случай кинетоза — болезни движения, вызванной тем, что зрительное и вестибулярное восприятия движения не совпадают. Данный эффект часто наблюдался в ранних разработках VR-шлемов. И если такие эффекты проявлялись в виде ошибки, то их так же можно создать целенаправленно.

Это позволит подготовить космонавтов к воздействию симптомов КБД в земных условиях, что должно помочь им адаптироваться во время настоящего космического полета. При этом такая черта виртуальной реальности, как возможность моделирования различных объектов без привязки к земным условиям, принесет возможность проводить подготовку экипажа с учетом параметров требуемой среды, например, к марсианской, и отрабатывать деятельность экипажа в условиях, наиболее приближенных к тем, с которыми они встретятся во время реальной миссии.

Список использованных источников:

1. Маслов Е.А., Хаминова А.А., Внедрение современных технологий виртуальной и дополненной реальности в креативные индустрии: тенденции и проблемы, Гуманитарная информатика, вып. 10, 2016

2. Сайко А.В., Современное состояние проблемы фантомной боли, Международный неврологический журнал №4 (98), 2018

3. Корнилова Л.Н., Наумов И.А., Глухих Д.О., Нейросенсорные механизмы космического адаптационного/реадаптационного синдрома, результаты исследований 1984-2014 гг.

Офтальмологические проблемы в космической медицине

Скрипник Е.М.

Научный руководитель — профессор, к.м.н. Воронков Ю.И.

МАИ, Москва

В настоящее время стремительно развивается наука и техника сверхскоростных средств передвижения в космическом пространстве. Что позволит в будущем осуществлять длительные пилотируемые космические полеты. Большая, можно сказать основная, роль придается предварительному и периодическому медицинскому осмотру, где одно из важных мест занимает офтальмологическое обследование. Данная проблема является серьезной, т.к. на ухудшение зрения жалуются две трети космонавтов.

Исследования показывают, что в условиях микрогравитации происходит повышение внутреннего давления, в первый час на 20-25%, происходит космический нейроокулярный синдром – SANS, т.е. синдромом нарушения зрения и внутричерепного давления. Основным объяснением повышения внутреннего давления у космонавта является – перераспределение жидкости в организме. В условиях гипо- и микрогравитации увеличивается кровенаполнение органов головы и шеи, в том числе и сосудистой оболочки глаза. Следовательно, происходит уменьшение внутриглазного объема, что приводит к увеличению внутреннего давления. Это приводит к уплощению глазного яблока и как следствие перенапряжение глазного нерва. У космонавтов наблюдается ухудшение зрения именно вблизи, следовательно, очень важно исследовать аккомодацию человеческого глаза. Под аккомодацией подразумевается способность глаз обеспечивать четкое и ясное изображение объектов, которые находятся на среднем и ближнем расстоянии от сетчатки.

ИМПБ совместно с ИППИ проводят эксперименты с помощью сухой иммерсии и прибора аккомодографа, который измеряет аккомодацию и исследует состояние цилиарной мышцы. Преимущество метода компьютерной аккомодографии заключается в точности изменений, она позволяет более точно характеризовать выявляемые нарушения. Измерения происходят в начале эксперимента и в конце, они подтверждают гипотезу о том, что аккомодация влияет на зрение человека в условиях невесомости, это показывают

полученные графики аккомодограммы. Аккомодограмма позволяет оценивать показатели функционирования цилиарной мышцы.

Основными задачами является:

• Выбрать язык анализа данных для графиков аккомодограммы.

• Найти более удобные коэффициенты для оценки аккомограмм.

• Выявить метод математической обработки результатов исследования.

В докладе обсуждаются результаты модельных наземных экспериментов и возможные методы математического моделирования физиологических процессов, происходящих в органах зрения космонавта в неблагоприятных условиях пилотируемого космического полета.

Список использованных источников:

1. Мадер Т.Х., Гибсон CR, Пасс А.Ф. и др. Отек диска зрительного нерва у космонавта после повторного длительного космического полета. J Нейроофтальмология. 2013

2. Ли, А.Г., Мадер, Т.Х., Гибсон, С.Р. и др. Нейроокулярный синдром, связанный с космическим полетом (SANS), и нейроофтальмологические эффекты микрогравитации: обзор и обновление. npj Microgravity 6, 7 (2020).

3. Жаров В.В., Лялин А.Н., Конькова Л.В. и др. Синдром хронического зрительного утомления и дизадаптационная близорукость // Проблема офтальмологии. 2006. № 1. С. 52-55

Анализ ультрафиолетового облучения разных доз на семена растений

Тудупова Д.Б.

Научный руководитель — доцент, к.фарм.н. Солдаткин В.С.

ТУСУР, Томск

Как известно, правильно подобранные спектры для освещения оказывает влияние на скорость роста растений. Известный ученный McCree K.J. в своей работе [1] провёл исследования на двадцати двух видах растений, обучая их в видимом диапазоне оптического спектра (от 350 до 750 нм длин волн) и измеряя поглощение растениями CO2. Он установил закономерность, что для всех видов и условий кривая квантового выхода имела два широких максимумы с центрами на 620 и 440 нм и с плечом на 670 нм.

В настоящее время уже существуют вегетационные установки для выращивания травянистых растений при искусственном освещении. Но воздействие УФ излучения на скорость прорастания и всхожесть салата, по нашем данным, не исследована.

Целью работы является исследование воздействия ультрафиолетового излучения на всхожесть семян травянистых растений.

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

• Провести аналитический обзор современной научно-технической литературы по воздействию оптического излучения на семена растений

• Разработать методику проведения исследований влияния воздействия ультрафиолетовым излучением на всхожесть семян растений.

• Провести исследования влияния воздействия ультрафиолетовым излучением на всхожесть семян травянистых растений.

Методика эксперимента

Для проведения исследования были выбраны облучатель ультрафиолетовый кварцевый ОУФК – 01 мощностью 125 Вт, излучающий в диапазоне длин волн от 230 до 400 нм: УФ-А (315–400 нм) – не более 21%, УФ-В (280–315 нм) – не более 25%, УФ-С (230–280 нм) – не более 11%. И УФ диод CUN66A1B производства Seoul Viosys: номинальное прямое напряжение 3,6 В при значении прямого тока 500 мА, оптическая мощность излучения 1 Вт, угол излучения по уровню 0,5 от максимума 120 градусов, длина волны 365 нм. Тепловое сопротивление 3,8 К/Вт. КПД 55 %.

По результатам расчётов и анализа литературных данных, были выбраны следующие режимы для проведения исследований:

• 1 – облучение семян салата (15 шт.) ОУФК – 01 на расстоянии 15 см, 15 мин.

• 2 – облучение семян салата (15 шт.) ОУФК – 01 на расстоянии 15 см, 10 мин.
• 3 – облучение семян салата (15 шт.) ОУФК – 01 на расстоянии 15 см, 5 мин.
• 4 – облучение семян салата (15 шт.) УФ диодом на расстоянии 3 см, 10 мин.
• 5 – облучение семян салата (15 шт.) УФ диодом на расстоянии 3 см, 5 мин.

Для проведения экспериментальных исследований использовались нормальные климатические условия: температура окружающего воздуха (20 ± 3)ºС, относительная влажность воздуха (75 ± 5)%, атмосферное давление (745 ± 5) мм рт. ст.

Для проведения исследований были выбраны семена растений салата «Лолло Биодна» среднеспелого сорта, листового салата: листья светло-зелёные, нежные отличного вкуса. ГОСТ Р 52171-2003.

Характерные размеры семян салата были измерены и проанализированы непосредственно перед экспериментом: длина (4 ± 0,5) мм, ширина 1,25 ± 0,25) мм.

Результаты исследований показали, что преимуществом обладают образцы № 1, № 2 и № 4. Данные образцы были облучены в течении 15 и 10 минут соответственно.

Заключение

В результате работы проведён аналитический обзор современной научно-технической литературы по воздействию ультрафиолетового излучения на семена растений, разработана методика проведения исследований влияния воздействия ультрафиолетовым излучением на всхожесть семян растений. Проведены исследования влияния воздействия ультрафиолетовым излучением на всхожесть семян травянистых растений, установлено, что УФ излучение повышает всхожесть в соотношении 11 к 6. За 4 дня взошли 11 шт. из 15 облучённого салата с наибольшим временем облучения и 6 шт. из 15 необлучённого.

Список использованных источников:

1. McCree K.J. Action Spectrum, Absorptance and Quantum Yield of Photosynthesis in Crop Plants // Agricultural Meteorology. – 1972. – No 9. – pp. 191-216.

2. Официальный сайт «LEDs Magazine». [Электрон-ный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ledsmagazine.com/blogs/article/14038790/balance-taste-nutrition-and-crop-yield-with-uv-light-exposure (дата обращения: 21.09.2020 г.).

3. Бушланова К.В., Незнамова Е.Г. Исследование влияния искусственного освещения на травянистые сельскохозяйственные растения // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 221-223.

4. Официальный сайт «Новости сибирской науки» Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sib-science.info/ru/heis/v-tpu-15072020 (дата обращения: 21.09.2020 г.).

5. Михальченко Т.С., Шардина А.О., Юлдашова Л.Ш., Солдаткин В.С. Влияние ультрафиолетового излу-чения на микроорганизмы в водной среде // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2019. – № 1-2. – С. 24-26.

Анализ современных средств защиты от инфразвука

Ульянкин А.И., Демина П.Н., Мымрина В.П.
Научный руководитель — Кабанов А.С.
МАИ, Москва

В современном мире человечество стремится обеспечить максимальную безопасность труда работников предприятий и минимизировать риски негативных воздействий различных физических факторов. Одним из таких факторов является инфразвук.

Целью данной работы является анализ современных средств защиты от инфразвука для уменьшения рисков в области охраны здоровья и безопасности труда работников предприятий.

В настоящее время на предприятиях используется мощная производственная техника, которая создаёт звуковые волны низких частот. Увеличение воздействия низкочастотного

звукового спектра создаёт необходимость использования средств защиты от инфразвука, и обуславливает актуальность их анализа для применения на практике.

Инфразвук (инфразвуковой шум) — это акустические колебания в диапазоне частот до 20 Гц. Источниками инфразвука в современном производстве являются кондиционеры, промышленные вентиляторы, турбины, компрессоры, вибрационные площадки, печи, тяжелые машины с вращающимися частями, двигатели и др. Инфразвук также создают космические летательные аппараты. Максимальные значения акустических колебаний низкочастотного диапазона от промышленного оборудования составляют 100-110 дБ. [1,2]

Согласно данным «Федеральной службы государственной статистики» в 2018 году, по сравнению с 2017 годом, процент работников, работающих под воздействием таких факторов производственной среды, как шум, ультразвук и инфразвук, увеличился. [3]

Многочисленные исследования показывают, что звуковые волны очень низкой частоты (<20 Гц) оказывают выраженное негативное воздействие не только на органы слуха человека, но и на нервную, дыхательную, сердечно-сосудистую и эндокринную системы. [2]

В 2020 году португальскими учеными в журнале «Experimental and Molecular Pathology» были опубликованы результаты эксперимента по воздействию инфразвука высокой интенсивности на крыс. В опыте участвовали 2 группы крыс по 36 особей: одна группа подвергалась воздействию звука высокой интенсивности и очень низкой частоты (2-20 Гц/120 дБ), другая являлась контрольной. Каждую группу разделили на 3 подгруппы и через 1, 6 и 12 недель крыс усыпили и исследовали. Результаты эксперимента показали, что воздействие высокоинтенсивного инфразвука на крыс вызывает структурные изменения предсердий с усилением интерстициального фиброза и снижением концентрации Коннексина 43(CX43) в предсердиях. [4]

Сложность вопроса защиты от инфразвукового воздействия обусловлена его физическими особенностями, из-за которых стандартные способы защиты от шума малоэффективны.

Существуют методы борьбы с инфразвуком в источнике его возникновения, для чего могут применятся механические преобразователи частоты и глушители шума интерференционного, камерного, резонансного или динамического типов. Изменение режима работы устройства или его конструкции также может решить проблему.

Применение метода звукоизоляции инфразвука на практике не представляется возможным, так как для этого требуются мощные строительные конструкции с массой одного квадратного метра более 100 000 кг. [5]

Метод звукопоглощения может быть реализован с помощью резонирующих панелей типа конструкций Бекеши, эффективность поглощения которых может достигать октавы по частоте.

В качестве индивидуальных средств защиты целесообразным является использование специальных противошумных шлема и жилета, обладающих акустической эффективностью в области инфразвуковых частот. [2]

Таким образом делается следующий вывод: в связи с малой эффективностью средств защиты человека от волн инфразвукового диапазона на сегодняшний день и актуальностью этой темы, возникает необходимость дальнейших исследований в данной области. Наиболее эффективным средством защиты на текущий момент можно считать снижение производимого устройствами шума, поэтому влияние инфразвука необходимо учитывать при разработке технологического оборудования.

Список использованных источников:

1. Измеров Н.Ф., Кириллова В.Ф. Гигиена труда: учебник - 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2016. 480 с.: ил.

2. И.В. Зинкин, С.К. Солдатов, А.В. Богомолов и др. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука. [Электронный ресурс] / Технологии гражданской безопасности. Том 12. 2015. №1 (43). С.:90-96. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-zaschity-naseleniya-ot-nizkochastotnogo-shuma-i-infrazvuka (Дата обращения: 29.01.2021).

3. Агеева Л.И., Александрова Г.А., Зайченко Н.М. и др. Здравоохранение в России: стат. сб. / Росстат. М., 2019. 170 с.

4. A. Lousinha, G. Pereira, G. Borrecho и др., Atrial fibrosis and decreased connexin 43 in rat hearts after exposure to high-intensity infrasound [Электронный ресурс] / Experimental and Molecular Pathology 114. 2020. URL: https://doi.org/10.1016/j.yexmp.2020.104409 (Дата обращения: 17.02.2021).

5. С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков и др. Охрана окружающей среды: учеб. пособие для техн. спец. вузов: под ред. С.В. Белова. 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк. 1991. 319 с.: ил.

Разработка системы оценки качества взаимодействии человека-оператора с машинным звеном, при помощи объективного контроля его действий и психофизиологического состояния

Фетисов И.Р., Боярский Г.Г.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Хаустов А.И.

МАИ, Москва

В работе рассматривается проблематика объективизации оценки качества работы человека при использовании человек-машинных интерфейсов (ЧМИ).

С начала развития первых человек-машинных систем и до настоящего времени существует проблема объективизации оценки действий оператора и его психофизиологической активности при взаимодействии с ЧМИ.

Проблематика субъективности оценки качества управления снижает общую надежность и безопасность человек-машинных систем.

Необходимо радикальное изменение подхода к процессу проектирования систем, путем разработки и внедрения систем объективного контроля действий и состояния оператора.

Решением этой проблемы может стать согласованная методика объективного контроля качества взаимодействия человека и ЧМИ, основанная на снятии и обработке психофизиологических, психических и функциональных параметров организма оператора для получения информации о состоянии.

Методика высокого уровня включает в себя: требования к модели исследования, характеру и качеству получаемых объективных данных, математическому аппарату обработки результатов эксперимента и их интерпретации.

Используя объективные данные о состоянии оператора можно делать выводы о функциональности, удобстве работы с интерфейсом и безопасности системы, а также о трудоспособности оператора и качестве управления.

На первом этапе определены метрики оценки, и исследуемые параметры на человеке-операторе. На втором этапе разработана структура и состав системы объективного контроля, ее принцип работы и способы размещения в составе тренажера летательного аппарата(ЛА).

На третьем этапе будет проведена отработка отдельных компонентов системы объективного контроля, разработаны алгоритмы обработки и сведения разнородных данных в единую систему мониторинга и анализа.

Разработанный подход позволит в последствии не только проводить оценку качества действий оператора, но и отрабатывать взаимодействие оператора ЧМИ с интеллектуальными бортовыми помощниками, и новыми типами интерфейсов.

Анализ влияния космической погоды на глобальные навигационные системы и на космическую деятельность в целом

Ханеева Т.В.
Научный руководитель — Пичужкин П.В.
МАИ, Москва

Космическая погода представляет собой совокупность явлений, происходящих в солнечной атмосфере, межпланетной среде, околоземном космическом пространстве, в верхних слоях земной атмосферы, и включает: электромагнитные излучения, солнечные и галактические космические лучи, а также радиационные пояса.

Например, солнечные события, такие как вспышки, генерируют сильное электромагнитное излучение — от ультрафиолетового до рентгеновского и гамма-диапазонов, которые меняют среду распространения радио сигнала. Данные явления приводят к повышенному торможению низкоорбитальных спутников, Международной космической станции, влияют на траектории и время жизни спутников на орбите. Кроме влияния на электронику и работу оборудования самих спутников, космическая погода мешает распространению радиоволн таких навигационных систем как: GPS — Global Positioning System, ГЛОНАСС — Глобальная навигационная спутниковая система, Galileo. Так, когда ионосфера Земли становится турбулентной и неоднородной (из-за большой ионизации слоя) сигнал GPS как от одного, так и от нескольких спутников может быть потерян.

Галактические космические лучи являются одним из основных источников радиационной опасности в космосе, они определяют радиационные дозовые нагрузки на космонавтов на околоземных и межпланетных орбитах. Особое влияние испытывает центральная нервная система. Возможные риски, которые могут появиться во время космических полётов — это изменение когнитивной функции, в том числе кратковременные провалы в памяти, сбой в двигательной функции и изменение поведения человека. Также особую опасность представляют собой радиационные пояса, формирующиеся в магнитосфере Земли (внешний и внутренний пояса Ван Аллена). Хотя частицы радиационных поясов обладают меньшим ионизирующим эффектом, чем галактические космические лучи, они достаточно сильно влияют на материалы спутников, особенно на полупроводниковые элементы солнечных батарей и вызывают сбои в работе электроники.

Таким образом, следует выделить следующие основные принципы, которые должны приниматься во внимание при решении выше упомянутых проблем:

• Комплексность. Необходимо проводить круглосуточные наблюдения всех необходимых гелиогеофизических параметров. Вопрос о достоверности измерений солнечного ветра и межпланетного магнитного поля в точке либрации детально исследован. Показано, что достоверность наблюдения возмущений крупного размера выше 90%.

• Целевой характер. Приоритет должен отдаваться мониторингу (вычислению) параметров, непосредственно необходимых для работы конкретных технических систем.

Список использованных источников:

1. Под редакцией члена-корреспондента РАН Петруковича А.А., Мёрзлого А.М., Хабибулина С.Ю. Практические аспекты гелиогеофизики // материалы специальной секции «Практические аспекты науки космической погоды» одиннадцатой ежегодной конференции «Физика плазмы в Солнечной системе» 17 февраля 2016.(Электронный ресурс)
URL: http://iki.cosmos.ru/books/2016gelioph.pdf (дата обращения 23.02.2021).

2. Кузнецов В.Д. Космическая погода и риски космической деятельности // научная статья 2014.(Электронный ресурс)
URL: https://www.energia.ru/ktt/archive/2014/03-2014/03-01.pdf (дата обращения 19.02.2021)

3. Christensen-Dalsgaard J. Lecture Notes on Stellar Oscillations 2003. 268 с. (Электронный ресурс)
URL: http://w.astro.berkeley.edu/~eliot/Astro202/2009_Dalsgaard.pdf (дата обращения 15.02.2021)

Распространение космического мусора в околоземном пространстве

Царёв Р.Н., Зыкин И.А.
АО ИСС, Железногорск (Красноярский край)

Меры для минимизации интенсивности техногенного засорения космоса имеют чрезвычайную необходимость. Эта проблема настолько весома, что даже если человек прекратит космическую деятельность, мусор продолжит множиться в околоземном космическом пространстве, чему способствует эффект саморазмножения космического мусора. При экстраполяции существующих условий засорения низкой околоземной орбиты, даже с учетом мер по снижению в будущем числа орбитальных взрывов и других мероприятий по уменьшению техногенного засорения, этот эффект может в долгосрочной перспективе привести к катастрофическому росту количества объектов орбитального мусора на низкой околоземной орбите и, как следствие, к практической невозможности дальнейшего освоения космоса.

Космический мусор, сталкиваясь, разбивается на осколки, которые все больше засоряют орбитальную область. Это явление называется «каскадным эффектом», или «эффектом Кесслера». При этом популяция космического мусора там будет увеличиваться количественно, даже если не будет притока новых космических объектов извне, а количество фрагментов от столкновений в соответствии с “эффектом Кесслера” — расти экспоненциально.

Практическое использование ближней области космического пространства ограничено в использовании из-за многочисленных запусков искусственных спутников. Развитие этого явления описано в модели Кесслера. Потенциальным источником космического мусора является любой объект, запускаемый в космическое пространство, а с ростом количества таких объектов на околоземной орбите также увеличивается риск лавинообразного развития мусора. Учитывая тот факт, что по мере увеличении высоты нахождения мусора совершенно несущественным становится эффект его самоторможения, а влияние атмосферы, солнечного ветра и притяжения Луны не могут в значительной мере повлиять на существование данных объектов в космическом пространстве, могут пройти сотни и тысячи лет, прежде чем мусор попадет в атмосферу и сгорит в ее плотных слоях.

Цепная реакция столкновений космического мусора образует все большее количество обломков, из-за чего околоземное пространство может и вовсе стать непригодным для полетов.

Открытым остается лишь вопрос о методах уборки околоземного пространства. Ни одна из стран не торопится вкладывать средства в проекты по очистке космического пространства от деятельности человека, хоть это и довольно весомая проблема, а большинство проектов по очищению либо находятся на стадии проекта, либо на уровне студенческой разработки.

Список использованных источников:

1. И. Черный. Космический мусор и его коллеги. «Новости космонавтики», 2014.

Разработка системы переработки неиспользуемой биомассы растений

Черемушкин Г.А.
Научный руководитель — к.т.н. Белявский А.Е.
МАИ, Москва

С момента первого пилотируемого космического полета совершенного в 1961 экспансия человека в космосе не прекращалась. Росло количество выведенных на орбиту Земли спутников, зонды “Вояджер” устремились за пределы нашей солнечной системы. Возможность полета к другим планетам перестала казаться только мечтой.

Одной из проблем осуществления длительного пилотируемого полета к другим планетам является обеспечение экипажа необходимым запасом питательных веществ. Эта задача требует создания большого запаса продуктов питания на борту космического корабля или применения регенеративных технологий. Такими технологиями могут выступать космические оранжереи.

Возможность роста растений в космосе и сохранение ими своих свойств было доказано в многочисленных наземных и орбитальных экспериментах, таких как экспонирование сухих и увлажненных прорастающих семян на искусственных спутниках Земли и первых орбитальных станциях как советскими, так и зарубежными учеными. [1,2]. Однако для обеспечения сбалансированного питания космонавтов потребуется выращивание большого количества разнообразных сортов, среди которых могут встречаться виды с большим отходом биомассы непригодной к употреблению в пищу. Для переработки таких отходов и повышения эффективности работы космических оранжерей потребуется создание соответствующей установки, в основе работы которой будет заложена жизнедеятельность специальных видов грибов и микроорганизмов. Их жизнеспособность в условиях космического полета уже была доказана [3]. В работе рассматривается возможность создания и эффективного применения данной установки в условиях космоса. Для этого в системе автоматизированного проектирования создается экспериментальная модель согласно которой происходит аналитическое математическое моделирование.

Список использованных источников:

1. Платонова Р.Н., Ольховенко В.П., Парфенов Г.П., Лукин А.А., Чучкин В.Г. Влияние факторов космического полёта и повышенной температуры на семена диплоидной и тетраплоидной гречихи. // Изв. АН СССР, Сер. биол. – 1977. — №1. – С. 65-71.

2. Парфенов Г.П. Невесомость и элементарные биологические процессы. // Проблемы космической биологии. – 1988. Л., — Т. 57. — С. 145-154.

3. Понизовская В.Б., Дьяков М. Ю., Ильин В. К., Антропова А. Б., Биланенко Е. Н., Мокеева В. Л. Влияние условий космического полёта на жизнеспособность микромицетов.// Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2017 72(1):9-15

Оценка акустического воздействия при проведении экологического анализа проекта частного космодрома в центральной России

Шарипов Т.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.

МАИ, Москва

Цель работы – проведение экологического анализа, в части влияния на окружающую среду, проекта частного космодрома в центральной России для принятия решения о возможности его реализации и предотвращения экологических рисков.

Задачи: конкретизация направления экологического анализа; изучение специфики экологического анализа проекта, предусматривающего эксплуатацию ракетно-космической техники; выделение исходных данных и требований к проекту; проведение расчётов для определения зоны влияния на окружающую среду; выбор варианта реализации проекта, при котором экологический риск сведет к минимуму.

В настоящее время в мире возникла тенденция развития частной космонавтики. В России также начали появляться частные компании, для которых очень важно создавать коммерчески выгодные проекты. Как пример – проект в области космического туризма, реализация которого предполагает создание космодрома в центральной части России. Но для этого нужно провести предварительную оценку проекта, одним из этапов которой и является экологический анализ.

Исследования проводились в рамках методики оценки влияния на окружающую среду. В частности проводился анализ акустического воздействия при эксплуатации ракетно-космической техники (работа маршевой двигательной установки на старте).

Определение предельно допустимого уровня шума и проведение расчёта санитарно-защитной зоны космодрома производилось по соответствующей действующей нормативной документации для космических комплексов и систем. Результатами расчётов стала карта распределения максимального звукового давления.

Для определения предполагаемых вариантов территорий размещения космодрома с соответствующей санитарно-защитной зоной были подробно проанализированы,

спутниковая, физическая, геологическая, топографическая и другие карты местности. Были выявлены зоны, соответствующие условиям заданным условиям ограничения, из которых выбран наиболее целесообразный вариант для более подробного рассмотрения.

Путём наложения карты распределения максимального звукового давления на кадастровую карту выбранной местности были выявлены участки, попадающие в санитарно-защитную зону предполагаемого космодрома.

Для уменьшения акустического воздействия предложены такие решения как: установка шумопоглащающих экранов; создание естественного барьера (высадка лесополосы); искусственное изменение рельефа местности; использование водяной завесы на стартовой позиции.

В целом результаты исследования показали возможность реализации проекта размещения космодрома в центральной России, однако необходимо предпринимать дополнительные меры по снижению воздействия на окружающую среду.

Внедрение метода сорбционной очистки крови в практике космической медицины

Шевелёва А.А.
Научный руководитель — Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва

К числу важнейших задач медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов относится метод сорбционной очистки крови.

С целью улучшения качества средств защиты космонавтов от воздействия радиационных поясов Земли, был проанализирован метод удаления из крови токсичных продуктов и регуляцию гемостаза путем контакта крови с сорбентом вне организма [3].

Основная цель данного метода заключается в удалении из крови токсичных продуктов и регуляцию гемостаза путем контакта крови с сорбентом вне организма [3].

В представленной работе проанализирована научная аппаратура "ГЕМОФЕНИКС".

Данная медицинская аппаратура предназначена для проведения гемосорбции по одноигольному методу с использованием гемосорбционных колонок [2].

Техническое решение для проведения данного метода является создание массообменника, который обеспечивает равномерное распределение потока крови по всему поперечному сечению массообменника [1].

Для решения технической задачи предлагается подробный анализ об изменении некоторых технических характеристик.

Для дальнейших исследований необходимо:

• Сконструировать аппарат, устройство которого должно иметь хорошую гемосовместимость, быть гидрофобной, не вызывать адгезии форменных элементов крови и не приводить к активации факторов свертывания крови [1].

• Построить математическую модель параметров в устройстве, не приводящие к избыточному сопротивлению потока крови при проведении гемоперфузии [1].

• В конструкции устройства должны отсутствовать участки образования застоя, турбулентности, централизации потока крови, а гидрофобные материалы, его составляющие, препятствовать агрегации на гетерогенной поверхности тромбоцитов и предупреждать запуск системы коагуляции в экстракорпоральном контуре [1].

Список использованных источников:

1. Казаков Ф.И., Кирковский В.В. "Корпус одноразового сорбционного массообменного устройства", Журнал им. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь — 2015 № 1 с. 19–23

2. Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени акад. И.П.Павлова. Биоспецифическая гемосорбция на аппарате АМПЛД-ТТ (гемофеникс) Методические указания — с. 4

3. http://www.rusmedserv.com/books/mokeev/12.htm

Перспективы и проблемы колонизации Луны

Шпилевой А.Д., Чернышук А.О., Громаков А.А.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Метечко Л.Б.
МАИ, Москва

В докладе исследовались основные характеристики, ландшафтные особенности и природные ресурсы спутника Земли и возможности его освоения.

Освоение этого небесного тела неизбежно в ближайшем будущем, что связано с преимуществами его досягаемости современной космической техникой, новыми возможностями для изучения Земли и космоса, а также получением редких дополнительных ресурсов. Следует особо отметить, что тяга человечества к новым знаниям и открытиям непреодолима, а Луна притягивала взгляды человечества уже не одно тысячелетие.

Проведен краткий анализ основных характеристик небесного тела, особенностей его поверхности, состава грунта, гипотетического строения и рисков негативных космических природных явлений, которые могут воздействовать на первооткрывателей при длительной работе на Луне.

Особое внимание уделяется уникальным запасам изотопа гелия-3, несущего в себе огромный потенциал возможностей беспрецедентного нового экологически чистого способа получения энергии и способного удовлетворить в будущем энергетические потребности человечества без нанесения ущерба биосфере Земли.

В результате проведенного анализа авторами детально рассмотрены цели, проблемы и перспективы проектов колонизации Луны. Проведен сравнительный анализ 4 наиболее известных разрабатываемых в настоящий момент программ освоения Луны, российской, американской, европейской и китайской, включая перспективы научного сотрудничества. Разработаны рекомендации по размещению лунной станции, ее защите от радиации и возможных ударов метеоритов и метеороидов.

Направление №6 Робототехника, интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Секция №6.1 Роботизация

Автоматизация процессов поиска, считывания, обработки и публикации данных, размещаемых во всемирной сети

Андреев Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва

Интенсивно ведущиеся во всем мире исследования и разработки программного обеспечения в направлении Robotic Process Automation (RPA) объясняются стремлением автоматизировать работу, которую раньше приходилось делать вручную. Например, такие системы способны извлекать данные с сайтов, размещенных в сети интернет в автоматическом режиме (web scraping), сохранять их и предоставлять удобный интерфейс программирования приложений (API) для работы с ними. Уже сегодня роботы (RPA) доказывают свою эффективность в выполнении повседневных задач. Отличительной и основной особенностью RPA–систем является возможность оперирования пользовательским интерфейсом для сбора данных и управления приложениями.

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для поиска, считывания, обработки и публикации статистических данных, размещаемых в сети интернет.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Проанализировать достигнутый уровень технологий, используемых при автоматизации процессов сборки информации.
2. Выявить особенности и специфические проблемы разработки программного обеспечения робота.
3. Провести оценку влияния применяемых в автоматизации процессов технологий.
4. Провести анализ возможных путей решения выявленных проблем.

Работа посвящена решению поставленных задач и ее результатом является программное обеспечение (робот), ежедневно собирающий данные из указанных источников. Полученные данные сохраняются в реляционной базе данных для последующей обработки и конвертации в формат, удобный для дальнейшего использования и размещения в открытом доступе.

Применение робототехнических систем в космических миссиях

Антипушина Е.С.
МАИ, Москва

Важная роль в текущих и будущих космических миссиях отводится развитию робототехники, которая позволяет решать большой круг практических задач по исследованию космоса, техническому обслуживанию космических аппаратов/спутников в опасных для человеческого организма условиях [1].

Одним из факторов, негативно воздействующих на организм человека, является космическая радиация [2]. Робототехнические системы предназначены для обеспечения более безопасного пребывания человека в космосе. Первой настоящей роботизированной системой передвижения, успешно достигшей поверхности Луны, стала советская автоматическая межпланетная станция (АМС) «Луна-2» (1959г.). Далее в 1970-м году были разработаны советские АМС для изучения Луны и космического пространства – «Луна-16» и «Луна-17». Благодаря этим системам стали возможны новые научные открытия,

установлены несколько мировых рекордов, в т.ч. рекорд доставки на Землю максимальной массы лунных пород.

На современном этапе в космосе используют роботов-аватаров [3]. Среди них можно выделить такие модели как «FEDOR» (Россия) и «Робонавт-2» (P-2) (США), предназначенные для помощи космонавтам в выполнении различных задач [4, 6]. «FEDOR» – российский антропоморфный робот, в августе 2019 года «FEDOR» совершил полет на Международную космическую станцию на корабле «Союз МС-14» в центральном кресле пилота. Робот способен работать в режиме аватара под управлением оператора через систему спутниковой связи [4].

«Робонавт-2» (2014г.) также является примером современных антропоморфных роботов. Руки робота подобно человеческим имеют по пять пальцев с суставами [5, 6], что обеспечивает хватательную функцию, позволяет переключать различные коммутирующие устройства, проводить работы с человеческими инструментами. Шлем снабжен четырьмя видеокамерами, обеспечивающими ориентацию в пространстве и трансляцию сигналов на мониторы диспетчеров.

Безусловно, наука смотрит в будущее, уже планируется освоение Марса. В XXI веке Роскосмос, Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства и Европейское космическое агентство объявили полёт на Марс своей целью. И если полёт человека на Марс в настоящий момент невозможен, то использование современных робототехнических систем в беспилотных полётах позволяет получить много научных данных об этой планете. Новейшим достижением российских ученых в области космонавтики является спектрометр Atmospheric Chemistry Suite (Комплекс для изучения химии атмосферы), созданный для высокочувствительных измерений состава атмосферы, включая вулканические газы. Аппарат был использован для изучения Марса, первые данные получены в 2019г. В феврале 2021г. благодаря этому прибору состоялось очередное большое открытие – впервые в атмосфере Марса прямыми измерениями обнаружен хлороводород (газообразный галоген, HCl). Таким образом, получены инновационные данные о том, что в атмосфере Марса могут содержатся земные газы [7].

В целом, безусловными преимуществами использования робототехнических систем в космосе являются: 1) резистентность к условиям космоса; 2) возможность освоения космоса, изучения других планет и космических тел без участия человека; 3) отсутствие необходимости возвращения робота на Землю, т.е. корабль можно будет запрограммировать на полет в один конец.

Вместе с тем, существенным недостатком использования систем данного типа является большая задержка в сигнале, посылаемом к роботу, и от видеокамеры робота на Землю, что усложняет управление роботом.

Таким образом, робототехнические системы дали людям новые возможности для исследования космического пространства. В ближайшей перспективе ожидается усовершенствование существующих систем. Проводимые в настоящее время работы нацелены на устранение выявленных недостатков.

Список использованных источников:

1. Yang Gao, Steve Chien. Review on space robotics: Toward top-level science through space exploration. Science Robotics 28 Jun 2017: Vol. 2, Issue 7. DOI: 10.1126/scirobotics.aan5074

2. Gregory A. Nelson. Space Radiation and Human Exposures, A Primer Radiation Research, 185(4):349-358 (2016). Ссылка активна на 13.02.21: https://doi.org/10.1667/RR14311.1

3. S. Kishore. Robotic Embodiment Developing a System for and Applications with Full Body Ownership of a Humanoid Robot. http://hdl.handle.net/2445/100809

4. Российское государственное информационное агентство федерального уровня: https://tass.ru/. URL: https://tass.ru/armiya-i-opk/3693207

5. M.A. Diftler, J.S. Mehling, et al. Robonaut 2 – The First Humanoid Robot in Space. Proceedings — IEEE International Conference on Robotics and Automation. DOI: 10.1109/ICRA.2011.5979830
6. L. B. Bridgwater; C. A. Ihrke; M. A. Diftler, et al. The Robonaut 2 hand - designed to do work with tools. 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation. DOI: 10.1109/ICRA.2012.6224772
7. O. Korablev, K.S. Olsen, A.Trokhimovskiy, Transient HCl in the atmosphere of Mars. Science Advances 10 Feb 2021:Vol. 7, no. 7, eabe4386. DOI: 10.1126/sciadv.abe4386

Планирование траектории движения инструмента покрасочного робота при динамических ограничениях

Бабич М.В., Добрынин Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Змеу К.В.
ДВФУ, Владивосток

Особенностью маршрута покрасочных роботов является наличие обязательных припусков в начале и конце маршрута. Построение маршрута в реализованном алгоритме осуществляется при помощи секущих плоскостей данной трехмерной модели объекта. В результате пересечения секущими плоскостями получаются сечения, представленные набором ребер и ориентацией в пространстве. Ориентация в пространстве обозначается нормалью треугольника в площади которого лежит соответствующее ребро.

При построении маршрута необходимо учесть физические ограничения расположения объекта: нижняя часть объекта является труднодоступной и ее покраска невозможна, следовательно, необходимо обеспечить прокраску верхней части объекта. При необходимости нижняя часть объекта будет окрашена после нового размещения объекта на столе.

Ребра объекта последовательно объединяются в маршрут при следующих условиях:

• Нормаль треугольника, соответствующего ребру направлена в верхнюю полуплоскость;

• Ребро является смежным с последним добавленным или является первым, имеющим не более одного смежного ребра с соответствующей направленной в верхнюю полуплоскость нормалью.

После построения маршрута необходимо добавить припуски перед первым ребром и после последнего для каждого сечения.

Каждая точка маршрута инструмента при роботизированной окраске описывается структурой данных, содержащей информацию о точке на поверхности объекта и о направлении покраски, которое противоположно направленно к нормали соответствующего треугольника.

Построенный маршрут может не отвечать установленным ограничениям по скорости и ускорению, следовательно, необходим механизм для сглаживания маршрута, чтобы максимальная скорость и максимальное ускорение удовлетворяли заданным ограничениям.

В качестве метода аппроксимации была выбрана кривая Безье. Кривая Безье позволяет получить гладкую кривую. Данное свойство позволяет сглаживать для части построенного маршрута, которая не удовлетворяет заданным ограничениям, так как нет необходимости сглаживать другую часть маршрута, которая отвечает всем требованиям. Степень аппроксимации кривой Безье равна количеству аппроксимируемых точек, что позволяет получить максимально гладкую кривую.

Список использованных источников:

1. A new path-constrained trajectory planning strategy for spray painting robots - rev.1 / G. Trigatti [и др.] // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2018. – Т. 98.
2. Chen W. Path Planning for Spray Painting Robot of Workpiece Surfaces / W. Chen, D. Zhao // Mathematical Problems in Engineering. – 2013. – Т. 2013.
3. Introduction to Mobile Robot Path Planning / A. Koubaa [и др.]. – 2018. – С. 3-12.

4. Path planning scheme for spray painting robot with Bézier curves on complex curved surfaces / W. Chen [и др.] // 2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC) 2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC). – 2017. – С. 698-703.

Использование искусственных нейронных сетей в предиктивном техническом обслуживании

Брусникин П.М., Дудкин С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва

Контроль состояния систем на борту самолета является неотъемлемой частью технического обслуживания воздушных судов. Введение новых и усовершенствование существующих методов контроля обусловлено сокращением вероятности возникновения отказных состояний систем в полете и снижением нагрузки на наземный обслуживающий персонал, увеличением скорости обслуживания, сокращением времени ремонта и простоя бортов на земле, что косвенно влияет на стоимость их эксплуатации в целом. На данный момент контроль состояния сложных бортовых самолетных систем обеспечивается считыванием информации о работоспособности каждой системы из блоков ВСК, регистрацией неисправностей, выделением групп отказов, отображением состояния систем на индикаторе или планшете, инспекцией отчетов техниками на земле и последующим обслуживанием отказавших блоков, в которых возникли неисправности. Разработка функции прогноза неисправностей позволит заменять тот или иной блок системы до наступления отказного состояния и сократить количество отказов в целом.

В работе рассматривается возможность применения одного из методов предиктивного аппарата – прогнозирование одномерных и многомерных временных рядов с использованием искусственных нейронных сетей [1].

Задача ставится в следующем виде: пусть за какой-то определенный период времени имеются значения ряда контролируемых самой системой параметров, которые в целом характеризуют функцию состояния. Используя модель распознавания по совокупности рассматриваемых данных принимается решение об отнесении системы к одному из принятых классов, описанных заранее.

Типичная архитектура предполагаемой нейронной сети состоит из множества связанных между собой нейронов, т.е. математических функций и включает в себя входной, как минимум один средний и один выходной, результирующий слой нейронов.

Были определены три класса состояния системы:

- Без неисправностей;
- Вероятная неисправность;
- Неисправность.

При помощи глобальной и локальной аппроксимации происходит дальнейшее преобразование входных сигналов в ряд выходных. Или же применяется преобразование множества обособленных функций к предполагаемым значениям. Затем уже по состоянию данных выходного слоя нейронов принимается решение о классе состояния системы [2].

К преимуществам использования ИНС для прогнозирования в сравнении с классическими статистическими и аналитическими методами можно отнести устойчивую работу не смотря на неполные априорные данные, возможность адаптации и обучения ИНС. Однако, нужно принять во внимание сравнительно большие временные затраты на обучение ИНС и сложность последующего анализа результатов работы сети. [3]

Список использованных источников:

1. Абраменкова, И. В., Круглов, В. В. Особенности и предельные возможности нейросетевых методов прогнозирования временных рядов // Программные продукты и системы.– 2006. – № 3. – С. 24 – 26.

2. Борисов, П. А., Виноградов, Г. П., Семенов, Н. А. Интеграция нейросетевых алгоритмов, моделей нелинейной динамики и методов нечеткой логики в задачах прогнозирования // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2008. – № 1. – С. 78 – 84.

3. Брусникин П. М., Неретин Е. С., Дудкин С. О. Классификационный анализ аналитических и вероятностных методов прогнозирования состояния сложных систем // Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». № 4 (27). Декабрь 2020 Режим доступа: http:// ce. if - mstuca. ru / wp - content / uploads /2020/04/ Brusnikin _ Dudkin _ Neretin _ CE _2020-4. pdf

Разработка человеко-машинного интерфейса системы поддержки принятия решения для задачи 4-D навигации

Будков А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

В современных гражданских самолётах, оснащённых системой самолётовождения, поддерживающей функцию прибытия в заданное время RTA (от англ. Required Time of Arrival) [1], реализация отображения информации, относящейся к функции RTA, как правило, выглядит в виде обособленной страницы [2, 3] в составе ЧМИ системы самолётовождения. На этой странице отображается информация о статусе выполнения задачи RTA в процессе выполнения маршрутного задания.

Функционал системы поддержки принятия решения [4] предполагает решение задачи поиска оптимального четырёхмерного маршрута по четырём разным критериям оптимальности и в дополнение к этому осуществляет непрерывный мониторинг доступности движения по заданному плану полёта в процессе его выполнения, а не ограничен только лишь формированием информации о статусе выполнения функции RTA.

Таким образом, расположение необходимой для принятия решения информации на одной странице интерфейса не является эргономически удобным решением. Помимо этого при организации ЧМИ необходимо минимизировать количество действий для получения экипажем доступа к необходимой информации. Также для упрощения интеграции ЧМИ в состав комплекса бортового радиоэлектронного оборудования он должен соответствовать [5].

Разработанный графический интерфейс выполнен в виде всплывающего окна, которое может быть интегрировано в существующие ЧМИ системы самолётовождения. Вызов такого окна предпочтительно должен выполняться за одно действие специальной горячей клавишей на пультах управления индикацией, либо нажатием на виртуальную кнопку вызова панели, которая может быть интегрирована в любом месте ЧМИ системы самолётовождения.

Для того чтобы одновременно предоставлять доступ к критически важной информации по статусу и параметрам выполнения активного маршрута, а также минимизировать количество действий экипажем для получения доступа ко всей необходимой информации для принятия решения по задаче RTA ЧМИ системы поддержки принятия решения разделён на две зоны отображаемых данных:

- Зона отображения информации об активном маршруте;
- Зона отображения информационных страниц графического интерфейса.

Зона с информацией об активном маршруте является постоянно отображаемой. В ней с целью информирования экипажа о текущем статусе полёта по активному маршруту выводится следующая информация:

- Статус выполнения задачи RTA;
- Ожидаемое время прибытия;
- Дистанция до конечной точки маршрута;
- Ожидаемый расход топлива на полёт до конечной точки маршрута;
- Высота полёта;
- Скорость полёта.

Зона отображения информационных страниц содержит три страницы:

• Страница отображения текущего статуса полёта по активному маршруту;
• Страница для изменения или установки RTA;
• Страница отображения информации об оптимальных четырёхмерных маршрутах.

Интерфейс обеспечивает взаимодействие экипажа с системой для целей получения необходимой для принятия решения информации, а также обеспечивает своевременное информирование экипажа о возникновении проблем при полёте по четырёхмерному маршруту.

Список использованных источников:

1. RTCA/DO-283B «Minimum Operational Performance Standards for Required Navigation Performance for Area Navigation», USA, Washington, 15 December 2015 – 250p.

2. Airbus Group SE 2019 Airbus A350 Flight Crew Operating Manual.

3. The Boeing Company 2010 Boeing 787 Flight Crew Operating Manual.

4. Neretin, E. S., Budkov, A. S., Ivanov, A. S.: Optimal four-dimensional route searching methodology for civil aircrafts. EAI IoTaas 2020- 6th EAI International Conference on IoT as a Service. LNICST, volume 346, pp 462-473

5. ARINC Specification 661-8 «Cockpit display system interfaces to user systems», 20 September, 2020.

Программное средство автоматизации тестирования звуковых предупреждений в рамках верификации систем сигнализации гражданских самолётов

Дяченко С.А., Кордонский И.Т.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва

Введение

При эксплуатации гражданских самолётов ошибки, допущенные при проектировании, могут привести к катастрофам. Для минимизации вероятности их возникновения на процесс разработки воздушных судов гражданского назначения накладываются строгие требования, определённые международными нормативными стандартами (в частности, КТ-178С [1], Р-330 [2], Р-4754А [3]).

Одной из наиболее критичных с точки зрения безопасности систем на борту является система предупреждения экипажа (СПЭ), предназначенная для привлечения внимания пилотов с помощью сигнализации различного рода, которая формируется в случае отказов бортовых систем или прочих нештатных ситуаций. Как правило, экипажу предоставляется разнородная сигнализация:

• Текстовые сообщения различных категорий (аварийные, предупреждающие и уведомляющие), отображаемые на дисплеях в кабине;
• Звуковые предупреждения (тональные сигналы и речевые сообщения), воспроизводимые через громкоговорители;
• Световая сигнализация (поджиг и мигание светосигнализаторов на приборной доске);
• Тактильные сигналы (например, вибрация ручки управления самолётом).

В ходе создания самолёта любая бортовая система должна пройти верификацию, цель которой заключается в подтверждении работы оборудования согласно предъявленным требованиям. Для исключения ошибок при проведении верификации, связанных с человеческим фактором, а также для снижения издержек на данный процесс применяют средства автоматизации.

Цель работы

Цель работы состоит в повышении безопасности авионики современных и перспективных гражданских самолётов транспортной категории.

Для достижения данной цели в работе поставлена и решена задача разработки программно-алгоритмического обеспечения автоматизации тестирования звуковых предупреждений, формируемых СПЭ.

Автоматизация тестирования звуковых предупреждений СПЭ

Отличительная особенность систем человеко-машинного взаимодействия, к числу которых относится СПЭ, состоит в том, что ходе верификации требуется контролировать не только потоки данных в кодовых линиях связи, но и выполнять визуальную / звуковую оценку формируемой информации. Проведённый анализ открытых источников показал, что средства автоматизации тестирования человеко-машинного интерфейса в части звуковых предупреждений в настоящее время отсутствуют на рынке средств автоматизации верификации авионики.

Разработанное средство функционирует в составе программно-аппаратного комплекса проведения испытаний, в состав которого входят:

• Стенд интеграции авионики;

• Микрофон, предназначенный для записи аудио предупреждений СПЭ;

• Рабочее место оператора, включающее персональный компьютер с установленным разработанным программно-алгоритмическим обеспечением.

Принцип работы комплекса состоит в следующем. Перед проведением испытаний верификатором осуществляется настройка оборудования и определяются матрицы ожидаемых результатов в виде аудиофайлов с предупреждениями, которые будут воспроизведены в ходе тестирования. Далее задаются значения соответствующих параметров для их формирования. После микрофон производит автоматическую запись полученных на стенде звуковых сообщений, которые поступают на вход разработанного программно-алгоритмического обеспечения, установленного на компьютере оператора. Далее осуществляются автоматическая обработка записанных результатов, их сравнение с ожидаемыми и генерация отчёта по итогам испытаний. При этом сравнение ожидаемого и экспериментально полученного сообщений выполняется двумя методами (вычислением взаимной корреляции и сравнением спектрограмм), после чего формируется вердикт о прохождении теста.

В рамках проверки разработанного программного обеспечения проведена серия из 560 тестов, подтвердившая его работоспособность. В частности, процент успешно пройденных тестов для метода вычисления взаимной корреляции равен 92%, для метода сравнения спектрограмм – 89%.

При разработке программного обеспечения автоматизации тестирования звуковых предупреждений СПЭ использовался язык программирования Python 3.8.5. В качестве инструментальных средств применялись:

• Интегрированная среда разработки Eric Python IDE 20.11;

• Дизайнер графического интерфейса для Qt приложений ¬Qt Designer 5.15.1;

• Компилятор GCC 9.3.0;

• Распределённая система управления версиями Git 2.25.1.

Заключение

Разработанное средство автоматизации тестирования звуковой сигнализации СПЭ позволяет существенно сократить издержки на проведение верификации, снизить вероятность человеческой ошибки, повысить качество тестирования, что положительно влияет на уровень безопасности гражданской авиационной техники транспортной категории (в частности, SSJ-NEW, MC-21, CR-929 и др.).

Разработка алгоритма наведения, захвата и удержания систем нелетального воздействия на управляемой роботизированной платформе

Захаров Д.Н., Челушкин М.Н.

Научный руководитель — к.т.н. Кулаков К.С.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», Санкт-Петербург

В современном мире военно-политическая обстановка требует создания комплексов вооружения, способных нелетально воздействовать на противника. Это связано с возросшим количеством конфликтов, спецопераций и угроз террористический атак в урбанизированных

регионах, где применение традиционного оружия может повлечь потери среди гражданского населения.

Развитие робототехники дает возможность создавать и использовать сложные технические комплексы в различных отраслях. Применение нелетального оружия (НО) на базе мобильных роботов, вызывают все больший интерес в различных силовых и гражданских структурах. Использование таких систем позволит создавать комплексы и системы, предназначенные для выполнения различного рода задач таких как охрана объектов, задержание преступников, нелетальное воздействие на противника.

Одним из видов НО является электрошоковое оружие (ЭШО). Особенностью и главным достоинством ЭШО является избирательностью и направленностью воздействия.

При размещении на робототехнических платформах ЭШО появляется возможность создания комплексов нелетального поражения как с воздуха, так и на земле, при этом обеспечивается безопасность оператора.

На данный момент, наиболее распространенным вариантом применения роботизированных технических средств с НО на борту является система «машина – человек». В этой системе человек-оператор (либо группа операторов) связан с техническом средством и является контуром регулирования. Это связано с тем, что на данном этапе развития робототехнических комплексов не представляется возможным полностью доверить принятия решений машине, особенно, когда речь идет о применении оружия, пусть даже нелетального. Данная система управления обладает рядом преимуществ: относительная простата реализации подобной системы (относительно систем автоматического управления), опытный оператор способен быстро принимать необходимые решения, совершать сложные маневры и т.д. Вся ответственность за принятие того или иного решения также лежит на операторе.

Между тем подобной системе присущ и ряд недостатков: реакция человека, его способность к точному и быстрому отклику на изменение внешней среды, какому-либо возмущающему воздействию не может идти ни в какое сравнение со способностью машин. При полном управлении техническим средством наиболее распространена модель «машина-человек-машина», когда сигнал (например, от видеопотока) передается от машины к человеку, человек анализирует ситуацию и посылает сигнал управления обратно в машину. В таком случае быстродействие системы в различных ситуациях имеет худший показатель, чем если бы некоторые процессы анализировались и отправлялись в блоки управления самого робота. Кроме того, важной проблемой является управление средством в сложных условиях, когда на объект действуют различные переменные возмущающие воздействия.

В работе предложен подход, позволяющий улучшить взаимодействие между машиной и человеком.

Суть подхода заключается в следующем: управление беспилотной техникой (это может быть летальный аппарат или наземная платформа) с НО на борту (например, дистанционное электрошоковое устройство или комплекс устройств нелетального воздействия) осуществляется по средствам дистанционного управления оператором. При этом оператор управляет техническим средством на основе обратной связи по видеоканалу или системе технического зрения, расположенной на борту мобильного робота. Оператор должен указать цель, на которую необходимо навестись. Мобильный робот должен удерживать цель в зоне поражения, следуя за ней по определенным алгоритмам до команды от оператора по поражению цели или отмене следования. Это должно осуществляться за счет использования датчиков и сенсоров, как элементов обратной связи и информации об обратной модели динамики объекта управления.

В данной работе разрабатывается алгоритм на базе мобильной всенаправленной платформы с движителем, описанным в [1,2], платформа спроектирована как модульная структура и управляется с помощью системы описанной в [3]. Данная платформа разрабатывается на базе АО «НПО Специальных материалов». Разработанный алгоритм может быть применен, как для наземных платформ, так и для беспилотных летальных аппаратов, после внесения небольших изменений.

Список использованных источников:
1. Д.Н. Захаров, Я.Р. Михаленко, А.С. Проектирование мобильной платформы на роликонесущих колесах и мультиагентной системы на основе ее // Тезисы докладов V Общероссийской молодежной науч-техн. Конф./ Балт. Гос. Техн. Ун-т. – СПб., 2020. – стр. 77-78.
2. К.С. Кулаков, Д.Н. Захаров, К.Ю. Бодров, И.К. Бородин, Разработка платы управления мехатронным модулем колесо-мотор-энкодер на can-шине // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействию терроризму. – М.: НТЦ «Информтехника». – СПб: Любавич. 2020. Вып. 149-150, стр. 99-103.Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. – 368 с.

Развитие информационного-управляющего поля кабин самолётов транспортной категории в части решения проблем взаимодействия с экипажем

Иванов А.С., Воронцов Т.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Филиал ПАО «Корпорация Иркут» «Центр Комплексирования», Москва

Безопасность полётов является основополагающим фактором, учитываемым при разработке гражданской авиационной техники. Несмотря на то, что количество авиационных происшествий в мире постоянно снижается, оно все равно остаётся на неудовлетворительном уровне. При этом, одной из главных причин их возникновения остаётся человеческий фактор. По большей части ошибки экипажа вызываются проблемами взаимодействия с воздушным судном. Зачастую они возникают из-за того, что при попытке пилота отреагировать управляющими воздействиями на события в окружающей среде или изменение характеристик самолёта, отображаемая системой индикации информация может быть неправильно интерпретирована из-за непредсказуемости, внезапности и срочности развития неблагоприятной ситуации [1].

Структура информационного поля современных кабин гражданских самолётов значительно изменилась относительно самолётов прошлых поколений. Основой являются широкоформатные индикаторы, обеспечивающие выполнение не только функции отображения информации экипажу, но также и функцию настройки систем через интерактивные кадры [2]. Также растёт количество функций авионики в целом, что ведёт к увеличению общего количества отображаемой информации. В связи с этим, необходимо предусматривать новые методы взаимодействия пилотов с воздушным судном.

В настоящий момент работы ведутся по нескольким направлениям, среди которых можно выделить разработку новых принципов управления информационным полем, например, путём внедрения сенсорных индикаторов, и разработку интеллектуальных систем, обеспечивающих выдачу рекомендаций или реконфигурацию информационного поля для снижения вероятности совершения ошибок экипажем [3, 4]. При этом разработка гражданской авиационной техники регламентируется большим количеством стандартов, что ограничивает внедрение новых технологий до тех пор, пока не будет доказана их безопасность.

В данной работе рассматриваются основные методы решения проблем взаимодействия между человеком и воздушным судном при проектировании перспективных информационно-управляющих полей кабин самолётов транспортной категории.

Список использованных источников:
1. Shuting Xu, Wenqian Tan and Xiangju Qu. Modeling human pilot behavior for aircraft with a smart inceptor // IEEE transactions on human-machine systems – vol. 49 – 2019 – pp. 661-671.
2. E S Neretin, A S Budkov, A S Ivanov and K A Ponomarev. Research on modernization directions of the human-machine interface of flight management system for future civil aircrafts // Journal of Physics: Conference Series – vol. 1353 – 2019 – pp. 1-8.

3. Евдокименков В.Н., Красильщиков М.Н., Ким Р.В. и Себряков Г.Г. Интеллектуальная поддержка экипажа на основе доверительной модели замкнутой эргатической системы «самолет–летчик» – М.:ФИЗМАТЛИТ – 2019 – 241 с.
4. Rouwhorst W. et al., Use of touch screen display applications for aircraft flight control // 2017 IEEE/AIAA 36th Digital Avionics Systems Conference (DASC) – 2017. – pp. 1-10.

Анализ применения беспилотных технологий для наземных инфраструктурных систем аэропорта

Казаков С.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.
МАИ, Москва

Согласно аналитическим исследованиям Российской венчурной компанией совместно с консалтинговой компанией Frost & Sullivan в мире наблюдается значительный рост рынка беспилотных транспортных средств. Беспилотные технологий позволяют обеспечить высокий уровень автоматизации систем, что позволяет повысить общий уровень безопасности системы, сократить время простоя и исключить человеческий фактор из потенциальных проблем. В рамках данного анализа рассматривается вопрос о применении беспилотных технологий для наземных инфраструктурных систем аэропорта.

Инфраструктура аэропорта довольна обширна по своей структуре. Беспилотные технологий могут взять на себя функцию транспортировки не только пассажиров и персонала, но багажа или иного перевозимого груза. Это возможно реализовать путем использования малогабаритной, специальной колесной техники. Использование этой техники влечет за собой дополнительные требования к инфраструктуре, такие как наличие зарядных станций, возможного изменения пешего транспортного потока, установка центра контроля за беспилотной техникой, наем соответствующего инженерного-технического состава и т.д.

Внедрение беспилотных систем в инфраструктуру аэропорта имеет несколько важных инженерно-экономических преимуществ. Для примера, к ним относятся, сокращение времени на операционную обработку каждого пассажира, что позволить повысить пассажиропоток, а также повысить общий уровень безопасности на территории аэропорта.

В данной работе рассматривается возможность внедрения систем, использующих технологии беспилотного управления транспортными средствами для инфраструктуры аэропорта.

Применение алгоритма распознавания текста в социальном медицинском роботе

Качалина М.А., Шутько А.П.
МАИ, Москва

На современном уровне развития технологий, уровня жизни и науки всё большее количество рутинной работы отходит на автоматическое выполнение. В связи с этим автоматизированное распознавание текста позволяет существенно увеличить темпы работы предприятий, повысить качество работы части персонала путем перенаправления деятельности в сторону корректировки. Область использования данного функционала разнообразна, например, сфера здравоохранения, где обладающий таким инструментарием робот может помочь в оформлении документов или выдать необходимые медикаменты по направлению. При использовании данной технологии в социальной робототехнике можно ускорить проверку посетителей мероприятий.

Для успешной реализации данного проекта в сфере здравоохранения предполагается, что робот-помощник обладает камерой, которая будет выполнять считывание документа, а также будет иметь возможность осуществлять фотовидеофиксацию посетителя и окружающей его обстановки. Также необходимо оснастить робота дисплеем, позволяющим осуществлять взаимодействие между посетителем и роботом.

Для реализации технологии распознавания текста используется кросс-платформенная.Net-оболочка библиотеки обработки изображений Emgu CV и обученная нейронная сеть LSTM, находящаяся под управлением Tesseract, который, в свою очередь, является движком с открытым исходным кодом.

Обработка поступающего изображения с камеры выполняется в течение нескольких шагов. Изначально происходит комплексный анализ, сохраняющий контуры. При этом текстовые строки разбиваются по-разному в зависимости от величины интервала между символами. Область текста с фиксированным шагом выделяется ячейками символов. В случае если текст состоит из символов с пропорциональным шагом, то он разделяется на слова с применением определённых пробелов. В последнем случае распознавание символов проходит за два этапа. Первый – происходит попытка идентифицировать каждое слово. Любое удовлетворительно распознанное слово передаётся адаптивному классификатору в качестве обучающей выборки. Таким образом, реализуется возможность более точного распознавания оставшегося текста. Второй – выполняется повторный проход над представленным текстом. В результате, нераспознанные слова идентифицируются с высокой степенью достоверности.

В случае возникновения сложно читаемых символов, их распознавание выполняется следующим образом: изначально на каждом «сложном» символе определяется наличие углов контура, а затем происходит разделение символа на части. Далее происходит ассоциация элементов по средствам классификатора.

Роботизированные системы для оптимизации складских процессов

Козлов Д.К., Степин А.А.
МАИ, Москва

Сейчас существует 3 вида складов.

Их можно разделить по формату хранения и габаритам грузов.

Первый вид, это большие склады с высокими потолками (более 4х метров) и типом хранимого груза — ящики (более 1 куб.м) Каждый ящик вмещает в себя десятки товаров объединённых одним видом или партией.

Второй вид, это небольшие склады с невысокими потолками (с потолками до 4х метров) и типом хранимого груза средние коробки (около 0.1 куб.м). В таких складах крупные товары хранятся в индивидуальной упаковке, а мелкие в упаковке, вмещающей несколько штук.

Третий тип — это маленькие склады (хабы), так же с невысокими потолками потолками, товар в таких складах хранится в индивидуальной упаковке и в строго определённых ячейках. Небольшой размер этих складов позволяет располагать их в непосредственной близости от конечного потребителя хранимой продукции.

Для разных видов складов используются разные роботизированные системы.

Рассмотрим наиболее распространённые системы автоматизации складов.

Одним из самых известных решений является роботы, используемые на складах Amazone, представляющие из себя плоскую роботизированную платформу с подъёмными механизмом. Такой робот заезжает под специально приспособленный стеллаж, приподнимает его и перемещает в необходимое место.

Другим распространённым видом автоматических складских систем являются так называемые склады - диспенсеры. Они представляют из себя ряд стеллажей с наклонными полками, разделёнными на ячейки и системой сброса товара из необходимых ячеек.

Так же ест система со стационарными стеллажами и манипулятором, обслуживающим эти стеллажи: производит размещение товара на стеллажах, сортировку и разгрузку полок. Манипулятор может иметь разные системы захвата и может быть рассчитан на разную нагрузку.

Вертикальные карусельные склады: Конструкция складов данного типа основана на принципе карусели — продукция располагается на горизонтальных полках или держателях, а оба конца полки закреплены на вращающейся цепи. Таким образом, полки с продукцией вращаются в вертикальной плоскости и не занимают много площади.

Нейролингвистический прогноз

Муравьев А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва

В постоянно меняющемся мире возникает потребность иметь представление о событиях, которые могут произойти в будущем. Такая потребность актуальна, например, в экономике, где странам и предприятиям важно знать риск финансовых потерь или возможность выигрыша в перспективе. Анализ тенденций финансовых показателей за продолжительный срок дает некоторую надежду получить оценки их будущих значений. Одним из способов сделать это является нейролингвистический подход. Его принцип состоит в поиске и рассмотрении повторяемых участков данных, схожих по некоторым признакам. Если данные повторяются, то возникает определенная уверенность в том, что прогнозируемое значение можно найти из анализа предыдущих значений. Однако стоит так же учитывать и случайность данных, возникающую при предсказании кризисных и других ситуаций, где влияние внешних факторов может быть велико.

Целью данной работы является прогнозирование данных при помощи нейролингвистического прогноза с повышенной точностью. Основная идея состоит в рассмотрении повторяемых участков временного ряда в прошлом. Схожесть частей данных будет определяться с помощью коэффициента корреляции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить несколько задач:

1. Поиск участков кривой, которые наилучшим образом повторяют данные, предшествующие прогнозируемому значению.
2. Расчет возможного прогноза для каждого из выбранных участков.
3. Выбор итогового прогноза наилучшим образом.

В работе реализуется программное обеспечение, решающее поставленные задачи, и анализируется его эффективность на различных данных.

Особенности реализации интеллектуальных алгоритмов игры в шахматы

Мустафина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.
УГАТУ, Уфа

Сфера применения искусственного интеллекта (ИИ) весьма разнообразна. Одна из областей применения – это образование. Наличие высоких технологий и роботизации является неотъемлемой частью современного образования. Школы оснащены электронными досками, в университетах становится все больше роботизированных систем для изучения программирования и инженерного дела. Роботы для высших учебных заведений – это уже профессиональное оборудование, которое помогает реализовывать различные проекты и научные работы. Образовательный процесс уже нельзя представить без роботов, конечно, они не могут полностью заменить учителя, но такие системы берут на себя рутинные задачи, что в разы увеличивает эффективность образования.

Благодаря роботизированной технике изучаются основы информационных технологий, развивается логическое мышление, студенты на живом примере проводят лабораторные и практические работы, которые впоследствии могут повлиять на будущую научную и профессиональную карьеру.

Реализация интеллектуальных алгоритмов – одна из самых популярных задач в исследованиях проблемы ИИ. Так, в рамках лаборатории киберфизических систем кафедры технической кибернетики (ТК) уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ) проводятся различные исследования в области совершенствования робототехнических систем, разработки алгоритмов и программных комплексов систем ИИ, систем технического зрения, внедрения научных разработок в учебный процесс, а также ряда других задач. Все исследования проводятся на учебно-робототехническом комплексе (УРТК), который предназначен для обучения основам управления робототехническими

системами и элементами гибких производственных систем на базе достижений современных компьютерных технологий [1]. Лаборатория предназначена для углубленного изучения робототехники и профориентации учащихся в области проектирования и разработки систем управления. Обучающиеся занимаются сборкой, проектированием роботов-манипуляторов, решают различные задачи управления (захват, перемещение, обход препятствий и т.д.). Ведутся исследования в области системы компьютерного зрения, системы удаленного управления через Интернет на основе данных технического зрения, а также голосовое управление. Одной из решаемых задач является разработка алгоритмического и программного обеспечения системы управления роботом манипулятором для игры в шахматы в лаборатории ТК.

Для решения данной задачи были сформированы ряд требований к алгоритму управления роботом-манипулятором: функционал нейронной сети (НС), выбор архитектуры НС, анализ выбранной модели НС. Разработана модель НС для реализации алгоритма игры в шахматы в системе управления робота-манипулятора.

Манипулятор оснащен системой технического зрения, которая позволяет передавать данные о расположении фигур в текущий момент игры. Модель представляет собой многослойную НС глубиной в несколько слоев: входной, промежуточный и выходной. На входной слой подается информация о расположении фигур на доске. Промежуточный слой – это варианты ходов фигур в зависимости от хода противника. На выходном слое информация о том, куда переместить фигуру. НС обучается играть в шахматы на основе дебютов (начальная стадия шахматной партии, которая характеризуется мобилизацией сил играющих) при помощи алгоритма обратного распространения ошибки. В качестве дебюта была выбрана «Сицилианская защита».

В дальнейшем студенты могут совершенствовать данный интеллектуальный алгоритм, например, для игры в шахматы между двумя роботами-манипуляторами.

Список использованных источников:

1. Зайцева Н.А., Заломов В.А., Морозов Ю.В., Чалова М.Ю. Учебный робототехнический комплекс: Методические указания к лабораторным работам/Под ред. Н.А.Зайцевой, – М.: МИИТ, 2007. – 22 с.

Программное обеспечение прогнозирования пандемии COVID-19

Нехаев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва

В данной работе рассматриваются ряд моделей распространения COVID-19, для нескольких стран с целью получения примерных прогнозов смертности и количества зараженных и вылечившихся. В прогнозах используется экспоненциальная функция и логистическая кривая. Взяты именно эти два подхода чтобы наглядно увидеть насколько компетентен каждый из методов.

Осуществляя прогноз и опираясь на экспоненциальную функцию, количество смертей кажется чрезмерно завышенным. Более правдоподобный прогноз дает нам логистическая кривая. Именно она может использоваться эффективно.

Программное обеспечение помогающее сделать прогноз реализуется на языке Python. В качестве вспомогательных инструментов взяты библиотеки языка такие как Pandas, PyTorch.

Этапы необходимые для достижения результатов следующие:

1. Сбор данных.
2. Обработка собранного материала и представление его в удобном виде.
3. Осуществление прогноза.
4. Оценка прогноза.
5. Построение графиков для наглядного отображения результатов.

Особенностью данной работы является использование нескольких прогнозов, их объединение и выборка наилучшего с целью более точного предсказывания дальнейшего

распространения инфекции. Благодаря использованию различных наборов данных прогноз становится более точным, что позволяет выявлять лучшие прогнозы и представлять их в наглядном виде.

Результатом работы является прогнозирование COVID-19 на последующий период, при этом использование нескольких методов прогнозирования позволяет уточнять общую тенденцию распространения заражения.

Достоинства и недостатки тактильных датчиков в зависимости от типа используемого в них чувствительного элемента

Новицкая Д.В., Захаров Д.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кулаков К.С.
БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург

Манипуляторы являются одним из основных средств замещения монотонного ручного труда человека. Принцип их работы подразумевает осуществление различных действий с объектами окружающей среды. Для эффективного выполнения поставленных перед робототехническим устройством задач необходимо непрерывное получение информации не только о положении и перемещении его рабочего органа, но также и о силовом взаимодействии робота с внешней средой. В робототехнике за обеспечение аналогичной человеческой осязательной функции отвечают системы силомоментного и тактильного очувствления.

Системой силомоментного очувствления манипулятора называется включенная в его контур управления информационная система, предназначенная для определения составляющих действующего на рабочий орган главного вектора сил и моментов, и формирования для него управляющего воздействия. Очевидно, что датчики такой системы располагают максимально близко к зоне, в которой возникают контактные силы.

Силомоментный датчик (Six-Axis Force/Torque Sensor) – это специальное устройство, которое способно производить измерение трёхмерных сил (FX, FY, FZ) и моментов (MX, MY, MZ) в декартовой системе координат [1]. Структурно такой датчик представляет собой многоканальную измерительную систему, состоящую из совокупности упругих и чувствительных элементов, специальным образом ориентированных в пространстве. Принцип действия заключается в следующем: деформация упругого элемента вызывает изменение импеданса связанного с ним чувствительного элемента, которое с помощью измерительной схемы преобразуется в выходное напряжение. Обобщая, можно сказать, что процедура преобразования информации в таком датчике заключается в получении вектора электрических сигналов, компоненты которого прямо пропорциональны компонентам главного вектора сил и моментов.

От типа используемых упругих и чувствительных элементов напрямую зависят основные характеристики датчика, такие как: диапазон чувствительности, зависимость результатов преобразования от температуры, линейность, наличие гистерезиса, сложность и дороговизна производства [2]. Поэтому в данной работе выделена классификация тактильных датчиков по физическому принципу работы, приведены их особенности, перечислены достоинства и недостатки. Наиболее подробно из этой классификации рассмотрены резистивные, тензорезистивные, ёмкостные, пьезоэлектрические и оптические типы.

Список использованных источников:

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.; ил. (Робототехника / Под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко).

2. Новожилов А., Ракитин В., Сафонов А. Тактильные датчики на полимерных материалах. Конструкции, технологии //Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2014. – №. 2. – С. 52-64.

3. Dahiya R.S., Valle M. et al. Tactile sensor arrays for humanoid robot. – IEEE PRIME'07. The 3rd International Conference on PhD Research in Microelectronics and Electronics. Bordeaux, France, IEEE.

Формирование воксельной модели рабочего пространства мобильного робота

Остриков П.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ермолов И.Л.
МГТУ «СТАНКИН», Щелково

На сегодняшний день разработка автономных интеллектуальных роботов является актуальной задачей [1].Робототехнические системы зачастую используются в различных экстремальных для человека средах, что требует постоянного пополнения и уточнения информации о среде, корректировки решений на основании вновь полученных данных. Важно чтобы робот мог самостоятельно формировать модель внешней среды, опираясь на данные, полученные с помощью бортовых сенсоров [2].

Создание модели среды важная задача для разработки систем управления роботом. Модели создаются на основе сенсорной информации, получаемой роботом.

Существует три основные проблемы при моделировании окружающего мира:

1) Необходимо формировать компактные модели, чтобы можно было эффективно использовать данные о среде в различных компонентах системы управления.

2) Модель должна быть адаптивной к цели и типу окружения. Например, моделирование среды как набора плоскостей не применимо при работе в естественном окружении.

3) Структура модели должна учитывать неопределенность присущую, как сенсорной информации, так и положению робота.

При использовании 2D сканирующих устройств получается достаточно компактная в своем представлении модель среды, которая используется для получения информации о форме помещений зданий. Эта модель используется в SLAM алгоритмах, позволяя получать информацию о положении робота на карте и добавлять на нее новые участки. Но она не позволяет получать полную информацию о форме и типах объектов.

Трехмерные модели среды позволяют хранить в себе полную информацию о форме объектов. Проблемой создания таких моделей при использовании сенсорных систем является большой объем данных. При таком потоке информации даже при использовании высокопроизводительной вычислительной техники возникают проблемы ее хранения и обработки в режиме реального времени.

Существуют алгоритмы сжатия информации, например прорежения облака точек. Однако такие алгоритмы обладают высокой вычислительной сложностью, не позволяющей использовать их в реальном времени.

Решением проблемы может стать вокселизация облака точек. Вокселизация позволяет снизить объем данных и получать 3D модели среды [3] в реальном времени, но такой подход обладает и рядом недостатков:

1. после вокселизации присутствуют артефакты;
2. вся модель представлена единым массивом вокселей, что усложняет доступ к информации об отдельных объектах;
3. Низкая дискретность модели, вследствие чего мелкие объекты представлены малым числом вокселей, что делает их абсолютно неразличимыми.

Автономный робот должен иметь возможность получать данные не только об окружающей его среде, но и об отдельных объектах напрямую, минуя процедуру поиска их в едином массиве данных.

Предлагается подход в котором 3D модель среды робота должна представлять иерархическую структуру. В этой структуре модель среды подразделяется на кластеры воксельных данных, представляющие отдельные участки модели, являющиеся промежуточным уровнем. При этом должен существовать граф, описывающий возможность перехода из одного кластера в другой, который является верхним уровнем модели.

На нижнем уровне иерархии должна храниться подробная 3D модель объектов, то есть воксельная модель большей дискретности и данные о координатах и ориентации объектов в данном кластере.

Для реализации такого подхода необходимо решить ряд проблем таких как:

1) сегментация исходного облака точек для получения моделей отдельных объектов;
2) определение размеров кластеров, исходя из вычислительных возможностей робота, создающего модель среды;
3) определение размера вокселя как части кластера карты;
4) определение размера вокселя как части объекта на нижнем уровне иерархии.

Должен быть разработан алгоритм, определяющий оптимальный размер вокселя для разных уровней карты, и алгоритм, определяющий размеры кластеров воксельной модели, исходя из вычислительных возможностей робота. Данный подход позволит ускорить доступ к данным. Появится возможность прямого доступа к моделям объектов карты, и к её отдельным участкам для различных алгоритмов. Благодаря иерархической структуре модели среды появится возможность оптимизации использования ресурсов робота, подгрузки в оперативную память участков модели среды, непосредственно окружающих робот, и данные, необходимые ему для выполнения текущих задач и алгоритмов. В случае использования группы роботов появится возможность передавать информацию о среде, которая необходима для решения задач другими роботами, что может снизить нагрузки на канал передачи данных.

Список использованных источников:

1. А.П. Калуцкая; В.Б. Тарасов/Моделирование взаимодействия робота с внешней средой на основе пространственных логик и распространения ограничений.// Программные продукты и системы № 2, 2010 г, С. 111-115
2. Ermolov I. Hierarchical Data Fusion Architecture for Autonomous Systems // ACTA IMEKO. — 2019. — Vol. 8, no. 4.
3. Kaufman A.,. Fundamentals of surface voxelization. Graph. Models Image Process, 57(6),1995, pp. 453-461.

Возможности использования роботизированных технологий при чрезвычайных ситуациях

Павленко Е.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва

При возникновении чрезвычайных ситуаций необходимо как можно скорее предпринять меры для ликвидации опасных участков и спасения жизней. В современном высокотехнологическом обществе необходимо создание роботов, которые могут сразу проанализировать ситуацию на месте бедствия и начать эффективную работу.

В Исследовательском центре жесткого киберфизического искусственного интеллекта Университета Тохоку по руководством профессора Сатоши Тадокоро были разработаны «роботы-строители», «роботы-змеи», «летающие роботы-спасатели» и другие.

Больший интерес представляют «летающие» роботы.

«Flying robot (drone)" собирает важную информацию на первом этапе аварийного реагирования. Понимание общей ситуации - это большая проблема при обширных бедствиях, и дрон играет там особую роль. Он может летать даже в неблагоприятных условиях: при скорости ветра 15 м / с и количеством осадков 300 мм / ч,- а также может рисовать двухмерные ортоизображения и трехмерные топографические карты.

Вес дрона составляет 3,7 кг; а размер: 44 × 26 × 10 см, летать он может на высоте более 150 метров

«Dragon FireFighter» -это усовершенствованная версия робота-шнура, исследования которого проводились с 2016 года. Этот робот может летать и двигаться в воздухе, впрыскивая воду из шланга в непосредственной близости от источника пожара.

При возгорании на большом складе или в небоскребе пожарные не могут пройти внутрь здания, поэтому им приходится ликвидировать пожар не внутри, а снаружи. «Dragon FireFighter» способен выдерживать высокие температуры, так же у него есть тепловизионная камера, прикрепленная к наконечнику, поэтому он может интенсивно подавать воду в источник пожара. В настоящее время длина шланга составляет 3 м, но сейчас ведется увеличение его до 20 м. «Dragon FireFighter» стабильно поднимается на высоту 1,5м, в будущем планируется значительное увеличение данного параметра.

Разработка новых роботизированных технологий, в частности «роботов-спасателей», является перспективным научным направлением, позволяющим не только повысить скорость проведения спасательных работ, но и снизить риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

Список использованных источников:

1. URL: https://www.mugendai-web.jp/archives/10924 (Дата обращения: 22.02.2021)

2. Сайт Tohoku University Scholars. URL: https://tohoku.pure.elsevier.com/en/ (Дата обращения: 22.02.2021)

Исследование влияния атмосферного излучения на безопасность радиоэлектронного оборудования гражданских самолетов

Савельев А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

Атмосферное излучение – это общий термин, который относится ко всем типам ионизирующего излучения, включая нейтроны, проникающие или генерируемые в земной атмосфере. Основными источниками атмосферного излучения являются солнечная и галактическая радиация [1]. Первичные космические лучи (то есть, внегалактические, галактические и солнечные космические лучи) постоянно прибывают на Землю и взаимодействуют с атомами в атмосфере Земли, создавая вторичные космические лучи (потоки частиц высокой энергии). Нейтроны высокой энергии являются основной причиной так называемых последствий единичного события (Single Event Effect, SEE) в электронных компонентах. Термин SEE охватывает последствия ряда различных видов сбоев и отказов, которые вызваны данным явлением [2]. Эти последствия могут иметь негативное влияние на безопасность электронного бортового оборудования и воздушного судна в целом.

Основным способом обеспечения безопасности на этапе проектирования самолета и его систем является всесторонняя оценка безопасности в соответствии с SAE ARP-4761 [3]. Работа посвящена интеграции оценки возможного влияния атмосферного излучения на безопасность на этапах Предварительной оценки безопасности (ПОБ) (с целью формирования требований безопасности) и Оценки безопасности (ОБ) (с целью верификации соответствия требованиям безопасности), в частности в Анализ общего режима (АОР) для получения качественных показателей, в Анализ деревьев отказов (АДО) для получения количественных показателей, а также в Анализ видов и последствий отказов (АВПО).

Для нейтронов, а также всех других частиц космических лучей в атмосфере, основными параметрами, помогающими определить интенсивность SEE, являются их высота, широта и энергия. На текущий момент вопрос влияния различных видов SEE на надежность оборудования хорошо изучен [4].

Основными типами SEE являются:

- Радиационно-индуцированный сбой в одном бите (Single Event Upset);
- Радиационно-индуцированный сбой в нескольких битах (Multiple Bit Upset);
- Защелкивание транзистора (тиристорный эффект) (Single Event Latchup);
- Радиационное выжигание (Single Event Burnout);
- Одиночное событие прерывания функции (Single Event Functional Interrupt).

В ходе ПОБ изучается предполагаемая архитектура самолета или системы (на каждом уровне детализации), в том числе в ходе АОР анализируются возможные общие причины отказов, связанных логическим оператором «И» в АДО. Целью АОР является определение способов митигации отказов общего режима, вызванных, в том числе, атмосферным излучением.

В ходе ОБ анализируется реализованная архитектура самолета или системы (на каждом уровне детализации), в том числе в ходе АВПО анализируются все единичные отказы и сбои компонентов. АВПО анализирует качественные показатели влияния единичных нарушений на вышестоящие иерархические уровни бортовой системы и количественные показатели интенсивности каждого такого отказа.

На текущий момент нормативная документация [3] не требует включения SEE в АВПО. Однако атмосферное излучение воздействует на радиоэлектронное оборудование с определенной интенсивностью, которая может быть спрогнозирована [5], а последствия нарушений должны быть определены для выполнения АОР. АВПО предлагается использовать с целью интеграции анализа SEE в количественный анализ безопасности. Для этого каждый из типов SEE в соответствии должен быть включен в рабочую таблицу АВПО, для них должны быть определены последствия и спрогнозирована интенсивность отказа, связанная с интенсивностью атмосферного излучения. Это позволяет использовать расчётные значения в ходе АДО – для верификации количественных показателей безопасности.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 20-31-90028).

Список использованных источников:

1. Single Event Effects (SEE) Caused by Atmospheric Radiation. Certification Considerations and an Analysis Method to Demonstrate the Acceptability of Effects on Aircraft, Engine, APU and Propeller Systems and Equipment, caused by Atmospheric Radiation / EASA CM No.: CM–AS-004 Issue 01 issued 08 January 2018

2. Aerospace Information Report AIR6219. Development of Atmospheric Neutron Single Event Effects Analysis for Use in Safety Assessments Issued 08.2018

3. SAE ARP 4761 1996 Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment SAE International

4. R. DiBari, "What reliability engineers should know about space radiation effects," 2013 Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS), Orlando, FL, 2013, pp. 1-2, doi: 10.1109/RAMS.2013.6517723.

5. J. C. Pickel, "Single-event effects rate prediction," in IEEE Transactions on Nuclear Science, vol. 43, no. 2, pp. 483-495, April 1996, doi: 10.1109/23.490895.

Оценка эффективности эргономики человеко-машинного интерфейса объектов авиационной техники по критерию цветовой унификации

Силин Н.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

Введение

Вследствие роста использования человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ) при проектировании бортового оборудования необходимо руководствоваться методиками, которые позволяют разрабатывать максимально качественный и эффективный интерфейс. Анализ существующих ЧМИ систем индикации гражданской авиационной техники показал, что в большинстве случаев пользователи оценивают качество интерфейса по его дизайну и функциональности.

В жизненном цикле создания любого ЧМИ большое внимание уделяется эргономике самого интерфейса. Основной задачей с точки зрения эргономики является создание ЧМИ, благодаря которому, работа с системой станет наиболее эффективной и производительной.

Разработка дизайна отображения графической информации играет важную роль в создании интерфейсов. Некоторые цветовые решения негативно влияют на эффективность ЧМИ, заставляя пользователя чувствовать дискомфорт и тратить на выполнение необходимой задачи большее количество времени. Во многих критических областях промышленности, таких как авиация, медицина и энергетика, затруднённые условия работы могут привести к катастрофическим последствиям с гибелью людей. Именно поэтому, в настоящее время остро стоит вопрос о создании методик и критериев, которые позволят оценивать эффективность ЧМИ и не допускать некачественный продукт в производство.

Цель работы

Цель работы состоит в повышении безопасности полетов перспективных объектов гражданской авиационной техники за счёт оценки эффективности основной графической информации ЧМИ по критерию цветовой унификации.

В работе представлен метод оценки эффективности визуального оформления ЧМИ, позволяющий выбирать максимально эргономичное сочетание пар цветов при проектировании дизайна интерфейса.

Оценка эффективности визуального оформления ЧМИ по критерию цветовой унификации

На качество ЧМИ влияет множество критериев и факторов, для определения которых необходимо понимать его основные функции и составляющие. Имеющиеся на сегодняшний день руководящие документы имеют рекомендательный характер и показывают каким ЧМИ быть не должен, то есть не предоставляют конкретных правил при проектировании интерфейсов.

В данной работе рассматривается цветовая унификация для основной графической информации интерфейса. При проектировании ЧМИ для гражданской авиационной техники в соответствии с документом «Руководство 25-11А» рекомендовано к использованию 8 цветовых оттенков: чёрный, зелёный, красный, голубой, янтарный, белый, пурпурный, коричневый. Неправильная комбинация этих цветов может вызвать у пользователя раздражение, что приведет к увеличению времени выполнения задачи и, следовательно, может привести к катастрофическим последствиям.

Предложенная оценка эффективности визуального оформления ЧМИ основана на выборке цветового решения для фона и текста с учётом видимости цвета на фоне. Для выбора эргономичной цветовой пары необходимо учитывать, что фоновый цвет не должен препятствовать восприятию налагаемых элементов информации. Метки, основанные на изображении органов управления, меню, символы и графика должны оставаться идентифицируемыми и различимыми. Использование фонового цвета должно соответствовать философии построения всей кабины относительно использования цвета и организации информации. Если для создания фона используется текстура, она не должна ни приводить к потере удобочитаемости символов, налагаемых на неё, ни увеличивать визуальное загромождение или время восприятия информации пилотом. Кроме того, для минимизации загруженности пользователя необходимо ограничить число цветов до четырех на одном экране одновременно и до семи для приложения в целом.

В работе проведён анализ сочетания оттенков основной графической информации путём перебора цветовых пар. По итогам данного анализа разработан метод оценки эффективности визуального оформления ЧМИ, который содержит дополнительные ограничения цветовой унификации, не представленные в документе «Руководство 25-11А».

Разработанная оценка апробирована совместно с лётчиками-испытателями на испытательных стендах бортового оборудования. В ходе тестирования предложенной оценки проведено 10 серий по 100 экспериментов, по результатам которых выявлены эффективные и неэффективные варианты ЧМИ.

Заключение

Применение разработанного решения при проектировании ЧМИ гражданской авиационной техники (в частности, МС-21, SSJ-NEW и др.) позволит повысить безопасность полетов, обеспечить конкурентное преимущество на рынке, снизить вероятность человеческой ошибки, а также разработать ЧМИ, оказывающий благоприятное влияние на психологическую нагрузку экипажа.

Программное обеспечение решения задач управления

Слепцов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва

В настоящее время в мире особо актуальна проблема развития экономики как отдельных стран, так и предприятий. При этом важными являются задачи управления ими с предсказанием изменения отдельных их показателей для достижения поставленных целей и их развития.

Цель данной работы — спрогнозировать тенденцию изменения экономических показателей в будущем и использовать их для достижения определённых результатов. К примеру, задача управления особо актуальна на предприятиях, где рассматриваются различные оптимизации, такие как труд и затраты на производство.

Данная работа заключается в поиске данных с проверенных источников, использовании в управлении нескольких прогнозов по этим данным и их объединений, а также в выборе наилучших показателей. Прогнозы осуществляются на основе различных экономических показателей, взятых из таких источников, как сайты Всемирного банка и банков отдельных стран. Большое количество данных позволяет улучшить результаты исследования.

При этом система для решения задач управления должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Эффективно хранить и обрабатывать временные ряды.
2. Обеспечивать масштабируемость на уровне реляционной базы данных.
3. Поддерживать существующие стандарты доступа к данным.
4. Обеспечивать расширяемость на системном и прикладном уровнях.

Результатом работы является программное обеспечение, способное решать отдельные задачи управления. С помощью решения, предоставленного системой управления экономическими показателями, можно определить дальнейшее направление развития экономики стран и предприятий.

Разработка мобильного робота для самостоятельного прохождения незнакомого объекта типа лабиринт

Субботин Н.В.
Научный руководитель — к.т.н. Чудинова К.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Очевидно, что использование роботов в разных сферах человеческой деятельности с каждым годом становится все обширнее. Все больше утомительной, однообразной или опасной работы выполняется роботами. Это множество задач в военной сфере, промышленности, быту, исследованиях, логистике.

Использование роботов позволяет оптимизировать деятельность человека, повысить эффективность и темп выполнения работ. Функционирование роботов повышает точность результата, исключая влияние человеческого фактора в стандартных ситуациях, при условии, что человек будет решать нестандартные аналитические задачи. Все это подтверждает актуальность исследований в области робототехники.

Целью данной работы является разработка мобильного робота, способного проходить односвязные лабиринты. Многие практические задачи сводятся к поиску путей в лабиринте. В качестве основы выбран контроллер Arduino Nano [1-2]. Написан скетч для мобильного робота в среде Arduino IDE [3]. Для опробования робота сконструированы различные конфигурации тестового лабиринта.

Наиболее известными алгоритмами для прохождения лабиринтов являются алгоритмы: случайной мыши, одной руки, Люка-Тремо, Пледжа [4-5]. Для прохождения лабиринта роботом выбран алгоритм одной (правой) руки.

Использовались библиотеки: "Servo.h" (управление сервомотором), "sonar.h" (управление УЗ дальномером), "motor.h" (управление моторами), "QBPlay.h" (управление

сигнальным пьезоэлементом), "SPI.h" (библиотека для обмена данными между платой Ардуино и подключенными устройствами), "nRF24L01.h" (управление модулем приемопередатчика), "RF24.h" (управление и взаимодействие двух приемопередатчиков).

Алгоритм правой руки будет работать так: включаем робота и ставим в любое место лабиринта. Робот "осматривается" (сканирует УЗ датчиком расстояние до стен спереди, слева, справа). Если спереди нет препятствия, а слева и справа есть, то робот начинает движение вперед. Если при очередном сканировании робот идентифицирует препятствие впереди, то он выбирает из двух вариантов действий: 1) если справа препятствия нет, то робот поворачивает направо; 2) если слева препятствия нет, то он поворачивает налево. Робот снова "осматривается". Если спереди нет препятствия, робот начинает движется вперед. Перед и в процессе движения вперед робот оценивает расстояние до стен по сторонам и делает корректировку курса, чтобы двигаться по середине коридора лабиринта.

Вместе с ультразвуковым (УЗ) датчиком расстояния на роботе установлены инфракрасные (ИК) датчики (спереди и сзади робота) и концевые выключатели (спереди и сзади под углом 45 градусов направо и налево от продольной оси робота). С их помощью робот определяет контакт с препятствием. Если робот при движении вперед приблизился к препятствию менее, чем на 2 см, срабатывает ИК датчик. Робот останавливается, отъезжает назад, подруливанием в нужную сторону корректирует курс и продолжает движение. При касании стены лабиринта концевым выключателем робот останавливается, отъезжает назад, подруливанием в нужную сторону корректирует курс и продолжает движение. При корректировке направления движения показания УЗ дальномера игнорируются. В случае необходимости можно установить контроль над роботом посредством пульта радиоуправления (РУ) и корректировать его движение. Выходом из лабиринта считается, если расстояние до стен справа и слева, а также расстояние спереди более 60 см. При выходе из лабиринта робот подает звуковой и световой сигналы.

Составные части робота представлены ниже. Корпус робота: корпус (пластик PLA), шаровые опоры, крепеж. Питание робота: 2 аккумулятора (Panasonic NCR18650B 18650 3400 мАч) с защитой, короба для аккумуляторов, выключатель питания, индикатор напряжения, преобразователь напряжения 3,7 в 5В, разъемы. Контроллер робота: Arduino Nano. Движитель: мотор-редуктор (60 об./мин. DC 3В), драйвер двигателя, хомут мотор-редуктора (пластик PLA), колеса. Датчики и сенсоры: серво MG90S, УЗ сенсор расстояния HC-SR04, детали крепления УЗ сенсора (пластик PLA), концевые выключатели, ИК датчики препятствий. Устройство связи: радиопередатчик NRF24L01, плата адаптер для NRF24L01. Радиодетали: светодиод 10мм, пьезоэлемент, резисторы, конденсаторы, разъемы, провода.

Проводились экспериментальные проходы по различным вариантам тестового лабиринта. Робот достаточно уверено выходил из лабиринта во всех случаях, но время прохождения лабиринта варьировалось.

Список использованных источников:

1. Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари В. Делаем сенсоры: Проекты сенсорных устройств на базе Arduino и Raspberry Pi. М: ООО "И.Д.Вильямс", 2017. 432 с.
2. Ревич Ю. В. Азбука электроники. Изучаем Arduino. М: АСТ, 2017. 224 с.
3. Момот М. В. Мобильные роботы на базе Arduino. СПб: БХВ-Петербург, 2018. 288 с.
4. Конфорович А. Г. Математика лабиринта. Киев: Ряданська школа, 1987. 144 с.
5. Уолкер Д. Как пройти через лабиринт не заблудившись // В мире науки. 1986. №2. С. 64-72.

Работа в «ЦДЮТТ» по формированию технического мышления детей и молодёжи

Фокина И.И.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

В Центре детского юношеского технического творчества города Рыбинска Ярославской области большое внимание уделяется выполнению творческих проектов, которые способствую развитию творческих технических задатков личности, формированию и совершенствованию индивидуальных способностей. Работа над созданием творческого проекта способствует развитию памяти, мышления, воли, настойчивости, целеустремлённости детей и молодёжи. Стремление к выражению своего отношения к действительности должно служить источником развития образного мышления у детей и молодёжи. В ходе создания проекта свободный от инерции мышления молодой ум способен придумывать новые идеи, воплощать фантазии в реальность. Программа построена с учётом эмоциональной отзывчивости школьников и дошкольников, любознательности, способности овладеть определёнными теоретическими знаниями и практическими навыками. Приобщение детей и молодёжи к техническим знаниям, расширение их кругозора и технической культуры мышления - одно из самых главных задач воспитания. В «ЦДЮТТ» Проводятся занятие по робототехнике с конструктором «LEGO Mindstorms EV3»; тип: электронный, материал: пластик для возраста: от 10 лет. Но, если ребёнок собирает обычный конструктор, то привлекаются дети возрастом от 7 лет. В процессе занятий развиваются такие навыки как логическое мышление, робототехнические, схемотехнические и электронные навыки работы, математика.

Задачи проекта работы с детьми в «ЦДЮТТ» на 2021 год: формирование творческих способностей у детей и молодёжи, активизация познавательных интересов детей, научить фантазировать и творчески мыслить в процессе работы над изделиями, формирование и совершенствование навыков овладения технологическими приёмами и операциями.

Цели занятий: воспитывать любовь к труду, дать детям начало эстетических знаний, учить навыкам технического творчества, создать возможность для творческого развития детей, развивать творческие способности у детей и молодёжи. Формируется интерес к наукам, ИКТ навыки проектирование, моторика и ловкость, навыки управления проектами; в комплекте.

Организация образовательного процесса: выбор кружка и работа в нём на добровольных началах, неформальный характер психологической атмосферы на занятиях, беседа с родителями и детьми, помощь родителей в приобретении материалов; проведения инструктажей по технике безопасности в быту, на учебном месте, с электроникой, на дорогах.

Условия реализации программы: занятия проводятся в учебном кабинете, оборудование: компьютер, установленная программа на компьютер «lego Mindstorms EV3 Home Edition», конструктор «lego Mindstorms ev3», методические материалы, интернет; критерии оценки знаний и умений, учебное пособие, раздаточный материал, схемы для езды по линиям и выполнения заданий. Формы проведения занятий: беседы, экскурсии, практические и теоретические занятия, лекции, выставка технического творчества, соревнования.

Результаты: раскрытие и повышение уровня изобретательных способностей у школьников и дошкольников, умение реализовать свои идеи и фантазии в реальность, расширение технического кругозора и культуры у детей и молодёжи; создавать полезные предметы, поделки, игрушки своими руками. Ценить, а также уважать свой и чужой труд; уметь применять теоретические и практические навыки в быту, и в повседневной жизни.

Программное обеспечение прогнозирования экономических показателей ведущих предприятий мира

Холуев В.Е.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.
МАИ, Москва

Данная работа посвящена прогнозированию экономических показателей ведущих предприятий мира на основе данных прошлых лет по списку Forbes. Компания Forbes ежегодно предоставляет данные 2000 лидирующих компаний на мировом рынке, благодаря которым можно построить прогнозы экономических характеристик этих предприятий на следующий год.

В данный момент в мире проводится тщательный анализ и попытки предсказывания экономических показателей в будущем. Любой экономический анализ делается с целью предопределить дальнейшее развитие экономики и возможный кризис на основе полученных данных, а также определить вектор изменения рынка для получения выгоды.

Данная работа заключается в получении прогнозов по временным рядам экономических показателей предприятий, их объединении и выборке наилучшего с целью более точного предсказывания дальнейшего движения. Осуществляются прогнозы различных экономических показателях, таких как: продажи, прибыль, ресурсы, рыночная стоимость, рейтинг компании на рынке. Благодаря использованию большого объема различных данных прогноз будет более точным и правильным.

Результатом работы является прогноз показателей крупнейших предприятий мира на следующий год, с учетом влияния пандемии коронавируса на общую тенденцию рынка и специфики предприятий. Для работы используются различные алгоритмы прогнозирования временных рядов, по результатам работы которых будет выбран наилучший прогноз или их объединение. По итогам работы делается анализ и оценка рынка на будущий год.

Анализ приводов, применяемых для защитных распашных ворот

Челушкин М.Н., Захаров Д.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Кулаков К.С.
АО «НПО Спецматериалов», Санкт-Петербург

Существует несколько типов ворот, обеспечивающих ограничение доступа людей и техники на какую-либо закрытую территорию, а именно:

- Откатные ворота;
- Рулонные ворота;
- Секционные ворота;
- Распашные ворота.

Ворот с распашными створками обладают следующими преимуществами: высокая надежность, продолжительный срок службы, простота в изготовлении и монтаже, низкая степень теплопроводности полотна ворот, высокая взломостойкость [1].

Выбор типа привода при проектировании распашных ворот представляет собой важную задачу. В настоящее время чаще всего используются электропривод или гидропривод. Применение пневмоприводов нецелесообразно, так как в механизмах распашных ворот требуются большие моменты или усилия.

Гидропривод чаще применяется для ворот со створками большой массы, например, ворота атомных электростанций. Также использование гидроприводов объясняется возможностью создания больших передаточных чисел и бесступенчатого регулирования скорости и усилий в широком диапазоне; высокую удельную мощность — малую массу, приходящуюся на единицу передаваемой мощности; возможность получения меньшей зависимости момента от нагрузки (особенно важно при порывистом ветре, воздействующем на створку); высокая надёжность (безотказность работы при высокой влажности и больших перепадах температур) [2]. К достоинствам гидропривода относят простое преобразование энергии вращения вала двигателя к поступательному движению при использовании

линейного привода с гидроцилиндром. Кроме того, гидропривода не требует дополнительных тормозящих устройств.

Для распашных створок с меньшими массогабаритными параметрами выбирают электропривод. Наиболее распространён привод с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором из-за простоты конструкции и надёжности в эксплуатации. Отсутствие щёточно-коллекторного узла является преимуществом для использования на взрывоопасных производствах. Плавность хода и точность позиционирования обеспечивается использованием частотных преобразователей [3]. По сравнению с гидравлическими системами электропривод нуждается в менее сложном техническом обслуживании.

Из-за высокой скорости вращения вала исполнительного двигателя для приведения створки в движение чаще всего невозможно использование «прямого привода», поэтому применяются механические передачи. Основными преобразующими механизмами являются два типа: линейный и вращательный. В линейных приводах в основном используются передачи типа «винт-гайка». Во вращательных могут применяться механизмы с кривошипно-рычажными парами или без них.

В данной работе представлены разработанные имитационные модели линейного привода ворот, учитывающие ветровую нагрузку, инерционность створки и моменты трения. В первой модели применён электропривод, во второй — гидропривод. Показана возможность определения необходимых скоростей, ускорений и усилий для заданных условий и времени открывания ворот. В результате моделирования плавность хода и ошибка конечного позиционирования являются удовлетворительными.

Список использованных источников:

1. Проектировочный расчет привода распашных ворот специального назначения / Челушкин М.Н., Попенков Е.Ю., Кулаков К.С. — В сборнике: Инновационные технологии и технические средства специального назначения Труды XII общероссийской научно-практической конференции. В 3-х томах. Сер. «Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ»» 2020. — С. 149-155.

2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов /Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. -4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. - М: «Издательский дом Альянс», 2013. - 423 с.

3. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Регулируемый асинхронный электропривод: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 464с.

Секция №6.2 Интеллектуальные системы и авиационное вооружение

Анализ российского рынка видеоаналитики

Архипова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Попков А.И.
ТУСУР, Томск

Видеоаналитика сегодня является повсеместно применяемой и имеющей большее будущее системой. Человечество наблюдает за развитием систем видеонаблюдения вот уже несколько десятков лет, они стали основными инструментами рационального использования ресурсов во всех сферах жизни. Главными особенностями такого интереса стали возможность работы с потоковым видео и анализом сохраненного видео.

Ключевыми параметрами возросшего интереса к видеоаналитике и его подъема на рынке являются масштабный переход пользователей от аналоговых систем к цифровым, распространение открытых стандартов и повышение эффективности систем видеоконтроля. Постепенное снижение стоимости, простота обслуживания, расширенные функции, предлагаемые IP-камерами служат дополнительным драйвером выбора цифрового видеонаблюдения.

Крупнейшими компаниями-разработчиками решений по аналитике видеоизображения сегодня выступают IBM, Cisco, Bosch, Honeywell, в России же таковыми являются Синезис, Элвис-НеоТэк, Ivideon, Vocord, Axxon Next.

Российский рынок видеоаналитики сейчас на активной стадии развития. Так как наряду с возрастающей потребностью в безопасности и охране объектов поднимается спрос в видеоаналитике на рынке, то увеличивается и число компаний-интеграторов, старающихся довести до совершенства свои разработки, с каждым годом увеличивая достоинства своих систем, обогащая ассортимент и предлагая уже готовые, подходящие персонально для каждой структуры решения. А увеличение уровня конкуренции свидетельствует о росте предложения и высоком спросе и, тем самым, об актуальности данных технологий в настоящее время.

В России до недавних пор системы видеоанализа использовались в основном для охраны территорий, сейчас же спектр решаемых коммерческих задач все увеличивается, особенно в сфере бизнеса.

В 1980-е годы советская микроэлектроника оказалась в кризисе из-за выбранной руководством отрасли стратегии копирования зарубежной компонентной базы. Это отставание распространялось на все связанные с электроникой отрасли науки и промышленности. Осталось немного российских компаний, которые вели самостоятельные разработки новейших систем. Из года в год их количество увеличивается.

Российский рынок видеоаналитики в значительной мере отличается от западной как в области заинтересованности покупателей, так и в области предложения. Прежде всего стоит упомянуть, что в начале 2010-х Россия имела самый большой спрос на долю рынка по сравнению с другими странами Европы. С этого времени началось активное внедрение зарубежных ПО во внутренний рынок, хотя до этого такого не наблюдалось. Следует также отметить, что большинство внедряемых иностранных разработок очень часто «не приживаются» в условиях России, так как в ней большую потребность составляют программные решения (VMS), нежели готовые видеорегистраторы (NVR) как на Западе. Потому приходится приспосабливать данные устройства к данным условиям эксплуатации, покупать специальный софт или производить свои аналитические системы.

Несмотря на то что рынок видеоаналитики в России является одним из быстрорастущих сегментов в ИТ, мировые тенденции приходят с опозданием на несколько лет. Так по сравнению с Западом волна ожидания и восторга от новых систем видеонаблюдения пришла к российским покупателям намного позже.

Также отличительным свойством является возникающий конфликт в охранной системе: усовершенствованные технологии работают с большей эффективностью, но «ручное наблюдение» позволяет людям, не имеющим достаточной квалификации для работы со сложными системами, не потерять работу.

Российский рынок видеоаналитики имел хорошие шансы стартовать с местного рынка и выходить на международный до середины прошлого десятилетия. Но для этого потребовалось бы провести десятки конференций, на которых были бы решены сотни успешных кейсов. Сейчас не так уж много примеров успешных и массовых примеров реализации, хотя это все еще возможно при продаже технологии странам, в которых системы менее развиты, так как наша страна уступает в этом плане, хотя сейчас уже несколько компаний имеют соглашения с иностранными о разработке и продаже совместных продуктов для видеоанализа.

Основные черты развития рынка видеонаблюдения в РФ:

а) Неструктурированность и незаполненность рынка. Конкуренция с аналоговыми системами.

б) Разработка услуг ведущими федеральными операторами на базе видеонаблюдения.

в) Рост цифровых камер способствует росту рынка аналитических систем и занятостью его крупными игроками.

Рынок видеонаблюдения в РФ находится на стадии развития с потенциалом роста ~20% в год в среднесрочной перспективе.

Список использованных источников:

1 «Видеоанализ-2011. Выдающийся опыт и технологии » [Электронный ресурс] – URL: http://secuteck.ru/articles2/videonabl/videoanaliz2011 (дата обращения: 13.02.2021).

Аэрокосмическая техника: цифровая разработка умного крыла с использованием интеллектуальных материфлов (SMA)

Ахмед А.Р., Аль Дарабсе А.М., Аль-Кархи И.М.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Маркова Е.В.
УлГТУ, Ульяновск

Целью данной работы является разработка интеллектуальной системы управления, использующей сплавы с памятью формы (SMA) для управления положением закрылков самолета. Материалы SMA представляют собой металлические сплавы, которые могут подвергаться мартенситным превращениям в результате применения термомеханических нагрузок. Сплавы способны восстанавливать пластические деформации при нагревании выше определенной температуры. SMA способны достигать нескольких различных фаз за счет нагрузок, вызванных температурой и нагрузкой. Две основные фазы SMA – мартенситная и аустенитная. Аустенитная фаза – это высокотемпературное состояние SMA. Мартенситное состояние возникает при более низких температурах и достигается быстрым охлаждением из аустенитного состояния – это быстрое охлаждение или охлаждение приводит к образованию осадка. При этом преобразовании клетки материала изменяются от идеальной гранецентрированной кубической формы в аустенитной фазе к искаженной телесно-центрированной тетрагональной форме, которая больше не является симметричной.

Наиболее часто используемый SMA представляет собой никеле-титановый сплав для какая медь иногда добавляется, чтобы помочь в процессе восстановления напряжения. Процесс создания движения (или изменения формы) основан на пяти этапах, которые занимают место в материале. Эти пять шагов составляют одну из самых важных характеристик SMA – эффект памяти формы. Первый шаг превращения происходит при высокой температуре с нулевым напряжением и деформацией; это то, что называется родительской аустенитной фазой. Затем исходная аустенитная структура охлаждается в отсутствие напряжения и деформации для создания двойникового мартенсита. Когда материал охлаждается, между зернами металла образуется осадок. Затем материал

подвергается воздействию обратного процесса двойникования от бездиффузионного фазового превращения. Это фазовое изменение развивает неупругие напряжения в ныне детвинованном мартенсите. Затем нагрузка освобождается, но материал все еще сохраняет свою деформированную форму с неупругими деформациями. Наконец, SMA затем нагревают до начальной температуры аустенита, и все неупругие деформации восстанавливаются, тем самым возвращая материал к его первоначальной форме и составу.

Благодаря сильной отраслевой конкуренции, авиационные технологии постоянно совершенствуются, а эффективность высоко ценится. Гражданские самолеты имеют много возможностей для совершенствования в трансзвуковых крыльях с фиксированной геометрией (для полета в диапазоне скоростей, близких к скорости звука, приблизительно от 0,8 до 1,3 маха). Такие крылья с фиксированной геометрией оптимизированы только для одной расчетной точки или условия полета, характеризуемой параметрами высоты, числа Маха и веса самолета.

Другие члены научного сообщества предпринимали попытки использовать управление SMA для управления задней кромкой крыла. Одна группа исследователей внедрила провода SMA в секцию аэродинамического профиля ротора вертолета NACA 0012 с хордой 0,305 м, примыкающей к выступу задней кромки с пролетом 0,1 м и хордой 0,06 м. Привод состоял из хомута, шарнирной трубки и нескольких предварительно натянутых SMA-проводов диаметром 0,3 мм. Провода SMA имели начальное предварительное напряжение 3,16%, и система привела к отклонению выступа 298.

Опытный образец интеллектуальной системы управления для управления закрылками самолета был успешно разработан. Благодаря проведенному нами экспериментальному и теоретическому анализу наш проект был подтвержден и показал большой потенциал для будущего применения. Целью текущих исследований является разработка системы управления, дальнейший анализ условий динамической нагрузки в полете и применение этой конструкции к другим системам самолета, таким как элероны, предкрылки, рули направления и лифты.

К вопросу применения многокаскадных нечетких систем управления для сложных объектов энергетики

Бузикаева А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск-на-Амуре

На сегодняшний день синтез процедур управления сложными технологическими объектами затруднен и обусловлен рядом проблем, связанными с функционированием системы регулирования, неполнотой информации, сложностью математического описания, а также аппаратной реализацией таких подходов. Использование стандартных методов мягких вычислений приводит к увеличению числа входных и выходных лингвистических переменных, и, как следствие, значительному росту алгоритмической сложности и существенным проблемам с реализацией таких интеллектуальных модулей. Посторенние интеллектуальных систем, основанных на принципах многокаскадности, будет наиболее актуальным для сложных технологических процессов, работающих в режиме слежения. Применение сложных алгоритмов управления в таких наукоемких областях, как альтернативная энергетика, где присутствует необходимость контролировать большое количество взаимосвязанных параметров, например, в ветрогенераторах или солнечных батареях, позволит оптимизировать процедуры и процессы управления с учетом многокритериальности и многофакторности поставленных задач.

Технология внедрения многокаскадных нечетких регуляторов в системы регулирования сложными объектами энергетики позволяет реализовывать законы управления любой сложности и получать качественные переходные процессы. Первый каскад синтезированных устройств производит экспертную оценку регулятора, в то время как второй каскад непосредственно генерирует управляющее воздействие на объект управления. Особенности

применения того или иного алгоритма во внутреннем каскаде чаще всего диктуются спецификой функционирования объекта управления, а также теми критериями, которые могут быть на него наложены. Оба каскада ориентированы в разных предметных областях, и как результат, управляющий сигнал стал более чувствителен к изменению параметров системы.

Внедрение интеллектуального модуля в системы управления электроприводами ветрогенераторов позволит оптимизировать расположение установок на местности, при этом сократив площадь, занимаемую таким комплексом, и, как следствие, повысит быстродействие и точность систем автоматического регулирования. Кроме того, существенные площади, занимаемые ветрогененраторными установками, приводят к значительному снижению энергии ветра, что влечет за собой климатические изменения. Известно, что положение солнечных батарей в пространстве существенно зависит от их ориентации на Солнце, помимо этого на них будет оказывать влияние достаточно большое количество внешних факторов, таких как давление, влажность, температура, парусность, запыленность, а также тени, обусловленные как техногенным, так и климатическим характером, и др., которые представляют собой недетерминированные возмущающие воздействия. Интеллектуальные следящие системы, построенные по технологии многокаскадного нечеткого управления, позволят решать задачу регулирования с учетом всех вышеперечисленных возмущений, ограничений и критериев.

Исследование методик, позволяющих расширить интеллектуальные возможности нечетких логических регуляторов с различным сочетанием алгоритмов вывода для сложных объектов регулирования высоких порядков, позволяют говорить об универсальности и эффективности применения такого подхода к реализации многокаскадных систем управления сложными технологическими объектами в энергетике. Анализ динамических процессов указывает на правомерность применения метода мягких вычислений при реализации модели нечеткой системы управления сложными техническими объектами, учитывая все особенности, сложности и набор допущений при реализации математического описания.

Интеллектуальная диагностика информационно-преобразующих подсистем интегрированной модульной авионики

Букирёв А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Савченко А.Ю.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

На современном этапе развития и проектирования диагностических систем остро стоит проблема их унификации. Особенно актуальным является решение этой проблемы в интересах управления информационной избыточностью комплексов бортового оборудования (КБО), когда необходимо в минимально короткие сроки получить информацию о техническом состоянии (ТС) входящих в него измерительных устройств и систем.

Предлагается решение вопроса одновременного повышения качества диагностики и уменьшения времени ее проведения информационно-преобразующих подсистем КБО ВС на основе применения интеллектуальной диагностической системы (ИДС). Принцип ее построения реализуется в интересах решения задачи автоматического построения модели диагностирования ОК за счет применения систем искусственного интеллекта [1]. Предлагаемая ИДС будет представлять собой стандартный крейт (платформу) в виде отдельного однопроцессорного вычислительного модуля унифицированной и открытой архитектуры, в основе функционирования которого заложены алгоритмы обработки входной информации многослойными искусственными нейронными сетями, программное обеспечение функционирования которых хранится в ПЗУ и используется по назначению в режиме реального времени при взаимодействии с диагностируемыми информационно-преобразующими модулями через МКИО комплекса [2, 3].

Принцип работы ИДС заключается в следующем: при подаче электропитания от системы преобразования электропитания, центральный процессор (CPU) выполняет инициализацию входящих в ее состав компонентов (микросхем программируемой логики, микроконтроллера). Начало процесса обучения системы осуществляется подачей разовой команды (РК) в микроконтроллер, и, согласно установленному протоколу информационного обмена между бортовой локальной сетью КБО и информационно-преобразующими подсистемами, через МКИО и коммутатор в постоянном запоминающем устройстве формируется база файлов эталонных входных и выходных массивов данных при работе каждого конкретного информационно-преобразующего модуля комплекса с установленной адресацией ячеек ПЗУ. После инициализации центральный процессор (CPU) принимает из постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) функциональное программное обеспечение ИНС, и по внутренней локальной сети и заносит его в свое внутреннее ОЗУ. При формировании базы данных эталонных обучающих массивов входов и выходов диагностируемого модуля входные и выходные сигналы, обработанные соответствующим алгоритмом ИДС через физический модульный интерфейс информационного обмена (МКИО) и коммутатор поадресно формирует в ячейках ПЗУ файлы алгоритм-программ преобразования информации каждым модулем, а также эталонные базы данных входных и выходных сигналов диагностируемых подсистем.

Данная система будет представлять из себя стационарную систему мониторинга функциональных зависимостей входных данных каждой подсистемы, входящей в состав КБО, от выходных.

Таким образом, в данной работе были изложены основные принципы подхода к построению интеллектуальной диагностической системы информационно-преобразующих подсистем КБО ИМА. Разработана схема взаимодействия функционального программного обеспечения ИДС (алгоритмов функционирования искусственных нейронных сетей) с информационно-преобразующими модулями КБО. Теоретическая значимость работы состоит в предлагаемом к разработке аппаратно-программном средстве автоматического диагностирования информационно-преобразующих и информационно-управляющих подсистем КБО – интеллектуальной диагностической системе. Предложенный принцип построения ИДС позволит создать унифицированную диагностическую систему инвариантную к различным классам модулей, используемых для информационного преобразования сигналов комплекса. Очевидно, что данный принцип позволяет создать многомерную, комплексную ИДС, для контроля ТС всех подсистем КБО данного типа. Также, это позволит создать программную основу для решения задачи управления информационной избыточностью в КБО и значительно упростит процесс диагностики подсистем и комплексов, выполняющих информационные преобразования входных сигналов.

Список использованных источников:

1. Подсистема диагностики системы управления функциональной информационной избыточностью в комплексе бортового оборудования / А.Ю. Савченко, А.С. Букирёв,

А.С. Васильченко, Е.В. Озеров // Авиакосмические технологии «АКТ–2018»: Труды XIX Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов (18–19 октября 2018 г.) Воронеж: ООО Фирма «Элист». – 2018. – С. 398-405.

2. Медведев, В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – Москва: ДИАЛОГ-МИФИ, 2001. – 630 с.

3. Комарцева, Л.Г. Нейрокомпьютеры: Учебное пособие для вузов / Л.Г. Комарцева,

А.В. Максимов. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 400 с.

Проблемы на пути развития искусственного интеллекта

Вдовиченко Т.В., Торшина Д.Д.
МАИ, Москва

В настоящее время невозможно найти тему актуальнее и быстрее развивающуюся, чем искусственный интеллект. Все проблемы, которые возникают и достигают результатов, затрагивают острые аспекты, требующие тщательного исследования, в особенности, проблема возможности создания «искусственного «сознания» и его развития.

Искусственный интеллект (ИИ) — это возможность компьютера или управляемого сервером устройством реализовывать поставленные задачи, обычно относящиеся к разумным существам.

Перспективы.

Первое сводится к решению проблем, которые связанны с аппроксимацией специально назначенных систем ИИ к способностям человека и их объединение, которая создана природой человека.

Второе сводится к созданию искусственного разума, который представляет объединения уже реализованных систем ИИ в одну целую, способную указывать на трудности человеческого общества.

В настоящее время развитие сферы искусственного интеллекта сталкивается со следующими вопросами:

- Философские задачи
- Возможные решения мысленных экспериментов
- Стремится ли ИИ к человеческому интеллекту?
- Сможет ли нейросеть развиваться естественным путем?

Алгоритмы вычисления действий людей лежат на поверхности. Сами этого не осознавая, проходя онлайн-тесты или публикую посты в социальных сетях, мы формируем базу знаний о своей личности, которая в удобный момент будет использована не в нашу пользу. Искусственный интеллект в руках PR-менеджеров — это оружие массового поражения и зомбирования населения для подталкивания к действиям. Никто до конца не поймёт, подвергся ли он атаке рекламного ИИ или нет. Всем кажется, что принятое им решение является самостоятельным. Однако, никто не рассматривает того, что это, результат выбора одного из алгоритмов влияния, который продуман заранее и заложен в программе. Информация всегда подается в таком ключе, где присутствует выбор хорошего и плохого, а человек автоматически выбирает лучшее.

В связи с большим интересом в сфере искусственного интеллекта рассмотрение вышеперечисленных вопросов является важной частью развития этой темы в мире, которым следует уделять больше внимание. Мы всегда должны помнить, что ИИ — наша разработка. Мы их проектируем, создаем, обучаем, вкладываем «мысли». Значит, и ответственность за их поведение — на нас.

Список использованных источников:

1. Что такое искусственный интеллект? [Электронный ресурс] / GeekBrains. — www.geekbrains.ru. – URL: https://geekbrains.ru/posts/what_is_ai (дата обращения: 15.10.2020).

2. Искусственный интеллект и проблемы сознания [Электронный ресурс] / www.novainfo.ru. – URL: https://novainfo.ru/article/851 (дата обращения: 17.10.2020)

3. Квасный, Р. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] / Р. Квасный. — www.edutext.net. – URL: http://edutext.net/referaty/iskusstvennyj-intelekt/8/ (дата обращения: 12.10.2020).

К вопросу о создании демонстративного стенда подвижного пилона для крепления авиационного вооружения

Вершинин И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Макаров И.К.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Известно, что между самолетом-носителем и вооружением возникает аэродинамическая интерференция, которая оказывает влияние на аэродинамическое качество авиационного комплекса, и это влияние может быть, как положительное, так и отрицательное. Аэродинамическое качество может влиять на величину интерференции, а также на направление и величину аэродинамической силы, оно является критерием дальности и продолжительности полета, а также часового расхода топлива. Для того что бы добиваться положительной интерференции, предлагается управлять вооружением в продольном направлении в зависимости от режима полета летательного аппарата.

Для получения банка максимального аэродинамического качества производиться расчет аэродинамических характеристик самолета-носителя и авиационного вооружения, размещенного под его фюзеляжем, с использованием расчетного комплекса ANSYS. Полученные аэродинамические характеристики учитывают интерференционное взаимодействие исследуемых объектов за счет моделирования системы скачков уплотнения. В сформированной базе данных, путем анализа полученных аэродинамических характеристик, выявляется оптимальное положение крупногабаритного авиационного вооружения относительно самолета-носителя, по критерию максимального аэродинамического качества.

На основе полученного банка оптимального положения вооружения на летательном аппарате, в рамках данной работы предлагается использовать подвижный пилон (ПП).

Этапы проектирования демонстрационного стенда ПП включают в себя:

1) Составление технического задания.

2) Разработка твердотельной модели ПП.

3) Печать твердотельных моделей на 3д принтере и выбор комплектующих, в зависимости от геометрических характеристик.

4) Сборка ПП.

5) Создание алгоритма системы управления с использованием программы Matlab simulink.

6) Разработка кадра МФИ в программе Adobe flash.

7) Сборка и настройка демонстрационного стенда ПП.

В качестве исполнительных устройств, позволяющих управлять пилоном в продольном направлении, и по углу атаки использовали:

Шаговый двигатель - выбран ввиду того что, возможно точно менять положение каретки, путем задания конкретного значения шагов двигателя.

Драйвер для управления шаговым двигателем.

Сервомашина – исполнительное устройство обеспечивающее перемещение макета по углу атаки.

Микроконтроллер Arduino Nano- для создания программы управления, которая будет обеспечивать автоматическое управление установкой в зависимости от параметров.

Управление осуществляется за счет сравнения текущего значения с заданным. Модель получает заданные значения и на их основании выстраивает матрицу, которая служит для изменения напряжения на обмотках двигателя, что приводит к вращению шагового двигателя.

Также на основании вычислений, можно высчитывать шаги которые совершил шаговый двигатель.

На данный момент завершается этап моделирования МФИ панели, с помощью которой получиться зрительно наблюдать положение ракеты в пространстве, а также изменять режим управления подвижным пилоном.

Список использованных источников:

1. Ништ Ю.П., Пащенко В.А. К определению аэродинамических характеристик установок авиационного вооружения со средствами поражения. М.: ВВИА им Н.Е. Жуковского, 1986. С. 54–60.

2. Белоцерковский С.М. Исследование сверхзвуковой аэродинамики самолетов на ЭВМ. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 336 с.

3. Верещиков Д.В., Макаров И.К., Салтыков С.Н., Тупицын А.П. Проблемы сверхзвуковой интерференции в системе «ЛА-АСП» и способы их решения // Академические Жуковские чтения: сб. науч. тр. Всероссийской НПК / ВУНЦ ВВС «ВВА». Воронеж, 2014. 378 с.

4. Верещиков Д.В., Макаров И.К., Салтыков С.Н., Тупицын А.П. К вопросу оценки величины интерференционных сил между крылом самолета и авиационным средством поражения при числах M>1 // Авиакосмические технологии: сб. науч. тр. Таруса, 2014. 160 с.

5. Макаров И.К., Салтыков С.Н., Тупицын А.П. Оценка величины интерференционных сил между крылом и авиационным средством поражения в сверхзвуковом диапазоне высот и скоростей полета // Актуальные вопросы науки и техники в сфере развития авиации: сб. науч. тр. Международной НПК / Военная академия Республики Беларусь. Минск, 2015. 374 с.

Развитие голосовых ассистентов в сетях пятого поколения

Кузнецова А.М.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.

МАИ, Москва

В научной литературе технология голосовых помощников считается как многообещающие направление организации работы пользователей с системой устройств. Персональные голосовые ассистенты дают пользователю комфортно взаимодействовать с цифровыми устройствами, адаптируя его к коммуникации с собеседником.

Из числа основных условий быстрого становления рынка голосовых помощников можно отметить:

• Постоянное увеличение конкурентной борьбы, а также, как результат, постепенное сокращение стоимости;

• Рост количества функций, решаемых голосовыми помощниками;

• Развитие технологий Индустрии 4.0, а также возрастающий ассортимент «умных устройств» от всевозможных компаний, AR и VR, интернета вещей (IoT), BigData и др.;

• Возникновение платформенных решений с целью разработки ассистентов, а также повышения их диапазона;

• Постепенное утверждение новейших технологий, которые изменяют привычный порядок жизни у большинства населения;

• Повсеместное продвижения инструментов профессионального и личного общения, а также выполнение разнообразных задач через «цифру».

Стоит отметить также тренд к персонализации личных помощников и разработку более легких алгоритмов работы с ним. Настройка ассистента с пожеланиями и предпочтениями пользователя, дает возможность составлять персонализированный перечень кодовых слов, «горячих» команд для активации, изменять голос помощника.

Средний темп воспроизведения слов человеком – 150 слов в минуту, а средний темп набора слов на устройстве – в районе слов. Поэтому это также стоит учитывать, рассматривая потенциал развития технологии голосовых ассистентов.

Согласно мониторингам Adweek, рынок платформ распознавания голоса к концу 2022-го достигнет 40 млрд долларов.[3] Голосовые ассистенты помогают в межличностной коммуникации, делают общение более комфортным, принимая во внимание то обстоятельство, что набирать текст на устройстве существенно проблематичней и продолжительней, чем произносить. Невозможно не обратить внимание на психологический аспект развития данной технологии. Большинство пользователей начинают свой день,

взаимодействуя с голосовым помощником, следовательно, появляется новая привычка, а также вырабатываются новые навыки.

Так как данная технология не подразумевает применения рук для получения ответа на команду, она станет незаменимым атрибутом для людей с ограниченными возможностями, людей пожилого возраста, у которых появляются трудности при использовании сети Интернет.

Также важным фактором развития голосовых ассистентов является их интеграция в «умный» дом: согласно прогнозам 34 млрд устройств станут подключены в 2021 году.

Последующее появление экосистемы умных устройств станет толчком к развитию прибыльного рынка голосовых приложений, в следствии чего приведет к развитию новых бизнес-направлений для стартапов, команд программистов.

В заключении, приведу одну из целей национального проекта «Цифровая экономика»: «Создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов данных, доступной для всех организаций и домохозяйств»[1]. Данная цель демонстрирует, что использование голосовых ассистентов, которые создают более легкодоступные для пользователя технологические устройства на платформе сети связи пятого поколения, станет непрерывно увеличиваться.

Список использованных источников:

1. Национальный проект «Цифровая экономика» [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Национальный_проект_«Цифровая_экономика»

2. Markets R.A. Intelligent Virtual Assistant (IVA) Market - Growth, Trends, and Forecast (2020 – 2025) [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchandmarkets.com/reports/ 4845914/intelligent-virtual- assistant-iva-market.

3. Just AI [Электронный ресурс]. URL:https://www.adweek.com/commerce/challenger-brands-prose-customized-haircare-sustainability/

Конкурентный анализ российских видеоаналитических систем

Поляничко К.С., Архипова Е.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Антипин М.Е.
ТУСУР, Томск

На сегодняшний день человечество не представляет свою жизнь без систем видеонаблюдения и видеоаналитики, которые повсеместно применяются и внедряются все в новые и новые сферы жизни, так как функционал этих систем непрестанно пополняется и обновляется из года в год.

Если сравнивать отечественные и иностранные продукты, то основные направления и тенденции развития схожи, так как задачи и требования обоих рынков схожи. Однако, иностранные решения более узконаправленные — предназначенные для решения конкретных задач, а отечественные разработки более гибкие и масштабируемые, что позволяет заказчику настраивать продукт под требуемые задачи. Что из этого лучше — сказать сложно, это разные подходы к решению одних и тех же задач. Перед заказчиком же стоит проблема выбора: какие задачи ему необходимо решить и какие деньги за их решения он готов заплатить.

Если рассматривать конкуренцию в плане видеоаналитики в мире, то можно сказать, что около трети объема мирового рынка сосредоточено в Америке, немного отстаёт Азия. В Азии крупным представителем является Китай, его компании Hikvision и Dahua фигурируют на топовых позициях в списках производителей оборудования видеонаблюдения. Таким образом, степень конкуренции на мировом рынке высокая, так как множество международных компаний активно занимаются продажами систем видеоанализа.

В России же конкуренция пониже в связи с меньшим количеством поставщиков оборудования и софта видеоанализа. В конце прошлого века многие компании копировали алгоритмы работы интеллектуальных систем у западных стран, сейчас же государство

ориентировано на разработку собственной техники. Можно отметить, что отечественные аналоги мало чем уступают друг другу по качеству, дополнительным свойствам и обслуживанию технологий. Цены таких систем с каждым годом будут уменьшаться и становиться доступнее для конечного потребителя.

Результат анализа российского рынка:

Для анализа российского рынка были рассмотрены как устройства видеоаналитики на борту камеры (компании Сова, Линия, Синезис, Mobotix, Trassir), так и серверные системы (компании Vocord Tahion, Ivideon, Macroscop, Axxon Next, Элвис-НеоТек). На основе полученных данных о видеоаналитике в России и сопоставлении аналогов между собой, можно сделать следующие выводы:

а) Благодаря общению и активному сотрудничеству с западными странами, российский рынок видеоаналитики растет быстрыми темпами и почти не отстаёт от Запада по набору функционала и характеристикам систем видеонаблюдения.

б) Большая часть отечественных компаний производит не просто системы для применения во всех возможных сферах жизни человека, но также предлагает уже готовые решения для видеоанализа.

в) Многие продукты имеют довольно привлекательную цену, несмотря на набор дополнительных услуг и функций, таких как:

- гарантийность и техподдержка;
- набор модулей и инструментов для видеоанализа;
- работа как в реальном времени, так и поиск по архиву;
- удаленный доступ с любого вида устройств и уведомления;
- многозадачный режим работы.

г) Немногие ПО имеют возможность установки как на сервере, так и в отдельно взятой камере.

д) Как и в любых других товарах, здесь тоже можно найти свои изъяны:

- сложность настройки и установки систем, подключения и сопоставимости с любыми типами камер;
- сложность работы и сбои на сервере при подключении большого количества камер;
- ложные срабатывания.

Можно выделить следующие потенциальные барьеры, препятствующие выходу на рынок систем видеоаналитики в России:

Нестратегические барьеры

а) Емкость рынка.

Ограничение спроса может привести к неплатежеспособности потребителя по причине высоких цен и неосведомленности о возможностях продукта. Также препятствие может возникнуть из-за дешевых аналоговых DVR и идентичной продукции азиатских представителей.

б) Объем капитальных затрат

Величина первоначальных затрат зависит от степени конкуренции и степени развитости рынка труда. В свою очередь в России довольно много рабочих рук, но не все квалифицированы в данной отрасли.

в) Барьеры, основанные на преимуществе в уровне затрат.

У опытных компаний уже имеется преимущество в объеме производства и налаженных связях с поставщиками, арендаторами.

г) Состояние инфраструктуры рынка.

Под этим подразумевается удобное расположение, транспортировка ресурсов и наличие помещения для складирования и производства товара.

Стратегические барьеры

Они возникают вследствие конкуренции. Имеющие большой опыт в данной сфере бизнеса конкуренты могут стать монополистами, потому новым компаниям тяжело равняться с ними.

Несмотря на существующие барьеры, их можно разумно одолеть, применяя грамотные техники руководства владения бизнесом, ловкость в разрешении вопросов и решения задач, коммуникации и средства.

Система выявления опасных ледяных образований на основе нейросетевой обработки радиолокационных спутниковых изображений

Сальман П.А., Сальман Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Визильтер Ю.В.
МАИ, Москва

Одной из наиболее актуальных проблем в сфере обеспечения безопасности промышленной и исследовательской деятельности в арктических широтах является отсутствие высокотехнологичных автоматизированных сервисов оперативного мониторинга ледовой обстановки.

В качестве решения предлагается система, основанная на нейросетевой обработке радиолокационных спутниковых изображений, осуществляющая автоматическое выявление объектов и их классификацию на суда и ледяные образования, а также определение их надводных параметров в оперативном режиме. Для повышения надежности, обеспечения масштабируемости и распределения вычислений система имеет микросервисную архитектуру.

Радиолокационное изображение проходит последовательную обработку модулем предварительного анализа, глубокой конволюционной нейронной сетью (ГКНС) двухклассового обнаружения, модулями обмера и сравнения координат объектов с полигонами земной поверхности [1]. Комплексное функционирование сервисов обеспечивает высокую точность распознавания, исключение вероятности ложного детектирования островов как айсбергов, а также полную автоматизацию процесса обработки. Результаты содержат информацию о всех выявленных объектах с указанием их координат, класса, надводных размеров и предоставляются пользователю в различных форматах для удобного дальнейшего использования.

Благодаря особенностям алгоритма определения геометрических параметров ледяных образований, реализован уникальный сервис автоматической генерации обучающей выборки для дообучения ГКНС. Такой подход позволяет без участия оператора обеспечивать постоянное повышение качества работы системы, расширяя географический и функциональный диапазон ее применения.

Получены первые результаты практического использования разработанной системы. В рамках проектов оперативного мониторинга ледовой обстановки в российских арктических морях выполнена обработка свыше 250 радиолокационных спутниковых изображений, на которых выявлено более 12 000 объектов.

Благодаря внедрению современных достижений в области технологий искусственного интеллекта, система, обеспечивая оперативное предоставление информации об опасных ледяных образованиях в исследуемой акватории, является решением одной из важнейших задач обеспечения безопасности выполнения морских операций в арктической зоне.

Список использованных источников:

1. Сальман П.А. Нейросетевая система обнаружения опасных ледяных образований на радиолокационных спутниковых изображениях // Нефть. Газ. Инновации. 2020. №9 (237). С. 17-20.

Тренажер контроля функционирования блока неуправляемых авиационных ракет Б8М-1

Титов Д.А., Короваев Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Емельянов А.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Проведенный анализ отечественных и зарубежных производителей авиационных тренажеров показал отсутствие специализированных тренажерных систем, предназначенных для подготовки летного и инженерно-технического состава (ИТС) применению блоков неуправляемых авиационных ракет (НАР). Кроме того, существующие тренажеры являются стационарными, имеют низкую мобильность, высокую стоимость. Однако процесс совершенствования профессиональных навыков и умений необходимо осуществлять не только в центрах подготовки и переквалификации, но и в пунктах постоянной и временной дислокации, а также местах ведения боевых действий.

Разработанный авторским коллективом тренажер предназначен для обучения в аудиторных и полевых условиях ИТС подготовке к полету блока НАР Б8М-1 с визуализацией его внешнего вида, способу подвески, принципа действия и боевого применения.

В комплект тренажера входят:

- Ноутбук (компьютер или планшет) с программным обеспечением;
- Модель блока Б8М-1;
- Ручка управления самолетом (джойстик);
- Мишень;
- Модель транспортировочной тележки;
- Имитация оптического прицела на треноге;
- Трубка холодной пристрелки (ТХП);
- Подборка технической документации и электронных учебников;
- Телевизор(ы) на стойке.

Тренажер размещается в компактном, удобном для переноски ящике.

Результат исследования условий ведения боевых действий и мест дислокации авиационных подразделений показал наличие ограниченного количества или полное отсутствие специализированной технической литературы для ИТС. С целью устранения этого недостатка в начале занятия представляется 3D-фильм, демонстрирующий внешний вид блока НАР, его тактико-технические характеристики, применяемые ракеты, принцип действия, а также боевое применение. Кроме того в комплект тренажера входит подборка специализированной технической документации и электронных учебников по блоку НАР.

Программное обеспечение (ПО) тренажера представлено анимированными блоками системы управления оружием самолета и контрольно-проверочной аппаратуры, а также модулем для объективной оценки ИТС.

Для улучшения процесса обучения все управляющие сигналы транслируются на модель блока НАР Б8М-1, визуализируя процесс проверки цепей стрельбы и пуска ракет.

В представленной комплектации тренажер позволяет проводить теоретическую и начальную практическую подготовку, а также поддерживать и совершенствовать уровень профессиональных навыков инженерно-технического состава эксплуатации блоков НАР (на примере Б8М-1) по следующим вопросам:

- Изучение и получение навыков работы с органами управления системы управления оружием (СУО) в кабине самолета (в данной комплектации Су-25);
- Формирование навыков работы с контрольно-проверочной аппаратурой (приборы контроля цепей стрельбы реактивными снарядами, пульты наземной проверки) и системой индикации;
- Изучение принципов холодной пристрелки блока НАР;
- Практическое изучение последовательности действий при проверке СУО самолета и блоков НАР (на примере Б8М-1);

• Обучение подготовки к полету, производимой в кабине самолета и за ее пределами;

• Поддержание и совершенствование уровня подготовки специалистов по эксплуатации блоков НАР (на примере Б8М-1).

Проведенный педагогический эксперимент показал, что использование тренажера в учебном процессе позволило значительно снизить материально-технические затраты и сократить сроки обучения при одновременном повышении качества подготовки авиационных специалистов.

К вопросу моделирования нечетких систем управления гидравлической подвески трала

Хрульков В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Черный С.П.
КнАГУ, Комсомольск На Амуре

Горнодобывающая промышленность относится к первичному сектору экономики и можно сказать является основным способом обеспечения сырьем предприятия цветной и черной металлургии, промышленность строительных материалов (цемент, гранит), ювелирную промышленность.

По мере развития научно-технического прогресса объёмы добычи полезных ископаемых и число их видов непрерывно увеличивались, в связи с чем к машинам транспортировавшим сырье до пункта сортировки и переработки предъявлялись новые требования по максимальному количеству перевозимого груза. Вследствие чего были разработаны сверх тяжелые карьерные самосвалы такие как Белаз 75710, Caterpillar 797F, Komatsu 980E, Unit Rig (Terex) MT 6300AC, Liebherr T 282 B, у которых грузоподъемность составляет от 300 т.

С увеличением грузоподъемности самосвала возникла проблема транспортировки их до места проведения работ, т.к. вес машины составляет больше 600 т перемещаться по дорогам общего пользования им запрещено из-за деформации дорожного полотна. Так на данный момент существует 3 способа транспортировки их до карьера: 1. По воде на специальных баржах; 2. Разбором машины на составные модули, которые собираются в цехах в непосредственной близости от карьера; 3. Использование модульного трала, на котором равномерно распределен вес машины. Третий способ является наиболее дешевым и менее затратным по времени, т.к. не требует его последующей сборки у места по сравнению с другими способами.

Такой подход использует Нидерландская компания Маммут, транспортируя не только карьерные самосвалы, но и другие крупные объекты. Трал состоит из 14 платформ соединённых между собой, длина которого составляет 32 метра и имеет 22 оси. Его сложная гидравлическая система должна обеспечивать плавность хода, демпфирование неровностей дорожного покрытия и надежное положение установленного груза. Из выше приведенных требований к системе можно синтезировать интеллектуальную систему на базе нечеткой логики, которая будет генерировать управляющие воздействия на возможный выход из строя части подвески одной из полуплатформ и регулирование давления в гидроцилиндрах.

Рассмотрим часть гидравлической системы одной из платформ состоящей из 6 осей, которая имеет 12 гидравлических приводов. Нечеткий регулятор, получающий по обратной связи уровень давления в системе и положение штока с датчика линейного перемещения должен обеспечивать необходимое оптимальное положение в пространстве груза путем изменения положения дроссельных заслонок с гидравлическим приводом, расположенных у каждого гидроцилиндра. Так же регулятор должен реагировать на выведение из строя одного из гидроцилиндров путем повышения давления в общей системе полуплатформы.

С активным развитием микропроцессорной техники при построении системы управления можно использовать связку микрокомпьютер (например, Raspberry Pi), на который подаются информация с датчиков, и осуществляется расчет нечеткого регулятора и ПЛК (программируемый логический контролер), на котором производится реализация релейной логики управления.

Использование нечеткого подхода может обеспечить снижение вероятные риски, относящиеся к повреждению груза из-за выхода из строя элементов подвески или нервности дорожного покрытия. Для проектирования гидравлической системы с использованием нечеткого подхода выполнено с применением среды динамического моделирования технических систем SimInTech отечественного производителя.

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике

Секция №7.1 Теория управления и оптимизация

Оптимизация загрузки оборудования

Абрамов В.С.
Научный руководитель — Ахмадиев А.И.
АФ КНИТУ–КАИ, Альметьевск

Компании-производители (Машиностроительные предприятия) сталкиваются с растущей волатильностью рынка, которая характеризуется увеличением вариантов продукции и производственные компании должны справляться с быстро меняющимися потребностями клиентов в отношении номенклатуры продукции, количества и сроков поставки, а также иметь возможность обеспечить быструю модификацию и изменение системы будущих производственных систем.

Планирование и контроль производства должны компенсировать возникающие колебания спроса на мощности.

В данной статье рассматривается проблема совместной оптимизации планирования производства и настройки производственных мощностей на основе технических характеристик продукции, ограничений по срокам поставки и возможностей обрабатывающих центров.

На уровне производственного планирования проблема производственного планирования состоит в задаче определения размера партии нескольких продуктов.

На уровне регулировки производительности оборудование можно перенастроить в соответствии с меняющимися потребностями с точки зрения производительности и функциональности.

В контексте, один и тот же станок может быть модифицирован для выполнения различных задач в зависимости от предлагаемых осей движения в каждой конфигурации и наличия инструментов.

Основная цель данной статьи состоит в одновременном определении экономичного объема производства каждого варианта продукта и оптимальной мощности обрабатывающих центров для обеспечения соблюдения сроков поставки.

Стохастическая математическая модель разработана и решена с использованием подхода оптимизации моделирования на основе методологии поверхности отклика.

Полученные результаты ясно демонстрируют тесную взаимосвязь между объемом производства, ограничениями по срокам и мощностью оборудования, что подтверждает необходимость совместного рассмотрения планирования производства и корректировки мощности в интегрированной модели.

Адаптивное управление движением группы пассажирских поездов по кольцевой линии с учетом случайности пассажиропотока

Архипов А.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Семенихин К.В.
МАИ, Москва

Развитие пассажирского железнодорожного транспорта происходит быстрыми темпами во многих городах мира. В транспортной системе России он выполняет значительную пассажирских перевозок. Для загруженных железнодорожных линий, линий метро, монорельса в условиях быстрого развития городской инфрастуктуры актуальной задачей становится автоматизация управления электроподвижным составом. Системы

автоматического управления поездами призваны повысить точность выполнения графика движения поездов, снизить расходы электроэнергии на движение, оптимизировать выбор режима ведения поезда в зависимости от участка пути, оптимизировать количество эксплуатируемых составов. Теоретической основой данной проблемы является задача автоматического регулирования, решение которой обеспечивает поддержание заданного графика движения, включая определенные режимы разгона и торможения отдельных составов.

Для достижения заданной цели управления необходимо учитывать два важных фактора: отсутствие точной информации о параметрах управляемого объекта и наличие случайных неконтролируемых возмущений. Для синтеза систем управления, учитывающих оба указанных фактора, большим потенциалом обладает адаптивный подход, согласно которому недостающая информация о параметрах объекта или характеристиках возмущений извлекается в режиме реального времени в процессе нормальной эксплуатации технической системы или в процессе испытаний для настройки части ее параметров.

В работе рассматривается задача адаптивного управления группой скоростных электропоездов при движении по кольцевой линии с учетом случайного пассажиропотока и неточных наблюдений о положении и скорости поездов. Для синтеза адаптивного управления последовательно решены несколько задач:

• Моделирование управляемого движения поезда с учетом возмущений, связанных с трением и сопротивлением воздушной среды;

• Фильтрация положения и скорости поезда по неточным наблюдениям с учетом корректировки оценок при прохождении датчиков положения (рельсовых цепей);

• Настройка коэффициентов обратной связи для наиболее точного следования группой поездов заданному профилю скоростей с реализацией механизма экстренного торможения, не допускающего столкновений или критических сближений составов;

• Включение в контур фильтрации оценивание загрузки поездов с учетом случайного пассажиропотока.

Кроме того, методами имитационного моделирования решается вопрос об оптимизации пропускной способности линии с точки зрения повышения объема пассажироперевозок и сокращения времени движения.

Оценка асимптотического множества управляемости линейной дискретной системы на основе методов декомпозиции

Берендакова А.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Ибрагимов Д.Н.
МАИ, Москва

В докладе обсуждается задача построения для автономной линейной дискретной системы с ограниченным управлением предельного множества 0-управляемости, то есть множества тех начальных состояний, из которых можно перевести систему в начало координат за произвольное конечное число шагов посредством выбора допустимого управления. Построение множеств управляемости тесто связано с задачами управления динамическими системами, где зачастую управляющее воздействие ограничено техническими возможностями: реактивные двигатели имеют ограниченную тягу и конечный запас топлива, сервоприводы различных роботизированных систем также способны развивать некоторое фиксированное усилие.

Сформулирована и доказана лемма, позволяющая свести задачу построения семейства множеств 0-управляемости для исходной n-мерной системы к аналогичной задаче для подсистем меньшей размерности. Доказано, что данный подход также применим к предельным множествам 0-управляемости. При этом структура множеств 0-управляемости, а также предельного множества 0-управляемости однозначно определяется нормальной жордановой формой матрицы системы. Предложен метод декомпозиции, основанный на переходе в фазовом пространстве в нормальный жорданов базис матрицы системы.

Эффективность разработанного метода декомпозиции продемонстрирована на примере построения асимптотического множества 0-управляемости для системы управления спутником, расположенном на околокруговой орбите. Управление осуществляется посредством импульсных двигателей малой тяги. Спутник рассматривается как материальная точка.

Список использованных источников:

1. Сиротин А. Н., Формальский А. М. Достижимость и управляемость дискретных систем при ограниченных по величине и импульсу управляющих воздействиях // АиТ. 2003 №12. С.17–32.

2. Хорн Р. Матричный анализ, М.: Мир, 1989

3. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. М.:Постмаркет, 2000

4. Fisher M.E., Gayek J.E. Estimating Reachable Sets for Two-Dimensional Linear Discrete Systems // J. Optim. Theory Appl. 1988 V.56. №1. P.67-88

5. Ибрагимов Д.Н. Аппроксимация множества допустимых управлений в задаче быстродействия линейной дискретной системой // Труды МАИ. 2016 №87.

6. Ибрагимов Д.Н. Оптимальная по быстродействию коррекция орбиты спутника// Труды МАИ, 2017, №94.

Статистический синтез выбора устойчивых проектных решений при разработке беспилотного летательного аппарата

Бородин И.Д.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Балык В.М.

МАИ, Москва

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) относятся к наиболее динамично развивающимся летательным аппаратам. Совершенствование БЛА ведется за счет повышения точности попадания в цель, обеспечения всепогодности и круглосуточности применения, расширения условий применения по высотам и дальностям сброса с самолета-носителя, а также за счет повышения устойчивости к многофакторной неопределенности. Под многофакторной неопределенностью понимается неопределенность, обусловленная действием неконтролируемых факторов.

Движение любого БЛА является возмущенным движением и необходимо разрабатывать БЛА устойчивый ко всему действующему спектру возмущений. В существующих работах по управляемости динамических систем устанавливается факт устойчивости системы, в частности, это относится и к методам исследования функции Ляпунова. Самым серьезным недостатком ляпуновской теории является то, что в общем случае функцию Ляпунова надо угадывать. Прямой метод Ляпунова в теории устойчивости является и поныне осно́вным для исследования устойчивости динамических систем. Однако определение функции Ляпунова не связано прямо со структурными свойствами исследуемой системы и поэтому до сих пор нет исчерпывающих регулярных способов её построения по заданным уравнениям движения динамической системы. В настоящей работе рассматривается статистический метод построения функции Ляпунова, представляющий собой единый конструктивный метод для систем обыкновенных дифференциальных уравнений, которыми описывается возмущенное движение динамической системы. Сформирован критерий устойчивости движения динамической системы, позволяющий определять не только устойчивость движения, но и выбирать проектные параметры системы, обеспечивающие её устойчивость.

Приводится модельная задача определения устойчивости динамической системы восьмого порядка. Полученные результаты подтверждают работоспособность метода.

Решение задачи оптимизации траектории спуска автоматического космического аппарата в атмосфере Марса

Верещагин А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Николичев И.А.
МАИ, Москва

В данной работе была рассмотрена задача траекторной оптимизации спуска автоматического космического аппарата, в рамках которой исследуется управляемый баллистический спуск в атмосфере, в течение которого аппарат считается активно управляемым по углу атаки.

В качестве критериев оптимальности были выбраны:

1) Продольная дальность полета при спуске до некоторого заданного значения высоты над поверхностью планеты. Данный критерий может быть, как минимизирован, так и максимизирован (наименьшая и наибольшая возможная дальность полета в атмосфере), его рассмотрение целесообразно при определении маневренных возможностей спускаемого аппарата;

2) Интегральная оценка теплового потока в критической точке.

В задаче рассматривались следующие ограничения функционального вида:

• Фазовые ограничения типа неравенства, например, на максимально допустимое значение скорости движения СА;

• Поточечные (смешанные), например, ограничивающие значение действующей на аппарат перегрузки или (в постановках задачи с функционалом «дальность полета») ограничивающие оценку величины теплового потока в критической точке.

Для решения представленной задачи оптимизации использовался принцип оптимальности Беллмана. Решение уравнения Беллмана и соответствующий процесс построения поля экстремалей осуществлялся по рекуррентной схеме. Для учета ограничений траекторной задачи был использован метод множителей Лагранжа; при этом ряд ограничений на фазовое состояние на правом конце траектории был приведен к интегральной форме.

Полученное решение оптимизационной проблемы позволило определить структуру оптимальной траектории – по отношению к включению в нее участков, отвечающих различного рода поточечным фазовым и смешанным ограничениям, а также, для некоторых вариантов зависимостей аэродинамических коэффициентов от угла атаки – участков возможного управления. После определения структуры оптимальной траектории, задача решалась как непрерывная, посредством использования непрямого метода вариационной группы – принципа максимума Понтрягина. В качестве планеты, в атмосфере которой рассчитывался оптимальный спуск аппарата, был выбран Марс.

Оптимальное по быстродействию плоское движение составной системы

Евдокимова Е.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва

В работе рассматривается модель гибридной системы переменой размерности (ГСПР), представляющей собой плоское движение составного объекта. Непрерывное движение системы чередуется с переключениями. Во время переключения от составного объекта отделяется один или несколько простых объектов. Таким образом, количество управляемых объектов увеличивается, следовательно, увеличивается и размерность системы. Непрерывное движение системы описывается дифференциальными уравнениями, а переключения – рекуррентными.

Задача состоит в нахождении управления, обеспечивающего наискорейшее достижение простыми объектами их фиксированных терминальных положений (целей). Число и моменты переключений не заданы, сами же они управляемы [2]. Качество управления оценивается максимальным временем достижения всех целей, т.е. решается задача

быстродействия группы объектов. При этом учитывается не только время непрерывного движения, но и время, затраченное на переключение.

Синтез оптимального управления ГСПР основан на достаточных условиях оптимальности [1]. В этих условиях применяется не функция цены (функция Гамильтона-Якоби-Беллмана), вспомогательные функции – образующие и условные функции цены [1]. Уравнения для образующих выводятся с помощью модифицированного метода динамического программирования [3]. Их применение демонстрируется на академических примерах многоцелевого быстродействия группы объектов управления.

Список использованных источников:

1. Бортаковский А.С. Достаточные условия оптимальности гибридных систем переменной размерности // Тр. МИАН, 2020, т. 308.

2. Евдокимова Е.А. Оптимальное быстродействие гибридной системы переменной размерности на плоскости // Международная конференция по дифференциальным уравнениям и динамическим системам, г. Суздаль, 3-8 июля 2020. – Тезисы докладов. – Владимир: ООО «Аркаим», 2020. – С.84-85.

3. Беллман Р. Динамическое программирование. – М.: ИЛ, 1960. – 400 с.

Спектральный мультиагентный метод параметрической оптимизации законов управления стабилизацией спутника

Каранэ М.С.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

Во многих областях науки поднимается проблема решения задач оптимального управления, в связи с эти актуальность разработки методов поиска оптимального программного управления возрастает. Одним из самых популярных численные алгоритмы поиска оптимального программного управления являются методы, в основе которых лежит принцип максимума Понтрягина. Этот принцип не является универсальным и требует решения двухточечной краевой задачи, что может являться трудоемким процессом. Вдобавок, можно выделить группу алгоритмов, основанную на аппроксимации траекторий и управления, и в итоге задача сводится к решению задачи нелинейного программирования.

В работе рассматривается алгоритм поиска оптимального управления одним классом нелинейных систем, основанный на параметрической оптимизации закона управления с использованием гибридного мультиагентного алгоритма интерполяционного поиска.

Мультиагентные алгоритмы сейчас являются довольно востребованными и применяются в различных областях науки. В таких алгоритмах используются процессы, основанные на взаимодействии группы элементов, которые способны обмениваться информацией и выполнять определенные действия, ведущие к получению результата. Мультиагентные алгоритмы не имеют строгого обоснования и не гарантируют сходимости, но, тем не менее, успешно применяются на практике и показывают приемлемые результаты за разумное вычислительное время. Мультиагентные алгоритмы имею свои особенности процедуры поиска. В статье предлагается гибридный мультиагентный алгоритм интерполяционного поиска, и, как и все мультиагентные алгоритмы, он имеет несколько особенностей. Метод основан на построении интерполяционных кривых Безье, Катмулла–Рома и B-сплайнов. Кривые строятся на основе информации о положении агентов, образующих текущую популяцию. Также в алгоритме требуется решать задачи одномерной параметрической оптимизации для реализации исследующего и фронтального поиска. Помимо этого в описанном мультиагентном методе используются идеи роевого интеллекта и миграционных алгоритмов. Новизна предложенного гибридного метода заключается как раз в различном приближении набора точек, используя упомянутые интерполяционные кривые, с помощью которых происходит преобразование популяции. Этот подход позволяет адаптироваться к локально изменяющейся структуре поверхностей уровня целевой функции.

Изначально разработанный мультиагентный алгоритм применялся для нахождения экстремума функций многих переменных со сложной структурой поверхностей уровня. Далее на основе этого гибридного метода был сформирован алгоритм поиска оптимального программного управления для решения соответствующих задач, в частности в работе рассматривается задача о гашения вращательных движений спутника с помощью двигателей, которые на нем установлены.

Кроме того, в рассматриваемом алгоритме поиска оптимального программного управления применяется разложение по системам базисных функций. Такой подход является довольно популярным и активно используется в спектральном методе анализа и синтеза нелинейных систем управления. Предлагается искать оптимальное программное управление в виде функции насыщения, аргументом которой является линейная комбинация заданных базисных функций с некоторыми коэффициентами, которые требуется отыскать. В частности, в качестве базисных функций используются кусочно-постоянные, кусочно-линейные, квадратичные и кубические сплайны. Также функции насыщения должна гарантировать выполнение заданных ограничений на управление параллелепипедного вида. С помощью гибридного мультиагентного алгоритма интерполяционного поиска оптимизируется функционал и находятся наилучшие коэффициенты в разложении по базисным функциям. Тем самым на выходе получаем функцию управления с найденными оптимальными коэффициентами, оптимальные траектории, а также оптимальное значение критерия.

На основе предложенного алгоритма поиска оптимального программного управления разработано программное обеспечение и исследована его эффективность как на модельных примерах, так и при решении задачи стабилизации положения спутника, управляемого двигателями. В связи с тем, что в алгоритме поиска управления рассматривается несколько систем базисных функций, а именно, кусочно-постоянные, кусочно-линейные, квадратические и кубические сплайны, проведен сравнительный анализ влияния выбора базисной системы. Как видно из численного эксперимента, при использовании всех упомянутых систем базисных функций, алгоритм успешно справляется с задачей стабилизации положения спутника и находит решение близкое к оптимальному. Помимо этого были подобраны параметры гибридного мультиагентного метода интерполяционного поиска так, чтобы достигалась высокая точность решаемой прикладной задачи.

Решение задачи поиска оптимального управления динамическими системами с использованием фреймворка PyTorch

Кононова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

В данной работе предлагается способ решения задачи поиска оптимального программного оптимального программного управления непрерывными детерминированными динамическими системами с использованием средства автоматического дифференцирования.

Задачи глобальной оптимизации и синтеза оптимального управления возникают в ходе проектирования сложных технических систем, когда возникает необходимость оптимизации определенных параметров и разработки систем управления элементами конструкции, либо объектом в целом.

Возникающие при непосредственном решении задач оптимального управления трудности многочисленны и связаны с необходимостью решать краевую задачу с большой размерностью систем, с наличием ограничений как на управление, так и на фазовые координаты. Все это во многих случаях приводит к невозможности получения аналитического решения [1].

В связи со сложностями, связанными с применением аналитических методов к различным задачам, был предложен метод, который применительно к задачам оптимального

управления позволил бы совместить в алгоритме точность аналитических методов и мощность компьютерных вычислений [2]. Данный метод основан на алгебре дуальных чисел и носит название “автоматическое дифференцирование”. Он позволяет автоматически в процессе вычисления функции при некотором значении ее аргумента находить и производную этой функции в той же точке на основе лишь исходного программного кода функции.

Рассмотрим более подробно задачу, которая решалась в этой работе. Имеется модель динамической системы, описываемая ДУ; задано начальное состояние системы и промежуток времени ее функционирования; при управлении используется информация только о времени t (применяется программное управление); определен функционал качества управления динамической системой. Допустим, мы знаем общий вид управления с точностью до параметров. Требуется найти такие параметры управления, при подстановке которых были бы получены такие траектория и управление, которые бы минимизировали значение функционала.

При решении задачи были использованы возможности фреймворка PyTorch - библиотеки глубокого обучения для языка программирования Python [3]. Под глубоким обучением, как правило, понимают обучение функции, представляющей собой композицию множества линейных преобразований. Такая сложная функция еще называется потоком или графом вычислений.

В работе предложен алгоритм решения задачи поиска параметров оптимального управления динамическими системами, основанный на идее построения динамического графа вычислений, который определяется, исходя из начального ДУ, задающего модель динамической системы. Затем граф вычислений дифференцируется и вычисляется на каждом шагу алгоритма с помощью метода автоматического дифференцирования, а неизвестные параметры управления находятся с использованием метода градиентного спуска. Решены три модельных задачи и задача о стабилизации спутника [4]. Приведен сравнительный анализ эффективности алгоритмов оптимизации.

Список использованных источников:

1. Черноусько Ф.Л. Вычислительные и приближенные методы оптимального управления/ Ф.Л. Черноусько, В.Б. Колмановский // Итоги науки и техн. Сер. Мат. анал. Т.1. 1977, 101-166 с.

2. Евтушенко Ю.Г. Оптимизация и быстрое автоматическое дифференцирование/ Ю.Г. Евтушенко. —М.: ВЦ РАН, 2013.

3. PyTorch. https://pytorch.org/. (Дата обращения 18.02.2021).

4. Пантелеев А.В. Теория управления в примерах и задачах/ А.В. Пантелеев, А.С. Бортаковский. —М.: изд-во «Высшая школа», 2003. —583 с.

Решение задачи маршрутизации при облёте группы объектов на основе динамического программирования

Кравченко В.С.

Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Петухов В.Г.

МАИ, Москва

Целью работы является анализ подхода к решению задачи маршрутизации при облете группы объектов. Подобные задачи всё чаще встречаются по мере развития космической индустрии и усложнении задач космических миссий, включении в них более одного объекта исследования.

Наиболее распространёнными примерами сложных миссий, включающих этап проработки маршрута, как последовательности некоторых объектов являются: траектории перелёта с множественными гравитационными манёврами, задачи облёта группы астероидов и сбора космического мусора в околоземном пространстве.

Так как классическая задача маршрутизации имеет комбинаторный характер, единого алгоритма её решения нет. Подходов достаточно много, и все они обладают своими

достоинствами и недостатками. Мы постарались свести рассматриваемые постановки к двум алгоритмическим задачам: задачи коммивояжёра и задачи о рюкзаке. Обе эти задачи хорошо изучены и относятся к классу NP-сложных задач. Для определения в них глобально-оптимального решения нужно использовать алгоритм полного перебора, однако при практически значимом количестве вариантов это оказывается не доступно для современной вычислительной техники.

Для снижения вычислительной сложности необходимо будет отказаться от поиска глобального оптимума и организовать перебор потенциальных комбинаций по более рациональному правилу. Одним из таких правил является алгоритмическое динамической программирование, дискретный вариант известного метода Р. Беллмана.

Таким образом в работе сделана попытка использования известных алгоритмических задач и динамического программирования для определения последовательности облёта при формировании маршрута в некоторых прикладных задачах.

Работа выполнена при поддержке гранта Правительства Российской Федерации, выделяемого из федерального бюджета для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации (VII очередь, постановление Правительства РФ №220 от 09.04.2010). Соглашение №075-15-2019-1894 от 03.12.2019.

Задача выбора оптимального маршрута беспилотного летательного аппарата при противодействующих, географических и погодных ограничениях в области полета

Лавренов К.Е., Шевелёва А.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Машкин М.Н.
МАИ, Москва

Общую постановку решаемой задачи можно сформулировать следующим образом: на карте местности в некотором окружающем пространстве существуют как препятствия, так и свободное пространство для полёта. К препятствиям можно отнести горный рельеф, противодействующие объекты (например, устройства, которые могут вести обстрел по воздушным объектам) и области с неблагоприятными для полета погодными условиями. Необходимо проложить такой оптимальный маршрут полёта на небольших высотах в свободном пространстве, чтобы, при движении беспилотного летательного аппарата (БПЛА) из начальной точки в конечную точку, в каждой точке оптимального пути он как можно меньше подвергался воздействию противодействующих объектов и не сталкивался с препятствиями, то есть маршрут должен быть наиболее безопасным. Критерием оптимальности будем считать минимальность расстояния маршрута при ограничениях (препятствия) в области полёта.

Основная цель исследования – рассмотреть различные методы нахождения оптимального маршрута, выявить достоинства и недостатки каждого из рассмотренных методов, а также выделить метод, являющийся наиболее результативным (полёт по кратчайшему возможному пути с наименьшим ущербом для БПЛА) для решения поставленной задачи.

Нахождение решения задачи поиска и выбора оптимального маршрута осуществляется в три этапа.

На первом этапе проводится геолого-географическое (предполётное) исследование, которое предоставляет информацию об особенностях рельефа местности для составления высотной карты, а также координаты противодействующих объектов, их радиус действия и вероятность воздействия на летательный аппарат.

На втором этапе проходит дополнение полученной карты результатами метеорологического исследования, которое позволяет определить зоны высокой вероятности

выпадения осадков, сильных порывов ветра и иных погодных явлений, которые могут препятствовать плановому выполнению полетного задания.

На третьем этапе формируются ограничения, корректирующие оптимальный маршрут для минимизации ущерба беспилотному летательному аппарату, и целевая функция, осуществляется расчёт оптимального маршрута по выбранному методу с учётом всех ранее проведённых исследований.

В работе выполнен обзор литературы о методах и алгоритмах решения задачи поиска оптимального маршрута, рассмотрены: подходы к решению, достоинства и недостатки каждого из представленных методов; даны рекомендации по формированию маршрута полёта.

Список использованных источников:

1. Романов О.Т., Машкин М.Н. Модели и алгоритмы автоматизированных систем обработки информации и управления. – М.: Изд-во МАИ, 2010. – 160 с.

2. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, 240 с.

3. Хахулин Г.Ф., Красовская М.А., Булыгин В.С. Теоретические основы автоматизированного управления (Задачи, методы, алгоритмы теории оптимального планирования и управление): Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2005. – 396 с.

4. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969.

Применение минипакетного метода муравьиных колоний в задаче о стабилизации спутника

Лобанов А.В.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

Рассматривается применение минипакетного метода условной глобальной оптимизации для решения задачи о стабилизации спутника [1]. Ставится задача нахождения оптимального управления с неполной обратной связью, с помощью разложения сигналов управления по ортонормированной системе базисных функций, которые заданы на множестве возможных состояний динамической системы. Задачу можно формализовать, как задачу параметрической оптимизации, которая решается с помощью разработанного метода нулевого порядка - «минипакетного метода муравьиных колоний».

Для задачи гашения вращательного движения спутника с помощью установленных на нем двигателей движение твердого тела относительно центра инерции после перехода к безразмерным переменным описывается системой дифференциальных уравнений [2]. В начальный момент времени задано множество начальных состояний. Определен функционал качество управления отдельной траекторией. Ставится задача минимизации среднего значения функционала на множестве возможных начальных состояний. Находятся законы управления моделью объекта, характеризующие тяги двигателей, которые расположены на спутнике. Искомое оптимальное управление ищется в виде функции насыщения, имеющей релейную структуру, а ее аргументы предлагается искать в виде линейной комбинации заданных базисных функций. В качестве базисных функций были выбраны ортонормированные полиномы Лежандра.

В ходе решения задачи был разработан модифицированный метод нулевого порядка «Минипакетный метод муравьиных колоний», использующий идеи метода стохастического градиентного спуска (SGD) [3]. Основная идея нового метода заключается в том, чтобы вместо всех траекторий, исходящих из заданного множества начальных состояний, использовать только их часть, образующую минипакет. При этом задается объем минипакета и генерируется множество из попарно несовпадающих начальных состояний. Данный метод позволяет сократить вычислительные затраты для получения приближенного результата.

В работе разработан метод, стратегия, пошаговый алгоритм и соответствующее программное обеспечение приближенного решения задачи о стабилизации спутника в условиях неопределенности задания начальных условий. Исследовано влияние размера минипакета на качество полученного результата. Даны рекомендации по выбору параметров алгоритма.

Список использованных источников:

1. Пантелеев А. В., Лобанов А. В., “Минипакетный метод адаптивного случайного поиска для параметрической идентификации динамических систем”, АиТ, 2020, № 11, 114–137
2. Крылов И.А. Численное решение задачи об оптимальной стабилизации спутника // Вычислительная математика и физика. 1986. № 8(1). С. 203–208.
3. Пантелеев А.В., Лобанов А.В. Градиентные методы оптимизации в машинном обучении идентификации параметров динамических систем // Моделирование и анализ данных. 2019. Том 9. № 4. С. 88–99

Метод генерации лингвистических правил из имеющихся данных для синтеза нечеткого регулятора в задаче стабилизации подводного аппарата

Лунева А.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

В докладе рассматривается проблема синтеза нечеткого регулятора при наличии неполных данных о состоянии объекта в задаче стабилизации подводного аппарата, движущегося в вертикальной плоскости с постоянной продольной скоростью хода. Для корректной работы нечетких систем при их разработке необходимо мнение специалистов для составления таблицы нечетких лингвистических правил, которые на основании практического опыта и знания желаемых требований, предъявляемых к системе управления, могут однозначно определить лингвистические правила вывода. Поскольку для управления линейными и нелинейными объектами с неполной информацией о состоянии применение классической теории управления не дает эффективных результатов или же невозможно, а при разработке нечетких систем для синтеза нечеткого регулятора может отсутствовать возможность приглашения специалистов для составления таблицы нечетких правил, или же специалисты не могут однозначно определить лингвистические правила вывода, в качестве альтернативы предлагается применение метода генерации правил из имеющихся данных, позволяющего построить нечеткую систему правил вывода на основании результатов имитационного моделирования поведения объекта управления.

В поставленной задаче положение подводного аппарата характеризуется вектором состояния из трех координат. Управление производится по одному каналу.

Математическая модель движения подводного аппарата определяется системой линейных дифференциальных уравнений.

Одним из возможных решений данной задачи является минимизация квадратичного критерия с помощью оптимального линейного регулятора. Процедура нахождения регулятора сводится к нахождению положительно определенного решения алгебраического уравнения Риккати. В результате находятся коэффициенты усиления регулятора. При помощи моделирования замкнутой системы объект-регулятор можно получить данные об оптимальных переходных процессах. Эти данные используются в качестве наблюдений, необходимых для генерации лингвистических правил. В работе рассматривается решение задачи с использованием аппарата нечеткой логики: синтезируется нечеткий регулятор с тремя входными переменными (углом дифферента, углом отклонения кормовых горизонтальных рулей, угловой скоростью) и одной выходной (управлением) при помощи метода генерации лингвистических правил вывода на основе моделирования.

В работе сформулирован и программно реализован алгоритм генерации лингвистических правил вывода по полученным в результате моделирования данным. Программа строит нечеткую систему, где таблица правил составляется на основе введенных

пар данных, где первый элемент пары – вектор состояния, а второй – значение управления. Для формирования лингвистических правил на вход программы подаются все возможные комбинации характерных значений входных переменных. Программа реализована в системе компьютерной математики MATLAB, где работа нечеткой системы вывода была реализована с помощью встроенного пакета FuzzyLogicToolbox.

Разработка методов кластеризации для задач маршрутизации

Макарова А.Е.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

В настоящее время все больше людей прибегают к услугам службы курьерской доставки, в связи с чем появляется необходимость более рационально распределять заказы между курьерами. Для решения данной задачи в работе предложен алгоритм, который на заданной территории позволяет сгруппировать здания, куда необходимо доставить посылки, в кластеры, с учетом следующих условий:

• Один кластер обслуживается одним курьером;

• Время перемещения пешком, либо на машине внутри кластера между самыми удаленными друг от друга точками не должно превышать установленного количества минут;

• Среднее число заказов внутри кластера не должно быть меньше, чем целевое число, определенное для курьеров;

• Вариация числа заказов должна быть сопоставима со значением, рассчитанным относительно среднего количества заказов.

Также предусмотрено присвоение первого и второго приоритета для каждого здания одного кластера. Приоритеты определяют очередность доставки и устанавливаться исходя из количества и частоты покупок в каждом здании. В случае, когда курьер не успевает в назначенное время доставить все посылки первого приоритета, допускается их передача курьеру из соседнего кластера, у которого остались доставки лишь второго приоритета.

Результат работы алгоритма визуализируется в компьютерной программе на языке Python. Выводится карта, на которой разными цветами прорисовываются полученные кластера.

В настоящий момент исследованы три алгоритма кластеризации: Kmeans [1], Гауссовские смеси [1] и DBSCAN [2]. Применение DBSCAN привело к слишком разным по размеру областям – в одной 1-2 здания, в другой в десятки раз больше, что нецелесообразно. Наилучшие результаты были получены при использовании алгоритма Kmeans.

Список использованных источников:

1. Плас Дж. В. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. СПб.: Питер, 2018. — 576 с.

2. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. Москва.: Вильямс, 2017. — 480 с.

Многоэтапная задача управления запасами

Мамчур А.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Иванов С.В.
МАИ, Москва

В настоящее время каждая компания, специализирующаяся на производстве и продаже различных товаров, ставит перед собой задачу эффективного использования ресурсов и реализации продукции при минимальных издержках. В то же время затраты, связанные с обслуживанием запаса, являются одними из ключевых издержек, оказывающих влияние на логистику и бизнес в целом. При нехватке запасов возникает упущенная прибыль, нарушается снабжение потребителей, портится репутация компании. С другой стороны избыток запасов приводит к дополнительным расходам на их хранение, нереализации просроченного товара. Отсюда следует важность разработки и исследования математических

моделей, позволяющих найти оптимальный уровень запасов, минимизирующих сумму возникающих видов издержек.

Данная модель оптимизации должна содержать в себе случайные параметры с соответствующей случайной целевой функцией потерь. Таким образом, при принятии решения следует выбрать стратегию, оптимизирующую некоторый вероятностный функционал. В качестве такого функционала можно рассмотреть математическое ожидание, вероятность того, что целевая функция не превысит некоторый фиксированный порог или функцию квантили, которая характеризует минимальные потери, непревышение которых гарантируется с заданной вероятностью.

В данной работе рассматривается задача управления запасами в условиях случайного спроса и предложен подход к решению задачи оптимизации закупок продукции. В качестве начальных данных дается информация о стоимости, количестве видов товара, для каждого из которых имеется информация об изменении уровня спроса в предыдущие моменты времени. Помимо этого учитывается оптимизация запасов излишней продукции в случае превышения объема закупки над спросом. Для решения поставленной задачи были рассмотрены одноэтапные и многоэтапные задачи с критерием в форме математического ожидания, квантильным и вероятностными критериями. Многоэтапная задача стохастического программирования учитывает то, что решение, полученное на предыдущем этапе, способно изменяться после поступления дополнительной информации и корректироваться на следующих этапах. Данные постановки были сведены к задачам смешанного целочисленного программирования. Приведено обоснование метода выборочной аппроксимации и сформулированы утверждения об эквивалентности исходных постановок новым, но с линеаризованными переменными. Также был проведен численный эксперимент для трехэтапных задач стохастического программирования с квантильным и вероятностным критериями.

Поиск равновесий по Нэшу в биматричных играх с квантильными функциями выигрышей

Мерзликина С.Д.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Иванов С.В.
МАИ, Москва

Рассматривается игра двух лиц (игроков), каждый игрок выбирает свою стратегию из конечного множества. Проигрыши (выигрыши с противоположным знаком) игроков носят детерминированный характер и задаются двумя матрицами. В качестве критериальной функции предлагается использование функции квантили, так как не всегда использование функции математического ожидания может быть оправдано. Значение функции квантили определяет минимальный проигрыш (максимальный выигрыш с противоположным знаком) игрока, непревышение которого гарантируется с заданной вероятностью. Для каждого игрока может быть установлен собственный уровень доверительной вероятности.

В сформулированной игре ставится задача поиска равновесия по Нэшу в смешанных стратегиях, то есть игроки определяют вероятности выбора нескольких чистых стратегий. Равновесие Нэша определяет ситуацию, в которой ни одному из игроков невыгодно отклоняться от выбранной стратегии, так как ни один из них не сможет увеличить свой выигрыш в одностороннем порядке.

Формулируются лемма о значении функции квантили и теорема о необходимых и достаточных условиях равновесия по Нэшу в игре с квантильным критерием, а также следствия из данной теоремы. Эти следствия описывают необходимые условия существования равновесия по Нэшу. Предлагается алгоритм поиска равновесных пар стратегий в игре с квантильным критерием. Алгоритм основан на последовательном решении задач поиска точек, принадлежащих множествам, задаваемых квадратичными невыпуклыми ограничениями. Предлагаются подходы к решению данной вспомогательной задачи. При формировании множества решаемых вспомогательных задач учитываются

необходимые условия существования равновесия по Нэшу с заданными значениями выигрышей игроков, что позволяет существенно ограничить количество решаемых задач. Приводятся результаты численного примера, описывающего конкурентную борьбу за привлечение потребителей двух производителей.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 20-37-70022 Стабильность).

Устойчивость недоминируемых вариантов решений по отношению к погрешностям векторных оценок

Милютина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Осипова В.А.
МАИ, Москва

В данной работе рассматривается задача о выборе оптимальных вариантов в многокритериальной модели принятия решений, в которой считаются заданными множество критериев, конечное множество вариантов, множество векторных оценок вариантов по критериям, а также информация о структуре предпочтений лица, принимающего решение, позволяющая построить отношение предпочтений на множестве векторных оценок. Принято решением этой задачи считать варианты, векторные оценки которых принадлежат множеству недоминируемых по отношению предпочтения векторных оценок. Возникает вопрос, насколько множество оптимальных решений устойчиво к возмущениям модели.

На практике часто возникают ситуации, когда векторные оценки критериев не могут быть получены точно, а имеется информация лишь о приближенных значениях. В этом случае, говорят о возмущениях или ошибках векторных оценок. В настоящей работе предлагается дополнительный принцип оптимальности, основанный на понятии о запасах устойчивости недоминируемых по отношению предпочтения элементов. Запас устойчивости одной векторной оценки относительно другой [2], вычисляется как минимальное из всех возможных возмущений пары векторных оценок, путем сравнения соответствующих позиций.

Тогда, оптимальными по устойчивости [1] считаются варианты, векторные оценки которых обладают максимальным запасом устойчивости.

На первом этапе решения поставленной задачи рассматривается частный случай отношения предпочтения, когда информация о сравнительной важности критериев однородна и отношение предпочтения описывается отношением Парето. Исходя из этого допущения, строится множество оптимальных по устойчивости вариантов, которое соответствует введенному выше определению. Запас устойчивости в этом случае будет считаться как максимум разности попарных элементов векторных оценок.

Программная реализация данного алгоритма написана на языке Python. Для начала пользователю предлагается динамически задавать число критериев и количество элементов множества вариантов. Далее происходит ввод векторных оценок для каждого варианта, после чего производится подсчет запасов устойчивости. На выходе имеется массив, состоящий из недоминируемых векторных оценок вариантов.

Результатом первого этапа работы является построенное множество оптимальных по устойчивости векторных оценок.

Список использованных источников:

1. Молодцов Д.В., Устойчивость принципов оптимальности – М.: Физматлит, 1987, 280 с.

2. Осипова В.А, Алексеев Н.С., Математические методы поддержки принятия решений. – М.: ИНФРА-М, 2019, 135 с.

Математическая модель расчета требуемого режущего инструмента при планировании мелкосерийного производства

Миннебаева А.И.
Научный руководитель — Ахмадиев А.И.
АФ КНИТУ–КАИ, Альметьевск

Структура системы инструментообеспечения, принятая на машиностроительных предприятиях мелкосерийного типа производства, является не эффективным и имеет ряд недостатков.

В рамках данной работы анализируем процесс инструментообеспечения фрезерного участка мелкосерийного многономенклатурного производства.

Отличием технологической подготовки мелкосерийного производства является отсутствие утвержденного технологического процесса, который заменяется маршрутным описанием с перечнем используемого инструмента и карт наладки.

Отрицательным моментом при использовании инструмента иностранных производителей является отсутствие точных значений стойкости инструмента, и невозможность использовать инструмент по табличным значениям режимов резания, в связи с частым отсутствием надежного закрепления заготовок и пр. нюансов мелкосерийного производства.

Перечисленные недостатки не позволяют системе инструментообеспечения эффективно функционировать, возникает избыток редко используемых инструментов на складах, а также неполное использование периода стойкости инструмента ведет к увеличенному расходу, и частым переточкам инструмента.

В рамках своего исследования создадим управляемую систему инструментообеспечения, которая позволит сократить подготовку производства, снизит номенклатуру режущего инструмента.

Основной задачей является унификация режущего инструмента, разделение номенклатуры деталей на группы по материалу, а затем расчет и анализ использования каждого из инструментов по времени и кол-ву.

Рассматриваемый участок состоит из 3-х фрезерных обрабатывающих центров (VF-2, VF-2_SS, VF-2_5-x). Все станки взаимозаменяемы по инструментальной оснастке. Отличие по загрузке будет относится только к деталям по материалу и сложности обработки.

VF-2 – в большей степени загружается деталями из стали, титана и др. материалов.

VF-2_SS – загружается деталями из цветных материалов без профильной обработки.

VF-2_5-x – загружается деталями с профильной обработкой.

Подготовка производства осуществляется в CAM системе, которая позволяет просматривать время обработки каждого инструмента без учета холостых ходов.

Для оценки достоверности полученного времени, проводим замеры фактического времени резания со станков. Получили результат,

необходимости добавления 3% времени к полученному из CAM-системы, что связано со сменой инструмента, периодической межоперационной проверкой детали оператором и прочими вспомогательными действиями, не связанными со съемом стружки.

Еще одной важной задачей является расчёт нормы расхода инструмента для изготовления одной детали, партии и всего производственного плана. Для решения данной задачи требуется фактическое нормирование стойкости инструмента по технологическим критериям (качество получаемой поверхности, точность размеров).

Результатом данной работы будет разработанная математическая модель системы инструментообеспечения участка.

Предполагается, что система будет иметь возможность определять необходимое количество инструмента для изготовления деталей производственного плана, а также оценочные значения расхода для проектируемых деталей на стадии подготовки производства.

Исходя из вышесказанного, следует, что внедрение данной системы позволит уменьшить сроки подготовки производства, сократит время на технологическую наладку и простои оборудования, сократит номенклатуру используемого инструмента, и в конечном цели повысит производительность участка.

Оптимизация траектории движения космического аппарата с движителем на основе электрического паруса

Начевский И.В.
Научный руководитель — к.т.н. Николичев И.А.
МАИ, Москва

В работе рассматривается задача траекторной оптимизации межпланетного перелёта космического аппарата с автоматическим управлением. В качестве маршевого движителя использован электрический парус. Данная система была предложена сравнительно недавно, и имеет ряд преимуществ по сравнению с другими вариантами парусных систем – солнечного и изотопного. В основе функционирования электрического паруса лежит взаимодействие заряженных проводников с потоком протонов испускаемых Солнцем. Это обеспечивает лучшие тяговые характеристики в сравнении с солнечным парусом, т.к. оценки результирующей движительной силы в рассматриваем случае в меньшей степени зависят от гелиоцентрического удаления КА. В сравнении же с изотопным парусом – масса движителя, очевидно, всегда несколько меньше при том уровне ускорения КА. При этом, несмотря на описанные преимущества, установка имеет ряд существенных ограничений, что в целом приводит к снижению управляемости КА. Наиболее важным среди которых является ограничение на ориентацию орта вектора тяги, который должен принадлежать ограниченной области пространства, определяемой в зависимости от текущего направления на Солнце.

В рамках настоящей работы проводится сравнение эффективности трех систем движителей при рассмотрении межпланетных перелетов автоматического КА к дальним объектам Солнечной системы. В такой задаче исследования соответствующих траекторных проблем в качестве целевого функционала рассматривается время перелёта Земля – объект назначения. Для решения задачи оптимизации используется непрямой метод вариационной группы – принцип максимума Понтрягина. В рамках работы проведена полная и подробная формализация задачи оптимального управления для рассматриваемой системы с движителем на основе электрического паруса; осуществлена редукция оптимизационной проблемы к краевой задаче. На основе полученных характеристик перелетных траекторий проведен анализ эффективности рассматриваемых парусных систем.

Данная работа может рассматриваться как рекомендация по выбору той или иной силовой установки. Также, немаловажным является исследование оптимизационного подхода для перспективной разработки с учётом установленных ограничений.

Список использованных источников:

1. Е.Н. Поляхова, В.В. Коблик. Солнечный парус: — М.: URSS, 2017. — 116-145с.

2. P. Janhunen, A. Sandroos: Simulation study of solar wind push on a charged wire: basis of solar wind electric sail propulsion - Ann. Geophys., — 25 с, 755–767 с, 2007

Снижение размерности факторного пространства при анализе состояния летательного аппарата

Олейников И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

Задача анализа начального состояния летательного аппарата особенно актуальна при сертификации полунатурных летных тренажеров. Организаций, которые проводят сертификацию таких тренажеров несколько, и каждая из них требует пройти набор тестов необходимых для получения сертификата годности. Общее количество тестов крайне велико. Корректная реализация всех тестов требует анализа исходных данных, которые

будут использованы тренажером для моделирования поведения летательного аппарата [1]. Это необходимо так как некорректные исходные данные могут привести к невозможности тренажера корректно пройти сертификационный тест.

Зачастую некоторая часть исходных данных, может быть сильно зашумлена, содержать выбросы, а также зависеть от других параметров. Для человека, выполняющего сертификацию тренажера, исключение такого рода данных может занимать большое количество времени.

К методам снижения размерности пространства, описывающего летательный аппарат, можно отнести построение корреляционной матрицы на основании исходных данных и последующее удаление параметров, среди которых наблюдается сильная степень зависимости [2]. С целью снижения размерности в работе предложена регрессионная модель с использованием L1 регуляризации для оценки значимости полученных регрессионных коэффициентов. В случае если коэффициент не значим и его удаление не снижает коэффициент детерминации модели, параметр, отвечающий за этот коэффициент, исключается из анализа исходных данных. Стоит уточнить что при ухудшении коэффициента детерминации и при незначимости регрессионного коэффициента, удаление соответствующего параметра невозможно [3]. На основании данного алгоритма была разработана компьютерная программа, позволяющая эффективно обрабатывать большие объемы данных с летного тренажера.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-01-00520 А.

Список использованных источников:

1. Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И. Разработка экспертной системы электронного планшета летчика (EFB) для определения рациональных характеристик процессов взлета и посадки воздушных судов // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2018. Труды одиннадцатой международной конференции. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 310-316.

2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Теория вероятностей и прикладная статистика. М.: Юнити-Дана, 2001.

3. Kulkarni S., Harman G. An Elementary Introduction to Statistical Learning Theory: Wiley, 2011.

Приближенное решение прикладных задач оптимизации с вероятностными ограничениями

Похваленская А.М.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Соболь В.Р.

МАИ, Москва

В прикладных задачах управления и оптимизации нередко возникают проблемы, требующие принятия решений в условиях неопределенности. Одним из основных подходов к учету неопределенности является подход на основе аппарата теории вероятностей. Это порождает задачи стохастического программирования, которые являются гораздо более сложными, чем задачи классической оптимизации.

Целью работы является решение известных задач оптимизации с вероятностными ограничениями, описанных в работе [1]. В настоящей работе найдены решения следующих задач:

1. Минимизация площади взлетно-посадочной полосы при ограничении на вероятность успешной посадки. Под случайным внешним воздействием подразумевается смещение летательного аппарата относительно расчетной точки под воздействием ветра;
2. Построение множества допустимых значений скорости ветра. Предполагается, что перед вылетом самолета из города N в город M, метеослужба проводит измерение продольной и боковой скорости ветра в аэропорту прилета. По этим измерениям

принимается решение о вылете самолета или задержке рейса, при этом за время полета ветер может измениться.

3. Задача проектирования системы водоснабжения в пустынной местности. Система состоит из солнечной батареи, опреснительной установки, резервуара для воды. При нехватке воды есть возможность ее доставить. Активность Солнца полагается случайной, следовательно, выработка пресной воды в установке также случайна.

Решение задач получено методом проекции градиента. При этом вероятностное ограничение аппроксимируется вместе со своими производными. Метод гладкой аппроксимации описан в работе [2].

Основная идея рассматриваемого метода – замена разрывной индикаторной функции на ее непрерывно дифференцируемую аппроксимацию – сигмоиду. Такая замена позволит получить гладкое приближение функции вероятности, для которого нетрудно получить производную по управлению и другим параметрам задачи.

Для проведения численных расчетов описанным методом была написана библиотка на языке Python, в которой реализован собственный класс функций с производными.

Численные результаты, полученные описанным методом в ходе данной работы, сравниваются с известными решениями, представленными в работе [1].

Список использованных источников:

1. Кибзун А.И., Кан Ю.С. Задачи стохастического программирования с вероятностны- ми критериями.М.: Физматлит, 2009. 372 с.;

2. В. Р. Соболь, Р. О. Торишный, “О гладкой аппроксимации вероятностных критериев в задачах стохастического программирования”, Тр. СПИИРАН, 19:1 (2020), 180–217.

Применение модифицированного самоорганизующегося миграционного алгоритма MSOMA в задачах оптимального управления нелинейными детерминированными переключательными системами

Ракитянский В.М.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

В статье рассматривается применение нового метода глобальной оптимизации MSOMA для решения задачи оптимального программного управления нелинейными детерминированными переключательными системами. Задача сводится к проблеме параметрической оптимизации, которая решается с помощью выше указанного алгоритма.

Поведение нелинейной детерминированной непрерывной модели объекта управления описывается различными системами дифференциальных уравнений, описывающими характерные режимы работы. Моменты переключения с одного режима на другой заранее не известны. Предполагается, что при управлении используется информация только о времени, т.е. система управления является разомкнутой по состоянию и применяется программное управление. Качество управления отдельной траекторией оценивается величиной функционала типа Больца. Требуется найти оптимальную траекторию и оптимальное программное управ¬ление, а также оптимальные моменты переключения между режимами.

Для решения задачи применяется модифицированный самоорганизующийся миграционный алгоритм (MSOMA). Он имитирует эволюцию начальной популяции и представляет собой итерационный процесс, исследующий множество допустимых решений параллелепипедного типа. Начальная популяция создается из индивидов со случайно сгенерированными координатами из заданного промежутка. После чего реализуются миграционные циклы, в которых происходит поиск экстремального значения целевой функции.

В работе предложена стратегия, пошаговый алгоритм и соответствующее программное обеспечение приближенного решения задачи оптимального программного управления непрерывными переключательными системами. Приведенный алгоритм и программа апробированы на примерах решения задачи оптимального управления нелинейными

детерминированными переключательными системами с двумя и тремя подсистемами при единоразовом переключении с текущей подсистемы на последующую. Исследовано влияние параметров алгоритма MSOMA на качество полученного результата. Приведено сравнение работы алгоритма с известным решением, с решением при помощи оригинального метода SOMA, а также при различных способах аппроксимации управления. Даны рекомендации по выбору параметров алгоритма. Полученные результаты расчетов подтвердили возможность получения достаточно хорошего решения за приемлемое время.

Оптимизация технологического окна на участке железнодорожной сети

Скуридин А.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Наумов А.В.
МАИ, Москва

Рассматривается математическая постановка задачи оптимального назначения технологического окна на перегонах железнодорожной сети. Технологическое окно – это время, в течение которого на некоторых участках железнодорожной сети прекращается движение поездов для проведения ремонтно-строительных работ. Требуется найти оптимальное время начала и окончания технологического окна, а также перестроить график движения поездов с использованием ряда критериев, в частности, по критерию минимизации времени нахождения поездов в движении.

Железнодорожная сеть представляется в виде неориентированного мультиграфа G = <V, E>, где V – множество узлов (станций), E – множество ребер (перегонов между станциями). Поезд описывается в виде пятимерного вектора, координатами которого являются пункт отправления, пункт назначения, время готовности к отправлению, максимальное кол-во времени задержки перед отправлением и максимальное время поезда в пути.

Движение поездов в рассматриваемой модели осуществляется по пространственно-временным векторам, по так называемым “подниткам”. “Поднитка” соединяет две соседние станции, однозначно определяет перегон между ними и задает временной коридор, в течение которого поезд может воспользоваться подниткой.

Задача представляет из себя задачу смешанного целочисленного линейного программирования. Обширная система ограничений в задаче обеспечивает удовлетворение решения всем требованиям перевозочного процесса, в частности, требованиям обеспечения безопасности движения, выполнения графика движения поездов и суточного задания на перевозку грузов. Для решения данной задачи был использован пакет программного обеспечения от компании IBM ILOG CPLEX.

Численное решение задачи оптимизации формы упругих пластин с отверстием

Таранов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов И.Е.
МАИ, Москва

Рассматривается задача оптимизации форм упругих пластин. Задачи такого рода часто возникают в теории упругости и в различных областях математической физики. Математическая постановка таких задач, называемых задачами оптимизации формы, заключается в минимизации в ограниченной области Ω некоторого функционала $F(\Omega)$ на решениях $u(x,y)$ граничной задачи для эллиптического уравнения. При этом часть γ границы фиксирована, а другая часть Γ (называемая свободной) может меняться в некотором классе. Как правило, задача оптимизации формы рассматривается при дополнительных условиях, например, сохранении площади Ω. Существующие подходы к доказательству существования решения таких задач при дополнительных предположениях на гладкость границы Γ, как правило, не дают конкретных алгоритмов отыскания оптимального решения.

В докладе предлагается численный метод для решения следующей задачи. Требуется найти форму упругой пластины $u(x,y)$ под действием распределенной нагрузки с плотностью

q(x,y), обеспечивающую минимальное значение интегралу, характеризующему меру жесткости пластины. Деформация упругой пластины постоянной толщины u(x,y) моделируется бигармоническим уравнением. В качестве области Ω рассматривается выпуклая область, параметризуемая числами A и B, внутри которой находится отверстие. Границы γ отверстия не меняются. Внешние границы Γ могут изменяться так, чтобы площадь S области Ω сохранялась. Вводятся новые переменные, позволяющие свести эту задачу к задаче с фиксированной областью и переменными коэффициентами в бигармоническом уравнении. Оптимальное решение находится, решая последовательность задач с различными входными параметрами A и B и выбирая с помощью кубического сплайна те из них, которые обеспечивают минимальное значение интегралу F(Ω). Приводятся примеры расчетов.

Об одной задаче удержания стационарной линейной стохастической системы с дискретным временем по вероятностному критерию

Тарасов А.Н., Азанов В.М.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Кибзун А.И.
МАИ, Москва

Исследование задач оптимального управления стохастическими системами с критерием вероятности выполняется для различных отраслей: аэрокосмической [1-2], робототехнической [3] и экономической [4]. Часто вероятностный критерий в задаче играет роль показателя точности системы управления, что является ключевым показателем при построении алгоритма.

Часто при решении задачи оптимального управления стохастическими системами в качестве критерия используется вероятность попадания терминального состояния системы на некоторое множество [1, 5, 6]. Для данной постановки задачи были получены достаточные условия оптимальности в форме метода динамического программирования [7], найдены двусторонние оценки для функции Беллмана [6], предложен алгоритм для поиска субоптимального управления [5] и рассмотрены практические примеры.

Далее была рассмотрена постановка задачи с критерием максимизации вероятности удержания траектории системы на каждом шаге. Данная постановка задачи была рассмотрена в работе [8], где сформулированы условия оптимальности через уравнения Беллмана, а в работе [9] найдены двусторонние оценки функции Беллмана и предложен алгоритм для поиска субоптимального управления в задаче удержания. Отдельно выделяются работы [10, 11], в которых предложен численный метод для нахождения оптимального управления в классе полиномиальных функций и рассмотрен пример удержания системы на выпуклых множествах.

В настоящей работе исследуется задача оптимального удержания линейной системы с дискретным временем, скалярным неограниченным управлением и случайным шумом в канале управления в заданной окрестности нуля по вероятностному критерию. Благодаря методу динамического программирования и полученным качественным свойствам для задачи удеражния находятся аналитические выражения для поверхностей уровня 1 и 0 функции Беллмана и двусторонние границы функции Беллмана. Описан рекуррентный алгоритм для нахождения субоптимального управления, которое для состояний системы, лежащих на поверхностях уровня 1 и 0 функции Беллмана, является оптимальным. В качестве примера рассматриваются две модельные системы второго и третьего порядков. Дополнительно для системы второго порядка показано, что поверхности уровня 1 и 0 обладают свойствами частичной стационарности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-08-01223-а)

Список использованных источников:

1. Малышев В.В., Кибзун А.И., Анализ и синтез высокоточного управления летательными аппаратами. М.: Машиностроение, 1987.

2. Lesser K., Oishi M., Erwin R.,Stochastic reachability for control of spacecraft relative motion. In Proc. IEEE Conf. Dec. and Ctrl., pages 4705--4712, 2013.

3. Soudjani S., Abate A.,Probabilistic reach-avoid computation for partially degenerate stochastic processes // IEEE Trans. Autom. Ctrl. IEEE Trans. Autom. Ctrl., 59(2):528--534, 2014.

4. Григорьев П.В., Кан Ю.С. Оптимальное управление по квантильному критерию портфелем ценных бумаг // Автоматика и телемеханика. №2. 2004. 179--197.

5. Азанов В.М., Кан Ю.С. Синтез оптимальных стратегий в задачах управления стохастическими дискретными системами по критерию вероятности // АиТ. 2017. № 6. С. 57-83.

6. Азанов В.М., Кан Ю.С., Двухсторонняя оценка функции Беллмана в задачах стохастического оптимального управления дискретными системами по вероятностному критерию качества // АиТ. 2018. № 2. С. 3--18.

7. Кибзун А.И., Игнатов А.Н., О существовании оптимальных стратегий в задаче управления стохастической системой с дискретным временем по вероятностному критерию // АиТ. 2017. № 10. С. 139-154

8. Азанов В.М., Кан Ю.С., Об оптимальном удержании траектории дискретной стохастической системы в трубке // АиТ. 2019. № 1. С. 38-53.

9. Азанов В.М.,Тарасов А.Н., Двусторонняя оценка функции Беллмана в задаче оптимального удержания траекторий дискретной стохастической системы в трубке по критерию вероятности // АиТ. 2020. № 10. С. 93--117.

10. Jasour A.M., Aybat N.S., Lagoa C.M., Semidefinite Programming For Chance Constrained Optimization Over Semialgebraic Sets // SIAM J. Optimization. 2015. № 25 (3). P. 1411--1440.

11. Jasour A.M., Lagoa C.M.} Convex constrained semialgebraic volume optimization: Application in systems and control, arXiv:1701.08910, 2017.

Минимизация количества переключений оптимальных кусочно-постоянных управлений непрерывными системами

Урюпин И.В.

Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бортаковский А.С.

МАИ, Москва

Важным направлением современного развития теории и практики оптимального управления являются исследования и применение гибридных систем. В таких системах особое место занимает обширный класс переключаемых систем (ПС), модели которых применяются в авиации и космонавтике. Функционирование ПС представляется непрерывно-дискретными процессами, которые имеют разнородное представление [1]. В таких системах непрерывное изменение, задающее движение объекта управления, описывается дифференциальными уравнениями, а дискретное изменение, моделирующее работу устройства управления, – рекуррентными уравнениями.

Рассматривается задача управления линейным осциллятором с квадратичным критерием качества. Оптимальное решение этой задачи в классе непрерывных управлений получено в [2] при помощи принципа максимума. В работе ищется оптимальное решение поставленной задачи в более узком классе кусочно-постоянных управлений. Это решение находится при помощи необходимых условий оптимальности переключаемых систем. Его можно рассматривать как решение, приближенное к оптимальному непрерывному управлению. Кроме задачи синтеза оптимального кусочно-постоянного управления решается также задача поиска наименьшего количества переключений, при котором отличие приближенного решения от точного не превышает заданной погрешности.

Для решения поставленной задачи разработан численно-аналитический алгоритм, основанный на необходимых условиях оптимальности переключаемых систем. Формулы, выражающие оптимальные значения кусочно-постоянного управления, находятся аналитически с применением вычислительного комплекса Maple, а минимизация функционала по моментам переключений выполняется численно в среде MatLab.

Список использованных источников:

1. Бортаковский А.С. Оптимизация переключающих систем. М.: Изд-во МАИ, 2016.

2. Аграчев А.А., Сачков Ю.Л. Геометрическая теория управления. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 193с.

Оптимизация площади космических оранжерей

Чернышев А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рожнов В.Ф.
МАИ, Москва

Биологические системы жизнеобеспечения (БСЖО) – это системы, основанные на подводе и отводе различных веществ к живим организмам. В случаях, когда живыми организмами являются растения, БСЖО называют космическими оранжереями.

Особенностью БСЖО является возможность регенерации веществ, необходимых для существования человека, без расхода какой-либо полезной массы. Иными словами, БСЖО позволяет в идеальном случае свести интегральную степень замкнутости СЖО к единице. Стоит отметить, что из-за высокой массы такие системы являются эффективными только при длительных космических экспедициях.

Одним из показателей эффективности космических оранжерей является их площадь. С уменьшением площади уменьшается и масса. Поэтому важной задачей при проектировании космической оранжереи является сведение её площади к возможному минимуму.

Ограничивающим фактором выступает заложенная в проект продуктивность оранжереи. Система должна частично или полностью удовлетворять потребности экипажа в пище, воде и кислороде. Нельзя допустить превышения максимальных доз по компонентам, вырабатываемых в оранжерее. Рацион экипажа должен быть сбалансированным. Так же необходимо учитывать изменение количества полезных веществ в продуктах оранжереи при их хранении.

Решение данной задачи осуществляется методами линейного программирования. В частности, двухэтапным симплекс методом.

На этапе постановки формируется система линейных неравенств, учитывающая как общий прирост массы, так и прирост отдельных питательных компонентов (отдельных витаминов, белков, жиров, углеводов и т.д.). Площадь выступает в роли целевой функции, которая согласно алгоритма двухэтапного симплекс метода итерационно сводится к минимальному значению, которое возможно при данных ограничениях.

Применение приближенных H-infinity методов для синтеза управления в задаче стабилизации вертолета

Яковлева А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.
МАИ, Москва

В данной работе исследуется применение приближенных H-infinity методов управления динамическими системами с обратной связью по выходу в условиях неполной информации на примере управления беспилотным винтокрылым летательным аппаратом, а именно моделью вертолета “Raptor-90”. В работе предлагается построить управление с обратной связью, в основе которого лежит H-infinity управление.

Вертолет является твердым телом с шестью степенями свободы, его положение характеризуется одинадцатимерным вектором состояния. Управление производится по трем каналам, ограничений на величину управляющего воздействия не накладывается. Критерий качества имеет квадратичный вид, а также описывает требования к переходным процессам, возникающим в замкнутых системах вида «объект-регулятор» и интегральным затратам на управление.

В математическую модель движения объекта, определяемую системой линейных дифференциальных уравнений, входят: матрица, характеризующая объект управления; матрица, характеризующая степень воздействия управления на вектор состояния объекта; матрица, учитывающая неполноту измерений; матрица, определяющая степень воздействия внешних возмущений на систему. Таким образом, заданы: система, описывающая модель объекта, и уравнение измерительной системы, которое учитывает неполноту информации о состоянии объекта. Начальное условие задано. Минимизация влияния внешних возмущений

осуществляется путем получения оптимального H-infinity регулятора, минимизирующего отношение энергии сигнала на выходе измерительной системы к энергии внешних возмущений. Одновременно должна обеспечиваться асимптотическая устойчивость замкнутой системы.

Сформулированы достаточные условия H-infinity управления, определяющие структуру закона управления с полной обратной связью. В качестве внешних возмущений выбрана единичная импульсная функция. В работе предложены два приближенных метода нахождения H-infinity регулятора. Первый из них связан с нахождением псевдорешения линейной модели измерительной системы и его использованием в управлении, а второй – с синтезом наблюдателя состояния, вырабатывающего оценку вектора состояния, и использованием оценки в управлении.

На основе используемых методов был создан комплекс программ для реализации методов и моделирования системы. Для реализации использовался математический пакет MATLAB.

Управление инвестициями предприятия с распределённой сетью филиалов на основе эволюционного алгоритма

Якупова А.М., Горбунов М.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.
МАИ, северо-запад

Рассматриваются предприятия, структурно сформированные в виде многоуровневых территориально-распределенных систем с сетью филиалов. Совокупность всех структурных элементов различных уровней располагается на обслуживаемой территории, при этом филиалы выполняют как сугубо территориальные, так и общесистемные функции. Между структурными элементами предприятия существуют определенные технологические, экономические, управленческие и другие взаимодействия [1].

Важнейшим фактором на рассматриваемых предприятиях является единый технологический процесс, требующий совместного выполнения услуг всеми географически удалёнными производственными подразделениями, что предопределяет их единое и совместное участие в деятельности предприятия. При этом производственная загрузка филиалов, как правило, различна. Потребность в реальных ресурсах филиалов может определяться исходя из общей картины производственно-технологической кооперации подразделений.

Для определения реальных потребностей филиалов предприятия в материально-технических ресурсах, используется методика исследования функционального состояния структурных подразделений по степени их загрузки. При этом, учитывая имеющийся дефицит ресурсов, требуется введение конкурентных способов распределения ресурсов на основе математической модели.

Для структурных подразделений ставится задача поиска оптимального распределения ресурсов, затраты при котором минимальны, а прибыль максимальна, при этом необходимо также учитывать инвестиционные риски. Поставленная задача может быть решена различными методами, однако она достаточно сложна для решения при больших размерностях [2, 3].

В данной работе поиск осуществляется при помощи генетического алгоритма (ГА), способного манипулировать одновременно многими параметрами. Такие алгоритмы являются достаточно мощным средством, и с успехом применяются для широкого класса прикладных оптимизационных задач.

Список использованных источников:

1. Эммерих В. Конструирование распределенных объектов. – М.: Мир, 2002. – 512 с.

2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 2000. – 960с.

3. Чернова Т.А., Вериго С.А., Федотов И.В. Оптимизация распределения ресурсов сложных динамических систем по заданной целевой функции. Автоматизированные системы управления №6, 2011. – с. 30-32.

Групповое управление подвижными объектами на плоскости

Ясько Е.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бортаковский А.С.
МАИ, Москва

Рассматривается задача оптимального управления группой подвижных объектов на плоскости. Прямолинейное движение каждого объекта происходит с постоянной скоростью. Время поворота пропорционально величине угла поворота. Начальные состояния всех объектов группы известны. Конечное положение всех объектов совпадает с заданной целью. Требуется найти траектории одновременного попадания всех объектов в заданную цель за наименьшее время.

Поставленная задача является академическим примером планирования маршрутов плоского движения беспилотных летательных аппаратов. Модель движения управляемых объектов в прикладных задачах гораздо сложнее предложенной. Для летательных аппаратов, например, часто применяется модель Маркова – Дубинса [1,2]. Актуальность рассматриваемой задачи обусловлена потребностями практики.

Разработан следующий алгоритм решения задачи. Сначала находится оптимальная по быстродействию траектория каждого объекта. Выбирается объект с наибольшим временем достижения цели. Потом для остальных объектов строятся попадающие траектории с таким же временем достижения цели. Попадающие траектории определяются неоднозначно. Предлагается вариант, в котором попадающая траектория является ломаной, состоящей из двух звеньев (участков). На первом участке объект движется в первоначальном направлении. Затем выполняется поворот и на втором участке объект движется по направлению к цели. Для нахождения точки поворота выведено уравнение, которое решается численно.

Программная реализация алгоритма выполнена в среде разработки MatLab. Получены решения задач с небольшими (до десяти объектов) группами. Для каждого задачи найдены наименьшее время одновременного достижения цели группой объектов и траектории их движения.

Список использованных источников:

1. Аграчев А.А., Сачков Ю.Л. Геометрическая теория управления. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.

2. Бортаковский А. С., Щелчков К. А. Задачи группового быстродействия летательных аппаратов // Труды МАИ, 2018, № 99, http://mai.ru//upload/iblock/33c/Bortakovskiy_SHCHelchkov_rus.pdf (дата обращения 24.02.2021)

Секция №7.2 Компьютерное моделирование и численный эксперимент

Генерация атакующих примеров для систем распознавания лиц на основе нейронных сетей

Аникин Д.А.
Научный руководитель — Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва

В настоящее время системы распознавания лиц используются повсеместно. С помощью них решается огромное количество задач и существует множество применений данной технологии. К ним относятся: система «умный город», видео-аналитика, 3D сканер лица, идентификация пользователей, оплата услуг и другие. Но вместе с широким использованием технологии приходят и проблемы безопасности. Например, существует множество веб-сервисов, которые по одной лишь фотографии могут выдать целый список информации о пользователе в интернете. И эта проблема поднимает остро вопрос приватности, очень важный в наши дни.

Данная работа посвящена исследованию и созданию алгоритма, способного «анонимизировать» изображение человека для систем распознавания лиц. Как было показано ранее [1], существует возможность «скрыться» от таких систем в физическом мире при помощи наклеек на части лица или детали одежды, такие как очки. Но очевидно, что данное решение весьма не практично и может быть мало применимо. Поэтому в данной работе рассматривается создание такого фильтра для изображений, который позволит скрыть их содержимое для систем распознавания лиц в сети интернет.

Так как в современных системах распознавания лиц зарекомендовали себя глубокие нейронные сети [2], то и решение должно основываться на работе этих алгоритмов. В 2014 году было показано [3], что глубокие нейронные сети подвержены состязательным атакам. Для входного изображения x и глубокой нейронной сети с функцией потерь $J(\theta,x,y)$ создавалась специальная маска, имеющая вид $\varepsilon\ \mathrm{sign}(\nabla_x J(\theta,x,y))$, где ε – уровень шума, x – входное изображение, y – метка изображения. И если для входного изображения x модель могла однозначно определить класс, то для изображения с маской $x+\varepsilon\ \mathrm{sign}(\nabla_x J(\theta,x,y))$ модель уже ошибалась, выдавая не правильный вердикт. При этом визуально изменения, наложенные на изображение, не были заметны человеческому глазу. Данный подход можно применить и для систем распознавания лиц на основе нейронных сетей.

В работе рассмотрены особенности моделей глубокого обучения для распознаванию лиц, рассмотрены передовые модели из данной области. Было замечено, на основе публикации [4], что строить атакующие примеры стоит не от метки класса изображения, а от его внутреннего представления в сети, так называемого – вложения. Также, так как неизвестно какая именно глубокая нейронная сеть применяется в той или иной системе распознавания лиц, а примеры строятся на основе весов конкретной модели, было проведено исследование по возможности переносимости [4] таких атакующих примеров на другие архитектуры нейронных сетей. Для улучшения переносимости были использованы аугментации изображений при построении атакующего примера. Подобная идея уже применялась ранее и показывала хорошие возможности для роста переносимости [5]. Аугментации в данной работе носят вероятностный характер, так как на каждой итерации создания атакующего примера происходят случайные изменения изображения, с параметрами из равномерного распределения U(135, 160). Границы распределения выбраны исходя из специфики работы с изображением.

Полученное решение позволило добиться алгоритма, способного «анонимизировать» изображение для систем распознавания лиц. В качестве заключительного эксперимента производились тесты с изображениями на веб-сервисах в интернете, которые по фотографии находят данные о человеке в сети. И не имея знания об архитектуре сетей, используемых в

данных сервисах, удалось с применением фильтра сбить детектирующую способность моделей.

Список использованных источников:

1. M. Pautov, G. Melnikov, E. Kaziakhmedov, K. Kireev, A. Petiushko, On adversarial patches: real-world attack on ArcFace-100 face recognition system // arXiv preprint, arXiv: 1910.07067 — 2020. — 6 pp.

2. Mei Wang, Weihong Deng, Deep Face Recognition: A Survey // arXiv preprint, arXiv: 1804.06655 — 2020. — 31 pp.

3. J. Goodfellow, J. Shlens, and C. Szegedy, Explaining and harnessing adversarial examples, CoRR, vol. abs/1412.6572, 2014

4. Yaoyao Zhong, Weihong Deng, Towards Transferable Adversarial Attack against Deep Face Recognition // arXiv preprint, arXiv: 2004.05790 — 2020. — 15 pp.

5. Cihang Xie, Zhishuai Zhang, Yuyin Zhou, Song Bai, Jianyu Wang, Zhou Ren, Alan Yuil, Improving Transferability of Adversarial Examples with Input Diversity // arXiv preprint, arXiv: 1803.06978 — 2019. — 10 pp.

Применение подходов машинного обучения для обнаружения помех авроральных отражений

Арешин С.О.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Горяинов А.В.

МАИ; АО «НПК «НИИДАР», Москва

В настоящее время алгоритмы машинного обучения в отечественной радиолокации применяются недостаточно широко – расчеты, как правило, основаны на физических моделях [1]. Успешные примеры активного внедрения различных подходов машинного обучения в других областях позволяют предполагать широкие возможности их использования для обработки данных радиолокации.

В работе применены алгоритмы обучения без учителя (алгоритмы кластеризации данных) для массива единичных замеров координат с целью определения помех авроральных отражений в замерах радиолокатора, а также алгоритмы обучения с учителем (алгоритмы классификации) с целью приближения алгоритма к задаче реального времени.

Идея алгоритма обнаружения помех авроры заключается в кластеризации замеров на два кластера алгоритмом K-средних (K-means) на основе выборочной дисперсии декартовых координат. Для расчёта выборочной дисперсии данные были сгруппированы по 3 часа. Временные интервалы, соответствующие кластеру с меньшей выборочной дисперсией, содержат авроральные помехи, интервалы с большей выборочной дисперсией – без помех. Для составления массива помех авроры помеховые временные интервалы были очищены от шумов с помощью алгоритма кластеризации DBSCAN.

Полученные результаты массива авроральных помех были использованы в качестве разметки для решения задачи классификации классическими алгоритмами машинного обучения, такими как Логистическая регрессия (Logistic regression), Метод опорных векторов (Support vector machine), Случайный лес (Random forest), алгоритм Наивного Байеса (Naive Bayes)[2], на меньших временных интервалах.

Предложенный подход позволяет на основе метрик качества алгоритмов машинного обучения (accuracy, precision, recall, f1-score), а также учитывая затраченное время на обучение и предсказание, выбрать наиболее точное и оптимальное решение поставленной задачи.

Список использованных источников:

1.Тютин И.В., Оводенко В.Б., Пушай С.А. Обработка и анализ экспериментальных данных по наблюдению радиоавторы на РЛС дальнего обнаружения // Радиопромышленность. — 2016. — Т.26(1). — С. 44-49.

2. Murphy Kevin P. Machine learning: a probabilistic perspective /The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. - 2012. -1067 p.

Математическое моделирование упругих колебаний

Бедняков В.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.
МАИ, Москва

Известно, что прикладные задачи математической физики обладают тем свойством, что выписать их решение в конечном виде не представляется возможным. Успехом является получение решения в виде бесконечного ряда Фурье.

К уравнениям гиперболического типа приводят задачи, связанные с процессами колебаний, например, задача о колебаниях струны, мембраны, газа, электромагнитных колебаний и так далее. Основным уравнением гиперболического типа является волновое уравнение.

Целью данной работы является математическое моделирование упругих колебаний балки. Моделью этих колебаний является начально-краевая задача для уравнения четвертого порядка гиперболического типа.

Для получения численного решения была разработана программа на основе аппроксимации уравнения конечно разностной схемой. С помощью этих аппроксимаций выполнен переход от исходной дифференциальной задачи к последовательности дискретных задач, решение которых определяется программно. В качестве численного метода предложен метод матричной прогонки, который является обобщением скалярного метода прогонки.

Для реализации был выбран язык программирования Python 3, за визуализацию графиков отвечает библиотека Matplotlib, для математических вычислений используется библиотека NumPy.

Для оптимизации скорости работы программы и минимизации использования ресурсов были использованы следующие алгоритмы обработки данных: одномерные и многомерные массивы; стек - абстрактный тип данных, представляющий собой список элементов, организованных по принципу LIFO (последний вошел - первый вышел); связный список - массив элементов данных, где каждый элемент содержит в себе данные и ссылку на следующий элемент (в случае с двумерным списком - еще и ссылку на предыдущий элемент, в случае кругового списка - последний элемент содержит ссылку на первый); алгоритмы сортировки, среди которых оптимальной для решения поставленных задач оказалась и была выбрана «Быстрая сортировка» (Quick sort); геометрические алгоритмы, содержащие в себе методы решения задач с использованием построения графиков (точек и линий).

Перепрофилирование лопаток КНД авиационного двигателя АЛ-31Ф

Бойко П.В.
Научный руководитель — член-корреспондент, Рогов Н.В.
ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

Профилирование лопаток необходимо для создания наиболее благоприятных условий безотрывного течения потока, что влечет повышение устойчивости и уменьшение гидравлических потерь. Классическое профилирование лопаток основано на решении обобщенных эмпирических зависимостей по отклоняющимся свойствам аэродинамических решеток, составленных из профилей, которые изгибаются по стандартизированным геометрическим правилам. Существует новая теория «специального» профилирования, в ходе применения которой возможно избежать крупномасштабной турбулентной зоны, а вследствие чего понизить дополнительное профильное сопротивление. Для объекта исследования был выбран КНД авиационного двигателя АЛ-31Ф, преследуемой целью является повышение КПД ступеней компрессора и уменьшение газодинамической виброактивности в проточной части изделия.

Для проведения исследования был выбран программный комплекс NUMECA, разработанный в Бельгии под руководством профессора Шарля Хирша. Программный

комплекс включает в себя ряд инструментов для наиболее качественного создания модели компрессора при минимальном участии пользователя.

При использовании модуля AutoGrid добиваемся разбиения на сетку конечных элементов расчётной модели многоступенчатого осевого компрессора. Для этого мы загружаем предварительно созданный профиль лопатки КНД авиационного двигателя АЛ-31Ф в формате IGES. На данном этапе осуществляется коррекция входных и выходных кромок, возможна коррекция топологии и сеток межлопаточных каналах. В конце программа выдаст качество окончательного варианта сетки расчётной модели компрессора.

В программу FINE/TURBO загружаем построенную ранее сетку, после чего задаем граничные условия (описываем свойства рабочего тела, параметры на входе и выходе, задаем численные значения граничных условий). На выходе получаем расчёт параметров потока газа, проходящего по каналу компрессора заданной геометрии. Программа может моделировать течение вязких/невязких, сжимаемых/несжимаемых рабочих тел.

Для визуализации результатов расчётов в программном комплексе NUMECA воспользуемся подпрограммой CFView, нами будут построены поля распределения параметров потока, векторов, линий тока. Результаты могут быть представлены в виде текстовых файлов, графиков или интегральных значений параметров.

Из-за большого количества операций, производимых в данном программном комплексе, работа не была закончена полностью, но по предварительным расчетам, проводимым с целью ознакомления с данной программой, были достигнуты уменьшения срывных зон на профиле лопатки. Исследования продолжаются, в будущем они будут проводиться по методу «специального» профилирования.

Конструирование автодекодеров на основе моментных дескрипторных представлениях 3D объектов для решения генеративных задач

Ботолов Н.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Сошников Д.В.
МАИ, Москва

В современном мире данные собраны в больших количествах не только в виде текстов и изображений, но и в том числе в форме 3D-объектов. Это связано с развитием методов промышленного сканирования, робототехники и технологий виртуальной и дополненной реальности. Для решения различных задач в области 3D все чаще прибегают к методам глубокого обучения, так как для работы большинства классических алгоритмов машинного обучения, необходимы аналитические функции для манипулирования над данными. Из этого следует необходимость в новых оптимальных моделях дескрипторов, способных помочь в реализации алгоритмов поиска и сжатия, построения метрических алгоритмов классификации и кластеризации, а также для решения задач восстановления 3D модели объекта по одному или нескольким RGB изображениям этого объекта (2D-to-3D).

Одной из основных проблем в контексте поиска данных является разработка подходящей характеристики объектов, которой будет выступать дескриптор. И будучи ключом для процесса поиска, он оказывает решающее влияние на производительность поисковой системы с точки зрения вычислительной эффективности и актуальности результатов. Руководствуясь тем фактом, что для огромного класса объектов форма несет себе большую часть информации, то для построения дискрептивного описания объектов, будем пользоваться моментным подходом для двумерных многообразий, а в частности, трехмерными дескрипторами Зернике [1].

В работе получена реализация генеративной модели глубокого обучения, преобразующей 2D изображения объектов в их 3D модели. Трехмерные дескрипторы Зернике выступают в данной архитектуре как наборы скрытых признаков. Процесс извлечения этих скрытых признаков из изображений аналогичен процедуре извлечения признаков в работе [2].

Обучение генеративной модели основано на сборе большого массива 3D-данных. Затем она учится генерировать похожие данные самостоятельно. Так как основной проблемой этого процесса является устойчивость при обучении модели, то проведено исследование по ее достижению с помощью алгоритмов оптимизации и поиск гиперпараметров модели.

При реализации проекта использовались:

• Датасет ShapeNet - содержит более 3 миллионов моделей (.obj формат), в более чем 4 тысячах категорий. Датасет хорошо организован и содержит много дополнительной информации о моделях: текстуры, описания, снимки моделей.

• Фреймворк PyTorch - библиотека машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданная на базе Torch [3].

Список использованных источников:

1. Novotni M., Klein R. Shape retrieval using 3D Zernike descriptors //Computer-Aided Design. – 2004. – Т. 36. – №. 11. – С. 1047-1062.

2. Park J. J. et al. DeepSDF: Learning continuous signed distance functions for shape representation //Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2019. – С. 165-174.

3. Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., Killeen, T., Lin, Z., Gimelshein, N., Antiga, L. and Desmaison, A., 2019. PyTorch: An imperative style, high-performance deep learning library. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 8024–8035).

Применение тематического моделирования для анализа транскрибаций телефонных разговоров

Ватолин А.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Абгарян К.К.

МАИ, Москва

Для большинства крупных компаний общение по телефону - один из основных способов коммуникации с клиентом. С его помощью компании предлагают новые услуги, продают продукты, а также оказывают техническую поддержку. Одновременно с этим этот канал коммуникации хуже всего поддается анализу, так как требует большого количества рабочего времени аналитиков в случае прослушивания истории звонков, либо качественной модели транскрибации, а также алгоритмов анализа полученных текстов. В работе предлагается метод анализа транскрибаций текстов телефонных разговоров и выявления основных тематик звонков с помощью тематического моделирования.

При работе с текстами транскрибаций важную роль играет предобработка данных, так как устная речь зачастую существенно отличается от письменной. В устной речи люди могут говорить с акцентом, что сказывается на качестве распознавания речи, могут ошибаться и повторять часть уже сказанной фразы, чтобы исправить себя. Для предобработки были предложены следующие шаги: удаления повторяющихся слов и фраз, замена несуществующих слов на наиболее похожие по звучанию существующие слова, лемматизация с помощью библиотеки pymorphy2, выделение устойчивых словосочетаний и объединения их в одно слово.

Для построения тематической модели было выбрано несколько алгоритмов: LDA в реализации из библиотеки Gensim, BigARTM, а также BERTopic. Оценка качества моделей производилась на нескольких выборках с помощью метрики когерентности. Эксперименты показали, что модель BigARTM дает наиболее хорошие результаты. Также было выявлено увеличение качества при применении предложенных шагов по предобработке текста.

Результатом работы является алгоритм построения тематической модели на данных транскрибаций телефонных разговоров, который может применяется аналитиками call-центра для выявления тематик разговоров.

Численное решение стационарной задачи теплопроводности с граничными условиями третьего рода

Вельмакин Г.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.
МАИ, Москва

Постановка стационарной задачи. В ограниченной двумерной области записывается уравнение теплопроводности с неоднородной частью. На границе области считаем, что температура такая же, как и температура окружающей среды. Также на границе происходит теплообмен с окружающей средой и осуществляется перенос тепла излучением. Мы пренебрегаем излучением окружающей среды. В итоге граничное условие третьего рода будет содержать нормальную производную (закон Фурье), разность температур (закон Ньютона-Рихмана) и радиационный поток (закон Стефана-Больцмана), для которого выполнено интегральное уравнение, выражающий закон сохранения энергии.

Поставленная согласованная задача теплообмена излучением и теплопроводностью характеризуется тем, что неизвестная функция температуры и радиационного потока завязаны в общую систему уравнений через граничные условия и правую часть интегрального уравнения.

Сеточная задача. Будем считать, что в нашей области, которая является ограниченной двумерной области, и имеет форму параллепипеда, введена согласованная со всей границей равномерная прямоугольная сетка. Мы аппроксимируем первые производные шаблоном назад, а вторые - классическим шаблоном с четырьмя узлами.

При построении решения будем ориентироваться на методы, которые основаны на такой организации, при которой на каждой итерации решаются обычная краевая задача теплопроводности и задача теплообмена излучением в условиях заданных температур.

Первый метод связан с использованием метода Зейделя. Приближенное решение задачи на следующем временном слое ищется на основе решения краевой задачи теплопроводности при заданных потоках излучения и расчёте излучения по полученному полю температур.

Второй метод основан на решении нелинейной краевой задачи. При поиске на новом слое с предыдущего берётся только переизлучение. Собственное тепловое излучение выносится на верхний итерационный слой.

Достоинством первого метода является простой процесс вычислений, а недостатком – появление ограничений на шаги по пространственным и временной переменной в силу необходимого выполнения условия сходимости. Второй метод стоит использовать, если известно близкое приближение к корням системы.

Список использованных источников:

1. Самарский Александр Андреевич, Вабищев Пётр Николаевич. Вычислительная теплопередача. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 784 с. ISBN 5-354-00234-6. Стр. 406 - 411.

Разработка методов машинного обучения для подготовки рекомендаций товаров на основе сессий пользователей

Воробьева А.С., Мохов А.И.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

За последние несколько десятилетий рекомендательные системы занимают все больше места в нашей жизни. Электронная коммерция (предложение пользователям товаров, которые их могут заинтересовать), реклама в Интернете – это все демонстрирует нам неизбежность использования рекомендательных систем в современном мире. Целью данной работы является разработка методов машинного обучения для получения рекомендаций товаров на основе текущей пользовательской сессии.

На первом этапе была сформирована обучающая выборка и обработаны исходные данные. Далее был использован двухуровневый подход отбора кандидатов (товаров, которые будут присутствовать в рекомендации). Сначала происходил отбор кандидатов с помощью

простых моделей, а именно: обучения векторных представлений товаров (Prod2Vec), матрицы отношений и top 50 популярных товаров [1,2]. Результаты, полученные с помощью итоговой модели, использовались на первом этапе – получении первичных рекомендаций.

Качество модели оценивалось метриками mAP@K и NDCG. Значение метрик не являлось достаточным, чтобы считать модель хорошей, так как в ней не учитывалась релевантность рекомендаций. Поэтому был осуществлен переход к задаче ранжирования с использованием градиентного бустинга, где предсказывалось значение релевантности товара из первичной рекомендации [3].

Дополнительный прирост в качестве был получен благодаря генерации признаков на основе матрицы отношений. Использование матрицы отношений является эффективным подходом для генерации признаков и не требует много памяти. Также качество заметно улучшилось благодарю учету релевантности рекомендаций при решении задачи ранжирования.

В результате выполнения данной работы была получена модель с высокими показателями качества, способная формировать списки рекомендаций для каждой сессии с учетом релевантности рекомендаций.

Список использованных источников:

1. Mikolov T, Sutskever I, Chen K, Corrado G, Dean J. Distributed representations of words and phrases and their compositionality. arXiv preprint arXiv:1310.4546. 2013 Oct.

2.Mihajlo G, Vladan R, Nemanja D, Narayan B, Jaikit, Varun B, D Sharp. E-commerce in your inbox: Product recommendations at scale. KDD '15: Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2015 Aug.

3. Prokhorenkova L, Gusev G, Vorobev A, Dorogush AV, Gulin A. CatBoost: unbiased boosting with categorical features. arXiv preprint arXiv:1706.09516. 2017 Jun.

Численное моделирование обтекания препятствий ньютоновскими и неньютоновскими жидкостями

Гневушев А.А.

Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Пунтус А.А.

МАИ, Москва

В данной работе с целью последующего моделирования поведения жидкостей со степенным законом вязкости проведено изучение программного обеспечения Ansys fluent и определено проведение расчётов с последующим анализом результатов. Следует заметить, что жидкости бывают реальные и идеальные. Идеальная жидкость является упрощённой моделью реальной жидкости и отличается отсутствием вязкости. В свою очередь, реальные жидкости разделяются на ньютоновские и неньютоновские жидкости. Ньютоновская жидкость — жидкость, которая следует закону вязкого трения Ньютона, иначе говоря у неё линейно зависимы касательное напряжение и градиент скорости, это всем знакомые: вода, масло и большинство других используемых ежедневно жидкостей. Неньютоновская же жидкость отличается тем, что её вязкость зависит от градиента скорости. Такие жидкости часто встречаются в разных отраслях промышленности: нефтяной, химической и других. Так как вязкость неньютоновских жидкостей уменьшается при увеличении скорости тока, то и вести себя при обтекании препятствий они будут по-разному. При помощи программного обеспечения Ansys fluent планируется смоделировать поведение неньютоновских жидкостей со степенным законом вязкости в плоской прямоугольной области с препятствиями для различных значений безразмерного показателя их поведения со значениями меньше единицы для псевдопластических и больше единицы для дилатантных жидкостей. Результаты расчётов будут сравниваться с аналогичными для ньютоновских жидкостей. В дальнейшем задача будет усложняться изменением конфигурации препятствий и стартовых условий. При решении задачи планируется широкое использование уравнения Навье-Стокса, а также степенного закона Оствальда-де-Ваале. Данная работа выполняется по актуальной тематике ИПмех РАН при непосредственном контакте с данным институтом.

Численное моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния носового обтекателя высокоскоростного летательного аппарата

Голубкин К.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Соляев Ю.О.
МАИ, Москва

Рассматривается задача моделирования напряженно-деформированного состояния, а также процессов теплопередачи, и абляции в носовом обтекателе ракеты в условиях высокоскоростного полета. Рассматриваемая конструкция имеет осесимметричную форму и составной носовой обтекатель с наконечником, выполняемым из высокотемпературного материала. В расчетах рассматриваются тестовые параметры геометрии конструкции и тестовые значения характеристик материалов. Предполагается, что в процессе полета конструкция подвергается воздействию интенсивного аэрогазодинамического нагрева и инерционных нагрузок. Тепловые расчеты проводятся в нестационарной постановке с оценкой процессов уноса массы, связанного с деструкцией материала носового обтекателя вследствие нагрева. Термомеханические расчеты выполняются в квази-стационарной постановке с учетом зависимости характеристик материалов от температуры. Для заданного распределения теплового поля в каждый момент времени расчета оценивается распределение температурных напряжений, возникающих из-за возможного различия коэффициентов температурного расширения применяемых материалов и неравномерного прогрева конструкции. Решение задачи строится в системе Comsol. Оценивается работоспособность конструкции в задаваемых тестовых условиях работы. Исследуется сходимость численного решения задачи при уменьшении характерного размера сетки и шага по времени. Исследуется возможность применения простых проектировочных оценок для качественного прогноза параметров потери массы и запаса прочности рассматриваемой конструкции.

Мультиагентное обучение с подкреплением для задачи нахождения маршрута

Давыдов В.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Филиппова А.С.
МАИ, Москва

Введение

Задача нахождения маршрута в среде имеет большую область применения. Алгоритмы решающие данную задачу могут быть использованы для написания искусственного интеллекта в компьютерной игре, для программирования автономных дронов и при планировании маршрута [1]. Однако большая часть алгоритмов решает задачу имея перед собой полную информацию о среде, в которой ищется путь.

В данной работе для поиска пути используется обучение с подкреплением. Данный подход позволяет приблизить условия задачи к реальным. Например агенту на вход поступает только часть среды и небольшая информация о целевой точке маршрута. Также данный подход позволяет решать задачу для множества агентов, каждый из которых движется к своей цели.

Основная часть

Основным подходом для задачи поиска пути являются алгоритмы на графах, такие как DFS, BFS, Dijkstra, Astar и другие. Однако для нахождения пути для многих начальных и конечных точек маршрута данные алгоритмы можно использовать только с улучшениями, которые не гарантируют изначальную сложность работы. Также данные алгоритмы используют всю информацию о среде для работы, что может быть избыточным.

В данной работе предложен алгоритм обучения с подкреплением для нахождения пути в среде.

Для тестирования алгоритмов была использована следующая среда, описанная в [2]. В среде имеется клеточная карта препятствий. На свободных клетках в данной среде

располагаются агенты и их цели. Изначально гарантируется, что каждый агент может дойти до своей цели. Каждый шаг агент получает на вход информацию из своей области обзора о препятствиях, других агентах и их целях. Также агент получает на вход нормированный вектор и расстояние до своей цели.

Также каждый шаг агент получает награду от среды. Для данной работы были протестированы различные функции наград:

Награда -1 каждый шаг и 1, когда все агенты достигли своих целей.

Каждый шаг агент получает награду за приближение к своей цели и небольшую отрицательную награду, чтобы мотивировать его на исследование среды.

Также для нахождения пути был использован алгоритм QMIX [3]. Данный алгоритм позволяет многим агентам действовать независимо и обмениваться информацией о среде. Это позволяет нейросети агента не переобучиться и иметь много различных наблюдений в буффере.

Заключение

Обучение с подкреплением хорошо себя показало при решении задачи с одним агентом. В простых случаях обучения двух агентов алгоритм также успешно справился. Однако в случае с сложной средой, когда решение задачи контринтуитивно для агентов алгоритм QMIX не показал улучшений.

Список использованных источников:

1. Nygren E. and Mohanty S. “Flatland challenge: Multi-agent reinforcement learning on trains” // Online: https://www.aicrowd.com/challenges/flatland-challenge. 2020.

2. Sartoretti, G., Kerr, J., Shi, Y., Wagner, G., Kumar, T.S., Koenig, S. and Choset, H., 2019. Primal: Pathfinding via reinforcement and imitation multi-agent learning. IEEE Robotics and Automation Letters, 4(3), pp.2378-2385.

3. Rashid, T., Samvelyan, M., Schroeder, C., Farquhar, G., Foerster, J. and Whiteson, S., 2018, July. Qmix: Monotonic value function factorisation for deep multi-agent reinforcement learning. In International Conference on Machine Learning (pp. 4295-4304). PMLR.

Метод граничных элементов в численном моделировании

Данилов А.Е., Орлова М.С., Разумова Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Метод граничных элементов — это альтернативный подход к решению дифференциальных уравнений, занявший свое место после метода конечных разностей и метода конечных элементов. Его привлекательность состоит в том, что в отличии от МКЭ и МКР, где дискретизация предполагает порядок размерности тела, дискретизация в МГЭ описывается меньшим порядком. От исходных дифференциальных уравнений переходят к соотношениям, связывающими неизвестные функции на границы области, или её части. Они могут или выписываться явно, или заменяться дискретными аналогами. Этот преимущество показывает себя на расчете влияния с бесконечности - МГЭ может моделировать такую задачу без разворачивания внутренней сетки области для аппроксимации

При расчетах используется 2 основных метода – прямой и непрямой. [1 с. 6-8] Прямой метод состоит в составлении граничных интегральных уравнений, имеющий смысл в условиях данной задачи, где искомые значения находятся явно. Непрямой метод же состоит в построении ГИУ, записанных для функций плотности распределения, из которых искомые параметры находятся интегрированием. Этот метод более универсален, и чаще всего используется при расчете тепло- и массопереноса, механики жидкости и газа.

При решении нестационарных задач установилось 2 основных метода учета переменной времени – использования преобразования Лапласа, для решения задачи в изображениях и последующим численным обращением интегрального преобразования, либо учет переменной с применением шаговых по времени процедур.

Сравнение МГЭ с МКР и МКЭ приводит к выводу, что МГЭ показывает более эффективный расчет, и снижает время моделирования задачи. Специфичность применения метода указывает на необходимость создания комбинированных и модифицированных методов. Один из таких методов показан в статье [2 с. 29] – за счет модификации метода (распараллеливание расчета и аналитическое решение интегралов по граничным элементам от компонентов функций влияния, сведена к интегрированию по одному граничному элементу) эффективность метода была значительно повышена, время расчета было снижено на 2 порядка.

Состояние программах средств расчета и визуализации метода, из-за его специфики нуждается в новых технологических решениях. Особенно это касается визуализации. Одна из систем была представлена НИИ механики в ННГУ им. Н.И Лобачевского [3 с.115]

Резюмирую статью, метод достаточно эффективен, имеет потенциал для развития и модификации, и нуждается в дальнейшем изучении для более широкого круга применения.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020.

Список использованных источников:

1. Бенерджи П. Баттерфилд Р Метод граничных элементов в прикладных науках. пер с англ — М: Мир, 1984.

2. Федотов. В.П Модифицированный метод граничных элементов для решения задач колебания пластин // Вестник КРАУНЦ. 2011. №2 (3).

3. А.А. Белов, Л.А. Игумнов, С.Ю. Литвинчук, С.В. Митин Программное обеспечение для визуализации результатов гранично-элементного моделирования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского,. 2009. №4.

Тепловые волны в анизотропном полупространстве на основе волнового уравнения параболического типа

Дегтяренко Р.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Формалев В.Ф.

МАИ, Москва

До настоящего времени в твёрдых телах волновой теплоперенос основывался на известном законе Вернотта-Каттанео-Лыкова (ВКЛ) [1], в котором кроме кондуктивного слагаемого (закон Фурье) присутствует волновое слагаемое в виде производной теплового потока по времени с сомножителем, равном времени релаксации, характеризующем отставание теплового потока от градиента температур в теле. Уравнение теплопроводности на основе этого закона имеет гиперболический тип.

В статье [2] выведен новый закон волнового теплопереноса, по форме совпадающий с классическим законом Фурье, но с запаздывающим аргументом по времени. В новом законе время запаздывания характеризует отставание теплового потока от градиента температур и является временем релаксации. В данной работе на основе этого закона выведено волновое уравнение теплопроводности для анизотропных тел, имеющее параболический тип с запаздывающим аргументом.

Поставлена задача, в которой нагрев в анизотропном полупространстве осуществляется под действием нестационарного точечного источника теплоты. Путём поворота декартовой системы координат для приведения системы уравнений к главным осям тензора теплопроводности и применения интегрального преобразования Лапласа было получено новое аналитическое решение по распространению тепловых волн. Результаты показывают разрывы первого рода на фронтах тепловых волн, разграничивающих температурные поля и начальное распределение.

Список использованных источников:

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М: Высшая школа, 1967.

2. Формалев В.Ф. О тепловых ударных волнах в нелинейных средах Теплофизика высоких температур. 2012. Т50. №26 с. 799-803

Применение теории нелинейной электродинамики при моделировании физических процессов в астрофизике

Демьяненко А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Денисова И.П.
МАИ, Москва

Вся современная теория электродинамики была основана в конце XIX века Дж. К. Максвеллом, сформулировавшим системы уравнений в частных производных, описывающих электромагнитное поле – это был настоящий прорыв в развитии физики, позволивший значительно раздвинуть границы понимания свойств окружающего нас мира. Тем не менее, со времени формулирования своих уравнений Максвеллом прошло много лет, и наука не стоит на месте – значительные изменения претерпели различные области физики, в том числе и электродинамика. Основывающаяся ранее на линейности электродинамики, то есть сохранении принципа суперпозиции, ныне эта теория получила значительное расширение после появления теорий Гейзенберга-Эйлера и Борна-Инфельда о нелинейной электродинамике.

Основной идеей теории Гейзенберга-Эйлера является тот факт, что из-за наличия возможности создания пар частиц электромагнитным полем, что согласуется с теорией позитрона Дирака, поскольку сильные электромагнитные поля могут создавать материю согласно этой теории, необходимо изменить уравнения Максвелла в вакууме к более точно описывающему поле виду - и Гейзенберг и Эйлер предлагают свой лагранжиан, описывающий нелинейную электродинамику электромагнитного поля в вакууме. В целом, их теория развита для статических однородных полей.

В свою очередь, Борн и Инфельд предложили свой лагранжиан, полученный ими из идеи ограничения величины напряженности электромагнитного поля. Положительной чертой этой теории являются релятивистская инвариантность, конечность энергии, свойство интегрируемости и некоторые иные - из недостатков же можно отметить, что точечность электрона, которая в теории сохраняется, не выглядит вполне физической.

Важным аспектом применения теории нелинейной электродинамики является математическое описание физических процессов, протекающих в нейтронных звездах - объектах, обладающих наиболее мощным из известных магнитных полей.

Среди нейтронных звезд значительно выделяется их разновидность, называемая пульсарами - звезды, являющиеся источниками импульсного излучения, период пульсаций которых составляет приблизительно от 15 миллисекунд до 8 секунд, при этом излучая волны в различных диапазонах - от сантиметровых волн до гамма-излучения, при этом для них характерна крайне высокая стабильность периодов этого излучения.

Также среди нейтронных звезд выделяется и другой тип - магнитары, которые, по некоторым оценкам, могут составлять десятую часть от общего количества нейтронных звезд. Отличительная особенность магнитаров - сильнейшее магнитное поле, которое на 2-3 порядка превосходит магнитное поле пульсаров, и именно они представляют особенный интерес для прикладного применения теорий нелинейной электродинамики, проявления которой наиболее сильны при сверхсильных магнитных полях.

Для того, чтобы показать, насколько значительны магнитные поля магнитаров, достаточно упомянуть, что на Земле индукция магнитного поля на полюсах составляет 0,7 Гс, на экваторе – 0,31 Гс, в то время как нейтронная звезда SGR 1806-20, относящаяся к классу магнитаров, имеет показатель магнитной индукции в 1015 Гс- максимальное из известных современной науке значений. Тем не менее, это не предел - согласно некоторым теоретическим выкладкам, максимальное значение магнитной индукции поля, которое могут поддерживать нейтронные звезды, может достигать 1018 Гс- значения, при котором энергия магнитного поля нейтронной звезды становится равной гравитационной энергии связи.

Изучение вопросов воздействия сверхсильных магнитных полей, порождаемых нейтронными звездами, на материю является весьма важной для развития современной науки задачей, поскольку при полях такой силы возможно формирование экзотических форм

материи, что позволит более полно изучить свойства и структуру вещества и расширить знания в области физики элементарных частиц. Кроме того, весьма значительно применение теории нелинейной электродинамики и в области развития теории суперструн, а также в космологии.

Список использованных источников:

1. Потехин, А.Ю. Физика нейтронных звезд / А.Ю. Потехин. – Москва: Редакция журнала "Успехи физических наук", 2010. – 1279-1304 с.

2. В.И. Денисов, Лекции по электродинамике, М.: УНЦ ДО, (2007).

Мультиракурсное трехмерное сканирование с сеточной подсветкой сцены

Добрынин Н.В., Бабич М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Змеу К.В.

ДВФУ, Владивосток

В методах мультиракурсного стерео, для сопоставления точек используются дескрипторы SIFT/SURF или другие методы поиска ключевых точек. Эти дескрипторы в большей степени уникальны для каждой точки, и информация о них извлекается из некоторой окрестности изображения точки. На объектах с однородной текстурой, распознать особые точки не представляется возможным. А при использовании точечных паттернов структурированного света, дескрипторы точек будут практически неразличимы.

В методах использующих структурированный свет, идентификаторы точек кодируются при помощи особого расположения точек, либо используя временное кодирование. Для такого кодирования требуются специальные проекторы, использование которых не всегда представляется возможным.

В геометрическом смысле, каждой точке на изображении с камеры соответствует луч в пространстве. В основе алгоритма лежит идея о том, что если лучи указывают на одну точку в пространстве, то эти лучи должны пересекаться. Таким образом, перебирая пары точек и находя пересечения соответствующих им лучей, можно сформировать искомое множество трехмерных точек. Однако, возникающие шумы могут препятствовать идеальному пересечению лучей. Это вынуждает искать пересечения на некотором расстоянии, что может привести к ложным результатам, из за того, что один луч может пересечься с несколькими другими.

Один из лучей камер выбирается в качестве опорного. Ищутся пересечения с опорным лучом, расстояние пересечения которых не превышает некоторый заданный порог. Отмеченные на опорном луче пересечения формируются в группы, с уникальным набором камер из которых исходят лучи. Из всех наборов групп, выбираются те группы, которые сформированы наибольшим количеством пересечений, и из них в первую очередь выбираются те, которые пересекаются в наименьшем объеме. Лучи из выбранных групп пересечений исключаются из дальнейшего рассмотрения. Выбирается новый опорный луч, после чего процесс повторяется до тех пор, пока пересекающихся лучей не останется. Средние точки в выбранных группах образуют итоговое множество точек.

Так как алгоритм в первую очередь выбирает лучшие точки, ложные точки выбираются в самом конце. Поэтому, можно значительно улучшить результат работы алгоритма, просто отбросив часть последних распознанных точек, в качестве которых есть сомнения.

Имитационное моделирование в авиации

Иванников Е.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рыжков В.В.

ВГТУ, Липецк

С развитием вычислительной техники в последнее время широко применяется математическое моделирование, в частности имитационное моделирование, которое в последнее время приобретает особое значение при решении сложных технических и

организационных задач. Преимуществами этого подхода являются динамичность моделируемых процессов и возможность прогнозирования поведения систем.

С помощью методов имитационного моделирования проводится оценка транспортных потоков в интересах организации воздушного движения [1], определяется необходимость ремонта или технического обслуживания [2], прогнозируется необходимость поставки запасных частей [3] и многое другое. Методы имитационного моделирования позволяют оценивать эффективность принимаемых решений.

Имитационная модель используется для получения необходимой статистической информации для анализа и возможного решения различных рисков, которые связаны с безопасностью полета. Модель обеспечивает детальное моделирование работоспособности взаимосвязанных подсистем системы управления воздушным движением (УВД): полета воздушных судов (ВС) под контролем диспетчеров УВД с учетом работы наземных и бортовых систем связи, наблюдения и навигации, а также автоматизированной системы УВД. Для анализа возможных рисков системы в имитацию включена модель воздействия опасных факторов, например, отказ технических систем, различные нарушения или ошибки диспетчеров и пилотов, задержки в работе обоих. Аэронавигационная структура воздушного пространства, планы полетов ВС, их летно-технические характеристики, параметры систем навигации, параметры системы связи "земля-борт-земля", параметры эшелонирования и прочие составляют исходные данные для имитационной модели. В процессе имитации моделируется реализация различных факторов опасности, а также фиксируются возможные авиационные инциденты, например, нарушения в нормах эшелонирования, опасные сближения, столкновения. Таким образом, создается необходимая информация для оценки рисков для безопасности полётов, а именно частоты возникновения различных авиационных происшествий. Имитационная модель также позволяет решать обратную задачу: задав необходимые уровни безопасности можно получить требования к максимально допустимой вероятности опасности. Для этого необходимо в произвольные моменты времени смоделировать реализацию выбранного фактора опасности, а затем в течение некоторого времени фиксировать факты различных авиационных происшествий, если таковые имеются. По итогам реализаций определяются оценки условных вероятностей возникновения различных инцидентов.

Список использованных источников:

1. Обухов Ю.В., Вишнякова Л.В. Решение задачи оценки безопасности полетов с помощью метода имитационного моделирования / Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2018, №6. С. 143-157.

2. Виноградов А.О., Рыжков В.В. Совершенствование системы технического обслуживания и ремонта летательных аппаратов / Авиакосмические технологии (АКТ-2019) // Труды XX Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. ВГТУ. Воронеж 2019. С. 206-212.

3. Корнеев В.С., Рыжков В.В. Исследование и разработка концепции послепродажного обслуживания авиационной техники / Авиакосмические технологии (АКТ-2018) // Тезисы XX Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. ВГТУ. Воронеж. 2019. С. 115-116.

Интеллектуальная система обеспечения интероперабельности социальных сетей

Иванов А.Л.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Булакина М.Б.

МАИ, Москва

Мессенджеры и социальные сети на момент написания данного текста являются самым популярным способом синхронных коммуникаций, применяющимися как в обучении, так и в бизнесе. Предоставление открытой платформы обеспечения интероперабельности между

разными сущностями позволит заказчику повысить охват аудитории, что приведет к увеличению дохода.

Существующие решения обладают рядом критических недостатков: предоставляются либо платные решения в формате system as a service (SaaS), либо интеграционные модули к определенным системам customer relationship management (CRM). Первая категория может вызывать утечки персональных данных клиентов, а вторая привязывает систему к изначально выбранной системе CRM.

Основным назначением системы декларируется предоставление связей между разными социальными сетями, например массовая рассылка информации по разным каналам или создание мультиплатформенных чатов. Система не только связывает между собой разные мессенджеры, но и агрегирует в себе статистику об активности пользователей, позволяя копить статистику для последующей аналитики. Для управления и конфигурирования системы заказчику предоставляется админка. Основанная на современных технологиях и подходах к проектированию и разработке, платформа потребляет малое количество ресурсов и быстро разворачивается. Предоставив легковесное и расширяемое решение, которое при этом заказчик сможет использовать на своих мощностях, можно решить проблемы безопасности и гибкости.

У системы пути для дальнейшего развития в трех направлениях: техническом, продуктовом и аналитическом. Продуктовое развитие подразумевает дальнейшую интеграцию системы с новыми социальными сетями, а также продолжение работы над предоставлением удобного интерфейса для интеграции системы в инфраструктуру заказчика. Техническое развитие системы заключается в совершенствовании алгоритмов и подходов. Так как система в глобальным смысле является мессенджером, она обязана работать быстро и отказоустойчивой. Важным продуктовым направлением является безопасность пользователя, например защита от спама и мошеннических схем. Аналитическое развитие предполагает целенаправленный сбор сведений об активности пользователей и хранение этих сведений в подходящей для этого хранилище данных. Помимо хранения, необходимо предоставлять интеграционный интерфейс для аналитическим компонентов.

Обеспечение точности настройки взаимного положения главных шпиндельных узлов токарных обрабатывающих центров

Капрашов В.С.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

В настоящее время процедура обеспечения точности настройки взаимного положения главных шпиндельных узлов очень сложна и занимает длительное время, которое можно было потратить на изготовление большего числа деталей, тем самым повысить производительность продукта, поэтому данная тема требует значительных оптимизационных решений.

Основными недостатками существующей настройки взаимного положения главных шпиндельных узлов токарных обрабатывающих центров являются смещения по разным осям при регулировке одним винтом, а так же при затяжке крепежных болтов происходит смещение шпиндельной головки. Существует сложность из-за зазоров в направляющей, которые влияют на точность настройки. На данный момент с этой проблемой справляются установкой прокладок различной толщины и другими различными способами, которые занимают очень длительное время.

На основании вышесказанного, составлен ряд следующих задач, которые помогут выполнять более точную настройку за короткий период времени без больших усилий:

1. Выполнить анализ конструкции шпиндельных узлов токарных обрабатывающих центров.

2. Выполнить анализ существующего процесса настройки положения шпиндельных узлов и методов обеспечения их точности.

3. Произвести анализ научно-технической и патентной литературы в области моделирования несущих систем и расчета точности металлорежущих станков.

4. Провести анализ неточности взаимного положения шпиндельных узлов.

5. Выбрать регулировочные параметры.

6. Разработать математическую модель взаимного положения главных шпинделей токарного обрабатывающего центра.

7. Разработать компьютерную реализацию математической модели шпиндельной группы несущей системы токарного обрабатывающего центра.

8. Провести расчеты с использованием модели несущей системы.

9. Выполнить оптимизационный расчет для обеспечения соосности главных шпиндельных узлов.

10. Разработать предложения по созданию измерительного комплекса.

Таким образом, для обеспечения точности взаимного положения главных шпиндельных узлов токарных обрабатывающих центров, необходимо выполнить ряд поставленных задач, тем самым значительно снизится время на настройку станка и приведет к автоматизации процесса, что позволит снизить затраты на себестоимость детали и повысить производительность.

Использование нейронных сетей для определения антиканцерогенных свойств химических соединений

Карпов Г.А.

Научный руководитель — Аносова Н.П.

МАИ, Москва

Ведущей задачей, которую решает химия, является синтез соединений с полезными свойствами. Одним из рациональных путей достижения этой цели является компьютерный молекулярный дизайн на основе математических моделей «количественная связь структура – свойство» (QSPR)/«количественная связь структура – активность» (QSAR). Компьютерное конструирование QSPR/QSAR моделей требует гораздо меньше времени и материальных ресурсов, чем экспериментальные исследования, а созданные модели позволяют оценивать свойства неисследованных химических соединений и предсказывать новые структуры с заданными свойствами.

Для нахождения оптимальной модели, предсказывающей антиканцерогенность химических веществ, решено использовать наиболее часто применяющиеся и эффективные по данным обзорной литературы представления веществ. Для каждого из них подобраны оптимальные архитектуры нейронных сетей, исходя из природы представлений, информации о них в источниках литературы. Модели были построены на языке Python с использованием фреймворка Tensorflow. Вычисления были произведены с использованием GPU NVIDIA Tesla T4.

Вычислительный эксперимент состоял из двух этапов: сначала проводилась сравнительная оценка эффективности архитектур нейросетей для данных представлений веществ, далее на основании полученных результатов происходила коррекция и оптимизация выбранных ранее подходов. Успешность полученной модели в первую очередь оценивалась по критерию точности (accuracy), второстепенно учитывались также прецизионность (precision), полнота (recall), скорость обучения.

В качестве дальнейшей стратегии поиска оптимального решения поставленной задачи был апробирован селективный подход с комбинированием данных, использовавший примененные ранее представления и модели нейросетей с целью достижения аддитивного эффекта. На основании полученных результатов было решено объединить наиболее успешные датасеты и применить их на вход нейросетям с наиболее высокой вычисленной предсказательной способностью. Также было предложено использовать нейросети с множественными входами (MISO-net) для комбинирования входных данных на уровне

скрытых слоев, в которых входные “ветви” являлись полностью идентичными наиболее успешным моделям нейросетей для данного набора данных с предварительного этапа

В большинстве случаев нейронные сети, построенные согласно изложенной специфике, дали высокие результаты. LSTM и GRU показали лучшие результаты, что, видимо, связано с большим потенциалом данных сетей справляться с долгосрочными зависимостями в данных. Наиболее ярко выраженным оказался результат совмещения входных векторов для GRU с участием Mol2vec и молекулярных отпечатков пальцев, доходивший до точности в 86% с высокими прецизионностью и полнотой, что является даже более высоким показателем, чем полученные их разработчиками результаты в экспериментах на биологических данных. Применение современных сверточных нейросетей на наборе данных двумерных проекций веществ на плоскость продемонстрировало их относительную эффективность (в особенности ResNet) для решения задач биоинформатики, что особенно примечательно с учетом слабой освещенности данной информации в профильных публикациях. В работе подтверждено, что высокого предсказательного эффекта можно добиться и на естественных представлениях, но искусственные представления химических соединений предоставляют больше закономерностей для этой задачи.

Список использованных источников:

1. O’Boyle, N. M.; Sayle, R. A.; O’Boyle, N. M.; Sayle, R. A. Comparing Structural Fingerprints Using a Literature-Based Similarity Benchmark. J Cheminform 2016, 8 (1), 36.

2. Mayr, A.; Klambauer, G.; Unterthiner, T.; Hochreiter, S.; Mayr, A.; Klambauer, G.; Hochreiter, S. DeepTox: Toxicity Prediction Using Deep Learning. Front. Environ. Sci. 2015, 3 (80), 1–15

3. Schneider, N.; Fechner, N.; Landrum, G. A.; Stiefl, N. Chemical Topic Modeling: Exploring Molecular Data Sets Using a Common Text-Mining Approach. J. Chem. Inf. Model. 2017, acs.jcim.7b00249.

4. Sabrina Jaeger, Simone Fulle, Samo Turk. Mol2vec: Unsupervised Machine Learning Approach with Chemical Intuition. J. Chem. Inf. Model. 2018, 58(1): 27-35

Исследование вопросов имитационного моделирования программируемых аналоговых узлов на переключаемых конденсаторах в среде PSpice симуляторов

Клочков К.А., Бесшапошникова

Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.

РГАТУим. П.А. Соловьева, Рыбинск

Программируемые аналоговые интегральные электронные схемы (ПАИС) представлены на мировом рынке программируемыми матрицами и аналоговыми процессорами (FPAA и dpASP). Несмотря на крайне малый ассортимент, такая элементная база находит все большее распространение в современных и перспективных разработках, ориентированных на оперативную аппаратную реконфигурацию оборудования и адаптацию к требованиям эффективной обработки сигнала в области нижних и высоких частот. Примечательна возможность проведения реконфигурирования в течение одного цикла управления без отключения электропитания интегральной схемы [1].

Программируемая аналоговая элементная база наряду с аналогичными цифровыми элементами позволяет создавать «умные устройства» и их компьютерные модели – «цифровые двойники», с помощью которых открывается возможность синтеза поведенческих сценариев. Такие сценарии позволяют всесторонне отработать проектируемое устройство в мире виртуальной и дополненной реальности с целью снижения суммарных материальных и временных затрат и скорейшего вывода изделия на рынок.

ПАИС являются гибридными электронными системами, в которых основными компонентами являются аналоговые узлы на коммутируемых конденсаторах, управление которыми, равно как и управление конфигурационным и «теневым» ОЗУ и JTAG интерфейсом, осуществляется цифровым способом. ПАИС позволяют создавать

реконфигурируемые устройства реального и отложенного времени, в том числе, обработка ультра медленных событий и сигналов [1, 2]. Благодаря гибридной элементной базе основой формой внутренних сигналов является дискретная, при которой уровень сигнала остается непрерывным, поступающим дискретно на коммутационные шины и далее на сформированные особым образом коммутируемые аналоговые блоки. Дискретность аналоговых отчетов накладывает жесткие требования на частоты дискретизации, наложение (перекрытие) спектров, согласование коммутируемых конденсаторов. В частности, на кристаллах FPAA/dpASP компании Anadigm это достигается специальными схемотехническими решениями и требованием превышения частоты дискретизации не менее чем в 100 раз по сравнению с максимальной частотой обрабатываемого НЧ сигнала.

Для практического проектирования электронных устройств на базе FPAA/dpASP используется специализированное программное обеспечение, например, AnadigmDesigner2. Однако, несмотря на свою функциональность, данная САПР имеет и ограничения, снижающие эффективность проектирования и приводящая к ошибкам и недочетам. В частности, одним из таких ограничений является возможность работы только во временной области, ограничиваясь лишь наблюдением осциллограмм сигналов без возможности построения и анализа спектров и построения АЧХ и ФЧХ.

Для повышения подготовки проектировщика, использующего программируемую аналоговую элементную базу, на кафедре РТС РГАТУ имени П.А. Соловьева в рамках студенческого конструкторского бюро (СКБ) продолжаются работы по созданию PSpice библиотеки устройств и блоков на базе коммутируемых конденсаторов и отработке приемов моделирования в среде CAE MicroCap [1-4].

Созданные модели позволяют не только детально отразить процессы, возникающие при коммутации конденсаторов, но и проводить анализ в частотной области с построением АЧХ, делая процесс проектирования для студента более наглядным и познавательным.

В настоящее время СКБ работает над задачей группового управления нескольких программируемых блоков на переключаемых конденсаторах с помощью независимых многофазовых генераторов, а также и над вопросами использования противофазного управления несколькими конденсаторами в пределах одного функционального блока.

Список использованных источников:

1. Вариант реализации программируемого интегрирующего усилителя на базе операционного усилителя и коммутируемых конденсаторов / Виноградов В.В., Скворцов М.П., Печаткин А.В. // Гагаринские чтения. XLVI ММНК. МАИ. Москва, 2020. С.369-370

2. Адаптация PSpice симуляторов для моделирования реконфигурируемых адаптивных электронных узлов на переключаемых конденсаторах / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Материалы IV Всероссийской молодёжной научной конференции "Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития", посвящённой "Дню радио и связи". Тамбов: ФГБОУ «ТГТУ», 2019. С.44-47

3. Макромодели программируемых аналоговых электронных компонентов на базе коммутируемых конденсаторов для PSpice симулятора / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 273-274

4. Библиотека PSpice моделей для моделирования электронных устройств на базе переключаемых конденсаторов / Сахарчук В.В., Ильин Е.А., Печаткин А.В. // Сборник трудов Международной молодёжной научной конференции «XV Королёвские чтения», посвящённой 100-летию со дня рождения Д. И. Козлова. Самара: СНИУ им. С.П. Королева. 2019. С. 493-464

Применение методов геометрического глубокого обучения в задаче промышленной дефектоскопии

Кондаратцев В.Л.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Крылов С.С.
МАИ, Москва

В промышленной дефектоскопии в последние годы все больше находят применения алгоритмы детекции дефектов из области машинного обучения в целом и из компьютерного зрения в частности. В данной работе рассматривается задача конструирования конвейера алгоритмов для поиска нескольких типов дефектов металлических труб, входящих в состав паровых котлов промышленных отопительных комплексов.

Основная предпосылка из практики в данном исследовании состоит в том, что для определения некоторых типов дефектов достаточно только визуального контроля. Это значит, что вместо традиционного способа осмотра котлов, при котором, после остановки работы и выкачивания воды из труб строились промышленные леса, по которым передвигались специалисты, проводящие осмотр, можно было бы использовать малый управляемый беспилотный летательный аппарат (далее - дрон), оснащенный камерой и источником освещения. Поиск дефектов предполагается производиться в видеопотоке записи пролета дрона внутри котла. Для того, чтобы увидеть иллюстрации к рассматриваемой работе, можно обратиться к заметке [1].

В качестве набора “сырых” данных выступили немногочисленные фотографии различных дефектов труб (от 5 до 30 изображений для каждого класса дефекта). Фотографии были сделаны как на реальных эксплуатируемых котлах, так и в лабораторных условиях. Первичная разметка дефектов в виде ограничивающих прямоугольников была произведена вручную с помощью системы Intel CVAT [2]. Для обогащения обучающей выборки и устранения дисбаланса данных относительно разных классов использовались различные аугментации над исходными данными (случайные повороты и изменения цвета, вырезание случайно области изображения). Аугментации позволили увеличить количество образцов дефектов в каждом классе до нескольких сотен.

Помимо классической аугментации изображений, в данной работе отдельно рассматривалась возможность создания генератора синтетических данных. Построенный на основе Blender 3D генератор, порождал трехмерные сцены, заполненные трубами с различной геометрией (змеевики, ряды продольных труб, ряд поворотных секций). После генерации цельных труб, дефекты (ржавчина, разрывы труб, кроп и свищи) генерировались с помощью шейдеров, что позволяло в автоматическом режиме получать разметку в виде пиксельных масок и ограничивающих прямоугольников. В дальнейшем, синтетические данные использовались для обогащения данных обучающей выборки. В дальнейшем, такой генератор может позволить также использовать информацию для обогащения или формирования с нуля обучающей выборки, состоящей из облака точек, что на практике может быть полезно в случае, если помимо обычной камеры на дроне будет установлена глубинная камера.

После подготовки данных, были выбраны сравнения две глубокие архитектуры решающие задачу детекции объектов на изображениях: YOLO v4 [3] и DetectoRS [4]. Эти архитектуры были выбраны как представители разного класса архитектур (быстрая - YOLO, и точная - DetectoRS) лучших для своего класса задач. Для каждой архитектуры было произведено обучение на основе трех типов обучающих выборок: аугментированные реальные данные, смесь аугментированных реальных данных с синтетическими, синтетические данные. Также для каждого обучающего набора и алгоритма обучения был проведен поиск оптимальных гиперпараметров (темп обучения, метод обучения и его параметры, способ разбиение выборки на обучающую и валидационную) методом комбинаторного поиска по сетке.

В результате был разработан конвейер алгоритмов (для лучшей воспроизводимости экспериментов, конвейер программно реализован на основе NVIDIA Docker container),

включающий в себя: подготовку данных, генерацию синтетических данных, обучение, сбор метрик и тестирование.

Архитектура DetectoRS справилась с задачей лучше чем YOLO: mAP(IoU=0.5)=0.85 для DetectoRS и mAP(IoU=0.5)=0.74 для YOLO. Введение синтетических данных может как улучшить результат, в случае, если распределение синтетических данных близко к распределению реальных данных, так и ухудшить, если распределения разнятся (в смысле KL-дивергенции).

Список использованных источников:

1. Компьютерное зрение в промышленной дефектоскопии: Часть 1 “Как мы заставляли нейронку пялиться на ржавчину” [Электронный ресурс] // Блог IT-центра МАИ / URL: https://habr.com/ru/company/itmai/blog/541858/ (Дата обращения: 28.02.2021)

2. Sekachev B., Zhavoronkov A., Manovich N. Computer Vision Annotation Tool: a universal approach to data annotation //Intel [Internet]. – 2019. – Т. 1.

3. Bochkovskiy A., Wang C. Y., Liao H. Y. M. Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection //arXiv preprint arXiv:2004.10934. – 2020.

4. Qiao S., Chen L. C., Yuille A. Detectors: Detecting objects with recursive feature pyramid and switchable atrous convolution //arXiv preprint arXiv:2006.02334. – 2020.

Модель внутренней баллистики гладкоствольных орудий

Корепанова Д.А.

Научный руководитель — доцент, Митюков Н.В.

ИжГТУ, Ижевск

В начале 2000-х годов «Gunnery Fire Control Group» составила базу данных по баллистике нарезных корабельных орудий. Сейчас в этой базе, размещенной в свободном доступе, насчитывается около 4000 записей. Поэтому порядка 90% компьютерных игр, связанных с военно-морским флотом используют ее. Дальнейшей работой в этом направлении должна была стать подобная база по дульнозарядной артиллерии. Но не все оказалось так просто. Кроме проблем поиска хороших исторических источников, возникла и весьма парадоксальная задача. Оказалось, что все, что писалось по внутренней баллистике этих орудий, не совсем верно. А готовых моделей просто нет – никто не решал круг этих задач! Когда они были актуальны, не было математического аппарата и технических средств, а сейчас… можно только предположить, что почувствует рецензент научного журнала, когда прочитает статью, в которой устанавливаются зависимости для артиллерии двухсотлетней давности.

Поэтому успеха в этом области можно достичь путем формулирования частной задачи двойного назначения, решение которой имело бы ценность для какой-то современной системы. Таким образом, в широком смысле предлагаемая работа – это попытка разработать надежную математическую модель дульнозарядного орудия. А в узком смысле проблема заключается в разработке модели и ее программной реализации для расчета горения смеси порохов с разной скоростью горения и с разной поверхностью горения, как это имело место для орудий XIX века.

Как оказалось, для современных систем, стоящих на вооружении, это хороший способ преобразовать активный способ метания в активно-реактивный. При активном пороховая навеска успевает прогорать в канале ствола. Но если в нее добавить медленногорящий порох, то горение продолжится и в полете. Даже если тяга, получающегося таким образом реактивного двигателя, окажется мала, из него вполне может получиться газогенератор для снижения донного сопротивления. Таким образом, снижается общее аэродинамическое сопротивление снаряда и возрастает его дальность.

Для решения поставленной задачи на языке программирования Delphi была разработана программа, в настоящее время находящаяся в стадии получения свидетельства о государственной регистрации. А возможность модернизации указанным способом была оценена на примере одного из образцов в настоящее время находящимся на вооружении Российской армии, результаты исследования опубликованы в закрытом оборонном журнале.

Выбор метода машинного обучения для решения задачи улучшения определения модифицированного трафика

Коробецкая А.А.
Научный руководитель — Рыбалко А.А.
МАИ, Москва

Современный мир развивается настолько быстро, что порой не имеет возможности своевременно отреагировать на появившиеся угрозы. Это хорошо прослеживается на примере информационных систем. Каждый пользователь хотя бы раз сталкивался с последствиями сетевых атак.

Для уменьшения возможного ущерба от действий злоумышленника при сетевом взаимодействии применяются комплексные решения в виде системы обнаружения вторжений (IDS). Система обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS - Intrusion Detection/Prevention System) проводит анализ использования информационных ресурсов и при обнаружении подозрительных/нетипичных действий, способна самостоятельно обнаружить, идентифицировать угрозу и устранить её причину, в рамках своего настроенного функционала [4]. Основная идея в реализации IDS-систем - установка ряда "агентов", производящих мониторинг входящего и исходящего сетевого трафика и выявление совпадений с шаблонами известных сетевых и системных атак [3]. Их можно разделить на две основные категории, основанные на операционной логике: IDS на основе сигнатур и IDS на основе аномалии.

И казалось бы, что при наличии разнообразных аппаратных решений, недостатки таких систем должны быть сведены к минимуму, однако на фоне всех преимуществ существует ряд ограничений, распространяющихся на программные продукты IDS, таких как: сложность настройки и постоянное обновление правил (отсутствие гибкости системы), условная бесплатность продукта, необходимость постоянного анализа уязвимостей и обновление банка сигнатур атак, ложные срабатывания.

Поэтому придя к выводу, что более тонко настроенная система на основе машинного обучения способна качественнее реагировать на аномальные изменения в трафике. Для этой цели будем опираться на модель IDS-системы на основе аномалий, которая отличается более высокой гибкостью и использует высокоуровневые структуры машинного обучения. Используя контролируемый подход, рассматриваемая модель будет обучаться на размеченных событиях, которые происходят в сети (данные сетевого потока). Все входящие события сравниваются с данные сетевого потока: если совпадение найдено, появляется предупреждение, в противном случае это означает, что вредоносное событие не найдено.

Опираясь на работы по теме применения нейронных сетей для целей выявления сетевых атак, наиболее успешным решением оказалось использование гибридной нейросети, содержащей слой Кохонена (слой состоит из адаптивных линейных сумматоров, работающих по принципу «победитель забирает всё»: среди выходных сигналов выполняется поиск максимального).

Выбрав первым слой Кохонена и обучив его на множестве входных векторов, получаем нейроны слоя с весами, наилучшим образом отображающими распределение данных обучающих векторов. Далее веса фиксируются и на вход подается обучающая выборка. После итоговой корректировки весов переходим к обучению персептронной сети: обучающие сигналы в этом случае будут формироваться из выходных сигналов слоя Кохонена и вектора ожидаемых значений. Результатом работы подобной модели будет сопоставление входных данных классу атак или классу нормальных взаимодействий.

Обучив модель на десятках гигабайт данных смешанного трафика от агентства безопасности DARPA, пришли к выводу, что данный алгоритм реализации задачи позволит не только классифицировать сетевой трафик, но и преимущественно повысить качество систем обнаружения.

Список использованной литературы
1. Alexander Polyakov Machine Learning for Cybersecurity 101 [Электронный ресурс] URL: https://towardsdatascience.com/machine-learning-for-cybersecurity-101-7822b802790b (дата обращения: 27.02.2021)
2. Cuelogic Technologies Evaluation of Machine Learning Algorithms for Intrusion Detection System [Электронный ресурс] URL: https://medium.com/cuelogic-technologies/evaluation-ofmachine-learning-algorithms-for-intrusion-detection-system-6854645f9211 (дата обращения: 28.02.2021)
3. CNewsАналитика Средства обнаружения попыток несанкционированного доступа [Электронный ресурс] URL: https://www.cnews.ru/reviews/free/oldcom/security/ids.shtml (дата обращения: 25.02.2021)
4. Артем Бобров Системы обнаружения вторжений [Электронный ресурс] URL: http://www2.icmm.ru/~masich/win/lexion/ids/ids.html (дата обращения: 27.02.2021)
5. Андрей Лаврентьев MLAD: обнаружение аномалий методами машинного обучения [Электронный ресурс] URL: https://ics-cert.kaspersky.ru/reports/2018/01/16/mlad-machine-learning-for-anomaly-detection/ (дата обращения: 24.02.2021)
6. А. А. Браницкий, И. В. Котенко Обнаружение сетевых атак на основе комплексирования нейронных, иммунных и нейронечетких классификаторов, УДК 004.056 doi:10.15217/issn1684-8853.2015.4.69 (дата обращения: 20.02.2021)
7. А.С. Исаев, О.И. Луценко, А.А. Симанович Обзор методик выявления аномального поведения сетевого трафика в локальной сети, Научно-технический вестник Поволжья №4 2020, 05.13.19

Разработка программного кода расчёта распределения плотности свободно молекулярных потоков по поверхности тел сложной формы

Коротков Д.П.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Никитченко Ю.А.
МАИ, Москва

Существует множество задач, связанных с исследованием обтекания твёрдых поверхностей частицами разреженного. К таким задачам относятся: определение силового воздействия газовой среды на обтекаемое тело, определение теплообмена между средой и обтекаемым телом, определение ионизации тела, обтекаемого потоком электрически заряженных частиц, исследование химического взаимодействия частиц газа и поверхности. При исследовании взаимодействия разреженных газов с твёрдыми телами, важным шагом является определение величины и распределения плотности молекулярных потоков по исследуемой поверхности.

В настоящее время разработан ряд методов пространственно-временного анализа распределения молекулярных потоков: метод Монте-Карло (ММК), метод угловых коэффициентов (МУК), интегрально-кинетический метод (ИКМ), метод эквивалентных поверхностей (МЭП) и другие. В данной работе использован метод угловых коэффициентов, как наиболее экономичный метод с точки зрения количества вычислительных операций. МУК широко применяется в теории лучистого теплообмена и, благодаря физическому подобию процессов молекулярного переноса в структурах с диффузно рассеивающими и эмитирующими стенками и процессов лучистого теплообмена в диатермических средах, ограниченных диффузно излучающими и отражающими поверхностями, данный математический аппарат можно использовать для описания течения разреженного газа вблизи твёрдых тел.

В МУК поверхность твёрдого тела разбивается на элементарные площадки. Определение плотности потока на элементарную площадку сводится к решению интегрального уравнения Фредгольма второго рода, ядром которого является дифференциальный угловой коэффициент, который определяется вероятностью непосредственного попадания на площадку с индексом “i” молекул, вылетевших с площадки

с индексом “j”. Явления рассеивания, распыления и захвата учитываются с помощью функции взаимодействия, а явление эмиссии – введением величины плотности “собственного” потока молекул. Таким образом метод угловых коэффициентов кроме геометрических параметров тела позволяет, так же, учитывать некоторые свойства материала и шероховатость поверхности.

В ходе данной работы была разработана программа позволяющая рассчитывать плотность молекулярных потоков на элементарные площадки, аппроксимирующие поверхность твёрдого тела.

Для расчёта требуется подготовить трёхмерную поверхностную расчётную сетку в формате “*.msh”, состоящую только из треугольных граней, задать параметр взаимодействия и величину “собственного” потока молекул.

Для определения площадок с индексом “j”, не влияющих на плотность потока на площадку с индексом “i”, программа проводит проверку на соблюдение условий “видимости” и “не затенения”, для каждой комбинации площадок с индексами “j-i”.

Условие “видимости” подразумевает, что площадки ориентированы в пространстве лицевой стороной друг к другу. Условие “не затенения” подразумевает, что на пути частицы, вылетевшей с площадки “j” в направлении площадки “i” не окажется площадки “k”, которая загородит собой площадку “i” от площадки “j”.

Определение плотности потока, покидающего площадку, представляет из себя сумму плотности “собственного” потока и плотности потока, падающего на данную площадку. В данном выражении плотность потока, падающего на площадку, умножается на параметр взаимодействия, который определяется заранее, до начала расчёта.

Разработанная программа позволяет решать задачи связанные со стационарным анализом столкновения бесструктурных частиц с простой кристаллической решёткой неподвижных атомов при условии, что эффекты взаимодействия частиц с поверхностью считаются известными.

С помощью данной программы были получены распределения плотностей молекулярных потоков по поверхности тел сложных форм, характерных для космических аппаратов.

Данная работа является первым этапом более крупного проекта. В настоящий момент ведутся работы над оптимизацией программы. В дальнейшем планируется ввести учёт первых столкновений, что позволит проводить анализ обтекания не выпуклых тел в околосвободномолекулярном режиме. Кроме того, планируется ввод дополнительных модулей, расширяющих возможности программы.

Список использованных источников:

1. Саксоганский Г.Л., Молекулярные потоки в сложных вакуумных структурах. Москва: Атомиздат, 1980. 216 с.

2. Баранцев Р.Г., Взаимодействие разреженных газов с обтекаемыми поверхностями. Москва: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1975. 344 с.

Моделирование распада произвольного газодинамического разрыва в многокомпонентном газе

Кули-заде Ф.Т.

Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Гидаспов В.Ю.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Решается одномерная задача о распаде разрыва для многокомпонентного газа. Необходимость решения задачи о распаде разрыва возникает при проверке и интерпретации экспериментальных результатов, получаемых на ударной трубе. Распространяющаяся в газе ударная волна представляет собой разрыв газодинамических параметров на фронте ударной волны. Изменение этих параметров однозначно связаны между собой и со скоростью распространения ударной волны. Целью работы является разработка алгоритма и написание

программы для исследования одномерного течения, возникающего при распаде разрыва многокомпонентного газа в ударной трубе с учетом зависимости термодинамических свойств смеси от температуры и концентраций различных компонент газа.

Математически данная задача является задачей Коши для системы уравнений в частных производных гиперболического типа с разрывными (кусочно-постоянными) начальными данными. На границе областей функции, представляющие газодинамические и термодинамические (показатель адиабаты) параметры терпят разрыв первого рода. При решении системы использовались метод Годунова [1] и итерационный метод, в котором используются соотношения давления и скорости на контактном разрыве и соотношение на газодинамических разрывах и газодинамических структурах (контактных разрывах и веерах волн разрежения) и известное решение задачи Римана [2].

Была создана программа, для проведения численных экспериментов по исследованию газодинамических потоков в ударной трубе. Проведено сравнение результатов расчетов с приведенными в литературе и полученными в ходе физических экспериментов. Проведено сравнение численных результатов с экспериментальными данными. Показано соответствие полученных результатов экспериментальным [3] с точностью 10 % для скорости ударной волны в ударной трубе. Также ля проверки правильности результатов используются известные решения задач Лакса и Сода [4].

Список использованных источников:

1. С. К. Годунов, А. В. Забродин, М. Я. Иванов, А. Н. Крайко, Г. П. Прокопов. «Численное решение многомерных задач газовой динамики.» Наука, М, 1976.

2. В. Ю. Гидаспов, Н. С. Северина «Некоторые задачи физической газовой динамики» Издательство МАИ, М, 2016.

3. Татаренкова Д.И. Объемная импульсная ионизация потока с косым скачком уплотнения в канале М.: Дипломная работа. 2019. – 51 с.

4. Xi Deng, Pierre Boivin, Feng Xiao A new formulation for two-wave Riemann solver accurate at contact interfaces. Physics of Fluids. 31, 046102 (2019)

Моделирование нестационарного течения и источника пульсаций давления на частоте следования лопаток в осевом вентиляторе

Купринский А.Р.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Тимушев С.Ф.

МАИ, Москва

Применение методов вычислительной гидродинамики и акустики в сочетании с программным обеспечением машинного проектирования становится важным фактором обеспечения конкурентно способности насосного и вентиляционного оборудования в условиях нарастающих требований по снижению уровня шума этой техники.

Пульсации давления в проточной части насосов, вентиляторов и других лопаточных машин возникают вследствие различных нестационарных гидродинамических явлений. Одним из важных факторов вибро-шумовой характеристики насосов и вентиляторов являются пульсации давления и шум на частотеследования рабочих лопаток (ЧСЛ) и ее высших гармониках.

В ходе численного моделирования решаются следующие задачи:

Определяется физико-математическая модель нестационарного течения.

Строится твердотельная модель осевоговентилятора ВН-2.

Проводится численное моделирование первого и второго шага.

Метод экспериментально проверенна осевомвентиляторе ВН-2

Вентилятор ВН-2 конструктивно состоит из станины, выполняющей роль направляющего устройства воздушного потока, приводного роторного двигателя и крыльчатки. Корпус изготавливается из силумина (сплав алюминия с кремнием), крыльчатка – осевая пластмассовая, имеет пять рабочих лопастей.

ТрехмернаяФизико-математическая модель основывается на разбиении векторного поля движения сжимаемой среды на вихревую (псевдо-звук) и акустическую моды.

Основные допущения принятой модели:

Дозвуковое, изоэнтропийное течение.

Акустические колебания существенно меньше псевдозвуковых (скорость акустических колебаний мала по сравнению со скоростью среды).

Не учитывается взаимодействие акустической и вихревой мод.

Вязкая диффузия для акустической моды пренебрежимо мала.

Данная модель позволяет линеаризовать уравнения движения сжимаемой среды и записать акустико-вихревое неоднородное волновое уравнение, в котором источниковый член зависит от нестационарного поля скорости вихревой моды.

На основе Физико-математической модели строится трехмерная модель в программе FLOWVISION версии 2.5

Расчет происходит в два шага

Первый шаг

Расчет колебательного установившегося течения на базе модели несжимаемого течения и стандартной модели турбулентности

На втором шаге решается волновое уравнение относительно пульсаций давления (как суммы акустической и вихревой мод).

На первом шаге расчетной процедуры, который рассмотрен в данной работе, определяется источниковая функция волнового уравнения для второго шага расчета.

Задача моделирования решается методом «скользящих поверхностей». В подобласти ротора введены четыре граничных условия: лопатки, входная скользящая поверхность, выходная скользящая поверхность и периферия.

После адаптации по граничным условиям расчетная сетка сгущается в подобласти ротора и на границах подобластей.

В качестве основного результата нестационарного расчета вихревой моды нестационарное поле скорости, статического давления, строится функция источника.

Заключение.

Для расчета источниковой функции тонального шума ЧСЛ в осевом вентиляторе ВН-2 использована акустическая модель FowVision 2.5. Получено, что амплитуда источниковой функции экспоненциально убывает с увеличением расстояния от рабочего колеса.

Список использованных источников:

1. Тимушев С.Ф., Овсянников Б.В. Конечно-разностный метод расчета пульсаций давления на лопаточных частотах в спиральном отводе центробежного насоса. В кн.: Рабочие процессы в узлах и агрегатах двигателей летательных аппаратов./ Сб. трудовМАИ (каф.202), 1987.

2. Timushev, S.F., Ovsyannikov, B.V. Pressure Fluctuation Numerical Simulation In A Centrifugal Pump Volute Casing. Journal de Physique IV, vol. 2. Second French Conference on Acoustics. Arcachon (France), 1992

3. Timouchev S., Tourret J. Numerical Simulation of BPF Pressure Pulsation Field In Centrifugal Pumps. 19th International Pump Users Symposium, February 2002, Houston, Texas

4. С.Ф. Тимушев Применение Акустико-Вихревого Метода К Моделированию Пульсаций Давления И Шума В Лопаточных Машинах С Дозвуковым Течением. XVI сессия Российского акустического общества Москва, 14-18 ноября 2005 года

5. Aksenov., A. Dyadkin., A. Gudzovsky. Numerical Simulation of Car Tire Aquaplaning. Computational Fluid Dynamics ’96, J.-A. Desideri, C.Hirsch, P.LeTallec, M.Pandolfi, J.Periauxedts, John Wiley&Sons, pp. 815-820, 1996

6. Руководство пользователя Flow vision 2012г. URL: [https://flowvision.ru/ru/component/phocadownload/category/12-documentation-archive?download=70:3-08-04-pdf-rus]

7. SergueiTimouchev, Jean Tourret, Goran Pavic, Andrey Aksenov. Numerical 2-D and 3-D Methods for Computation of Internal Unsteady Pressure Field and Near–Field Noise of Fans. NoiseControlEng. J. 54 (1), 2006 Jan –Feb

Комбинированный рекомендательный алгоритм по выбору поставщиков в задаче обеспечения предприятия материально-производственными запасами

Куренных А.Е.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

В настоящее время на отечественных научно-производственных предприятиях активно ведется процесс цифровизации, который подразумевает автоматизацию документооборота и многих бизнес-процессов, внедряются корпоративные информационные системы управления ресурсами. Текущий уровень развития информационных технологий позволяет интегрировать эти информационные системы со сторонними ресурсами (торговыми площадками, налоговыми органами, другими системами холдингов и кооперации) с целью обмена данными.

Стоит отметить, что весомая доля российских предприятий выполняет работы в интересах государственных оборонных заказов (ГОЗ), что требует особого подхода к организации складских и производственных процессов, а также выбору поставщиков материально-производственных запасов (МПЗ). Один из наиболее значимых факторов для успешного выполнения заказов – достаточная обеспеченность предприятия качественными материальными запасами к требуемым срокам. Для удовлетворения этой потребности с применением математически-обоснованных подходов современный уровень автоматизации позволяет использовать рекомендательные системы как надстройку к основным информационным системам.

Разработанная в рамках данного исследования рекомендательная система использует три основных источника информации: (i) данные из собственной информационной системы предприятия, (ii) данные из свободных источников по протоколу http(s), (iii) экспертные оценки от лиц, отвечающих за снабженческую деятельность. Анализ данных из информационной системы предприятия позволяет вычислить на основе статистической информации следующие важнейшие критерии поставщика МПЗ: долю возвратов купленных товаров по рекламации, долю ситуаций со срывом сроков поставок путем анализа лотов, заявок подразделений и приходных документов, долю бракованных изделий, полученных из материалов от данного поставщика. Из свободных источников могут быть получены следующие важные показатели: присутствие рассматриваемого поставщика в списке “черных контрагентов”, финансовые показатели поставщика, количество сотрудников в его штате. Экспертные оценки служат для определения критерия “опыта поставщика”. Далее путем свертки полученного векторного критерия получается ранжированный список поставщиков, определяется наиболее надежный контрагент, который выводится в верх данного списка и рекомендуется сотруднику материально-технического снабжения для дальнейшего заключения договора.

Предложенный подход, включающий в себя гибридные методы выработки рекомендаций, а также математические методы поддержки принятия решений обеспечивает достаточную точность и обоснованность формируемых рекомендаций. Применение такого подхода позволит повысить процент успешно выполняемых ГОЗ и различных НИОКР, в которых есть прочие значимые риски.

В текущий момент описанная рекомендательная система подготавливается к опытной эксплуатации в информационном пространстве одного научного-производственного предприятия. Дальнейшее приоритетное направление для данной работы – тиражирование разработанного решения на филиалы предприятия с последующей разработкой средств обмена данными о поставщиках между филиалами и головной организацией с целью расширения статистической информации и повышения точности вырабатываемых рекомендаций.

Работа выполняется при поддержке РФФИ, проект №20-31-90043 (аспиранты).

Автоматизация проектирования заготовок и штампов компрессорных лопаток

Кутумов А.С.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Хаймович И.Н.
МГТУ ГА, Москва

Процесс системы автоматического проектирования (САПР) найдет широкое применение в многочисленных отраслях промышленностив которых применяются компрессоры.

Наша цель понизить вредные условия труда, все возможные затраты на изготовление компрессорной лопатки: как финансовые так и временные, минимизировать вероятность ошибки в изготовления изделия, а также повысить качество и точность лопатки и штампов с помощью САПР путем математических и информационных методов комплексной автоматизации.

Традиционный метод изготовления шаблона лопаток это — проектирование технологической оснастки для штамповки и, непосредственно, сам процесс изготовления лопаток – продолжительность цикла получения готовой детали при этом может достигать полугода. Наиболее часто проблемы возникают в местах перехода от сечения к сечению, так как в процессе изготовления не обеспечивается необходимая плавность

Мы же предлагаем пойти по пути математических и информационных методов производства компрессорных лопаток САПР это – спроектировать конструкцию поковки и сформировать документы в виде чертежа и разработать комплекс программ для формирования геометрических моделей штамп – более чем в 15 раз, метод САПР сократит затраты времени на реализацию заготовительного производства компрессорных лопаток.

В итоге, путем использования алгоритмов и компьютерных (специальных) программ, в перспективе, нами будет получено бесценное автоматизированное проектирование объектов заготовительного производства деталей сложных форм.

Исследование алгоритма кластеризации объектов для его применения в рекомендательных системах

Латыпов А.Н.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Алексейчук А.С.
МАИ, Москва

С развитием цифровых сервисов, будь то онлайн кинотеатр, интернет-магазин, продающий и доставляющий товары или сайты для прослушивания музыки, все большее и большее развитие получают рекомендательные системы. Рекомендательная система — комплекс алгоритмов, программ и сервисов, задача которого — проинформировать пользователя о товаре, который ему может быть наиболее интересен в данный момент времени. Клиент получает информацию, а сервис зарабатывает на предоставлении качественных услуг. В основе работы лежит информация о профиле человека и иные данные.

Для построения рекомендательных систем обычно используются следующие методы: контент-ориентированный, коллаборативная фильтрация, кластеризация.

Кластеризация может использоваться в ситуациях, когда необходимо разметить объекты, т.е. товары, которые в последствии система будет предлагать пользователям, и разбить их на разные группы по определенным признакам самих объектов, не имея при этом исторической информации о предпочтениях пользователей.

Так, в процессе данной работы решалась задача о кластеризации товаров, представленных на определенном сайте интернет-магазине, на группы заменителей, т.е. на группы “похожих” по определенным признакам объектов.

Каждый объект в наборе данных представлял собой текстовое название и описание товаров, которые необходимо кластеризовать. Сначала проводилась предобработка текста – из названий и описаний удалялись знаки препинания, предлоги, все символы, не являющиеся буквами и пробелами. Слова лемматизировались, т.е. приводились к определенной

нормальной форме. Затем создавалось векторное представление “Bag of Words” – каждому объекту ставился в соответствие вектор длинной n – количество всех уникальных слов во всех объектах. Каждая координата вектора характеризует определенное слово. Для подсчета значений координат вектора использовалась статистическая мера tf-idf, характеризующая значимость слова в данном объекте.

Полученное пространство признаков было кластеризовано при помощи метода Mini Batch K-Means, который основывается на выделении сходства между элементами (объектами) путем вычисления их близости друг другу в пространстве признаков. Количество кластеров для разбиения определялось при помощи меры J(C) - суммы квадратов расстояний от точек до центроидов кластеров, к которым они относятся.

В целом результаты кластеризации получились предсказуемы: алгоритм четко выделил категории “Смартфоны”, “Смартфоны и аксессуары”, “Учебники” и др. Эти кластеры назовем ‘хорошими’ – количество объектов в них варьируется от 100 до 1000. Вместе с ними существуют и ‘плохие’ кластеры – в них количество объектов может достигать 100 тыс.

Таким образом описанный метод кластеризации может использоваться, как начальная стадия в построении рекомендательной системы. Кластеризация позволяет добавить объектам свойство, характеризующее меру близости между ними.

Прогнозирование лахары с помощью компьютерного моделирования ПК «Волна»

Липатова С.В., Мартинкевич Л.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чверткин А.Г.
МАИ, Москва

Люди многие столетия жили и продолжают жить в непосредственной близости от действующих или уснувших вулканов. Вулканическая активность в истории человечества не раз играла важную роль. Не раз вулканы становились источниками природной чрезвычайной ситуации, что описано в исторической литературе разных стран. На территории России на Камчатке таких вулканов около трёхсот. Действующих из них - двадцать девять.

Поскольку вулканы являются объектом исследования – на некотором удалении от них зачастую расположены городки ученых. Расстояние от возможного источника извержения до таких населенных пунктов определяется в первую очередь факторами безопасности, которые, в свою очередь, рассчитывается с помощью методик прогнозирования. В данных методиках определяются дальность, скорость распространения извернувшейся из жерла вулкана лавы и другие параметры.

Скорость движения лавы зависит от её густоты. Так, обычно скорость лавы не превышает двух километров в час, однако в некоторых регионах Земли вулканическая лава настолько жидкая, что скорость её перемещения может достигать 20 и даже 30 километров в час. К таким вулканам относятся, например, вулканы на Гавайских островах. В Ключевской сопке и в других российских вулканах более густая лава. Дальность распространения – единицы километров. Скорость равна единицам километров в час. Естественно, не только густота определяет дальность перемещения лавы. Тут значимы уклон местности, рельеф, шероховатость поверхности и др. Эти параметры также учитываются в методиках прогнозирования. Для наглядности и точности расчёта такие методики представлены в виде компьютерных моделей.

Однако в существующих методиках прогнозирования последствий извержения вулкана не учитывается возможность образования лахары и её воздействие на населенные пункты снизу по склону горы. Лахара – это поток грязи, который состоит из горных пород, вулканической пепла, пемзы и воды. Возникновение лахары связано с моментальным таянием снежного и ледяного покрова горы, на участке, подвергшемуся воздействию высокой температуры при выбросе пепла и лавы. Этот поток значительно превышает по объему, а также по скорости и по дальности распространения лаву. На Ключевской сопке при одном из извержений дальность распространения лахары в 4 раза превысило дальность

стока лавы. Скорость крупного потока лахары может достигать более ста километров в час. Были случаи в Америке сноса лахарой населенных пунктов на расстоянии сотен километров от источника извержения. Таким образом научные разработки, направленные на учет данного фактора при прогнозировании последствий извержения вулкана, и, как следствие, своевременной эвакуации населения из ближайших населенных пунктов, являются актуальными.

Для решения этой актуальной задачи авторским коллективом предлагается применить компьютерное моделирование формирования лахары и последствий её воздействия. Для наглядности, скорости и точности прогнозирования авторским коллективом рекомендуется использовать наиболее достоверный в данной области комплекс компьютерного моделирования ПК «Волна» (разработчик ООО научно-производственное предприятие «ТИТАН-ОПТИМА»). Данная программа предназначена для прогнозирования параметров волны прорыва при разрушении напорного фронта. В ходе применения данной программы моделируется прохождение фронта, гребня и хвоста волны. Определяются время прохождения характерных элементов волны, а также высота и скорость. Авторским коллективом была разработана методика прогнозирования дальности и скорости распространения лахары. В основе её - прогнозирование площади и объема растаявшего снега в зависимости от угла и направления жерла вулкана, а также балансный метод определения расхода спускающегося с горы потока. При внесении этих данных (с определенным уточнением) в качестве исходных в программный комплекс «Волна» можно рассчитать скорость и высоту лахары на различном удалении от жерла вулкана, а также возможный характер разрушений при достижении лахарой зданий и сооружений населенного пункта. Как итог компьютерного моделирования последствий прохождения лахары — можно определить безопасное время эвакуации населения из населенных пунктов у подножья вулкана во избежание человеческих жертв.

Система бортового распознавания объектов на подстилающей поверхности

Лобанов З.О., Мазаев А.С.
МАИ, Москва

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) широко применяются в различных сферах деятельности человека. Одна из областей применения — это наблюдение и мониторинг движения различных объектов, в том числе подвижных. БПЛА получили широкое распространение в этой сфере из-за своих компактных размеров и легкости запуска. Для управления БПЛА необходим оператор, который получает с борта беспилотника видеосигнал, и формирует команды управления. Заменить оператора можно при помощи компьютерного зрения. Предлагаемый метод позволяет автоматизировать задачу наблюдения за статическими и динамическими объектами.

Наиболее эффективно эта задача решается с использованием нейросетевого подхода. Использование нейросетевой модели YOLOv4 показало наибольшую эффективность по сравнению с ее ближайшими аналогами (Inseption V4, Inseption V3, ResNets, NasNet). В задаче обнаружения объектов на обучающей выборке Vedai нейросеть YOLOv4 продемонстрировала точность предсказания в 80.7% (mAP 50) на проверочном наборе данных. За счет легкости масштабирования и способности работать на системах со слабыми вычислительными ресурсами без потери точности, миниатюрная версия YOLOv4 способна демонстрировать точность в 74% (mAP 50), что на 3.1% лучше, чем самые качественные известные нейронные сети для мобильных платформ. Для увеличения количества объектов для распознавания был создан обучающий набор CarPack, который содержит в себе более 30 классов для обнаружения и распознавания. В качестве бортового вычислительного блока используется Jetson Nano, использование которого совместно с YOLOv4 позволило выполнять распознавание объектов с частотой 24 кадра в секунду.

Для тестирования системы был выбран БПЛА SkyHunter 1800. На борт БПЛА была установлена полезная нагрузка в виде вычислительного блока и камеры на

гиростабилизированном подвесе. Время полета составило 50 минут, средняя скорость 45 км/ч, дальность полета 39 километров. Проведенное тестирование показало эффективное распознавание объектов и слежение за ними с точностью 75,6 (mAP 50).

Список использованных источников:

1. Колесников А.А. Новые нелинейные методы управления полетом. // – М., ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 191 с.

2. Желтов С. Ю., Веремеенко К. К., Ким Н.В., Козорез Д.А. и др. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов // – М., ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.

3. Giancarlo Zaccone. Getting Started with TensorFlow. ISBN 9781786468574 pp. 180, 2016

4. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao, 23 Apr 2020

Использование дерева решений для нахождения оптимальных границ WOE-преобразования

Лопатенко В.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Абгарян К.К.

МАИ, Москва

В настоящее время сложно переоценить важность и значимость алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей. Каждый день появляются новые архитектуры, направленные на решение определенного класса задач. Однако при всем многообразии существующих ныне алгоритмов лишь немногие обладают свойством интерпретируемости, в то время как остальные работают по принципу черного ящика. В данной работе рассматривается алгоритм преобразования факторов, устанавливающий монотонную связь между зависимой переменной и объясняющими переменными с возможностью интерпретации модельных коэффициентов, а также метод нахождения оптимального разбиения.

Алгоритм WOE-преобразования заключается в разделении непрерывной переменной на несколько категорий в предположении о том, что значения переменной оказывают одинаковое влияние на целевое событие в рамках одной категории. В настоящей работе для нахождения оптимальных с точки зрения функционала качества границ разбиения используется алгоритм дерева решений. Алгоритм нахождения оптимальных границ был написан на языке Python 3.6, для реализации была использована компьютерная реализация алгоритма "Дерево решений" из программного пакета scikit-learn. Показано, что варьируя количество категорий, можно находить оптимальные границы путем оптимизации метрики качества на каждом шаге, например, коэффициента Джини. Также показано, что данный алгоритм монотонного преобразования в связке с логистической регрессией показывает результаты, сравнимые с результатами алгоритма градиентного бустинга, однако обладая преимуществом в виде свойства интерпретируемости в сравнении с последним. В качестве программной реализации алгоритма "Градиентный бустинг" был использован программный пакет xgboost.

Можно сделать вывод, что при таком разбиении факторы модели сохраняют важные свойства монотонности и интерпретируемости. Более того, однофакторный анализ переменных показывает, что преобразованные факторы обладают большей предсказательной силой.

Список использованных источников:

1. А.С. Сорокин., "Построение скоринговых карт с использованием модели логистической регрессии"

2. Н.Б. Паклин, В.В. Афанасьев, "Оптимальное квантование для повышения качества бинарных классификаторов"

Моделирование процессов трёхфазного перехода в вихреобразном движении продуктов сгорания кислород-водородного топлива

Майер Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Прудников В.А.
МАИ, Москва

Совершенствование техники, работающей на кислородно-водородном топливе, открывает далёкие горизонты в улучшении возможностей суборбитальных и орбитальных полётов в околоземном пространстве. Хорошие показатели по экологической чистоте и высокие энергетические характеристики этих систем указывают на перспективность развития именно таких двигателей в будущем.

Для успешного конструирования, с целью дальнейшего улучшения показателей качества и характеристик двигателей для ракет и авиации одновременно и своевременно развитие представлений их моделирования в системах компьютерной поддержки инженерных расчётов. Это требует дополнительного математического, программного, технического и информационного видов обеспечения вычислительных средств, используемых для выполнения компьютерного моделирования различных сторон таких процессов.

В докладе приведён отчёт о математических моделях, могущих быть полезными для описания вихреобразного движения продуктов сгорания отбрасываемой массы после попадания от форсунок в зону сопел и далее в открытое пространство. В соответствии с указанными выше аргументами, автор ориентирует свои исследования и вычисления только на кислородно-водородных реакциях.

Изучаются математические модели процессов перехода элементов сгорания топлива в вихреобразном движении с переходами из газообразного состояния водяного пара в жидкую и твёрдую фазы смеси и влияние этого на процессы, создающие тягу летательных аппаратов.

Модели процессов привлекают знание дифференциальных форм описания движения веществ, представления газовой, жидкой и твёрдой форм их состояний, термодинамические потенциалы, калориметрические коэффициенты и другие разделы математики, физики, химии.

Прогнозирование совершения покупки товара с помощью методов машинного обучения

Мамиев О.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Москва

В сфере коммерции управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) является одной из основных задач, на которые компании концентрируют свои усилия. Решение данной проблемы во многом основывается на умении построить точную модель, которая смогла бы спрогнозировать факт покупки товара или услуги. Поэтому способность выявлять среди клиентов потенциальных покупателей является крайне актуальной задачей.

Цель работы заключается в анализе применения методов машинного обучения для решения задач прогнозирования покупки клиентом. Другими словами, нам необходимо произвести скоринг пользователей. В данном случае он заключается в разбиении их на классы, путем присваивания определенных баллов, показывающих насколько клиент готов к приобретению товара.

Для достижения данной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Реализовать модель прогноза совершения покупки товара;

2. Повысить качество определения пользователей, похожих на исходную выборку. Это поможет расширить список пользователей для таргетинга сформировать и базу данных клиентов с максимально похожими интересами и поведением.

В качестве исходных данных был использован датасет, включающий в себя несколько таблиц с информацией о клиентах интернет-магазина, товарах и сессиях – сеансах просмотра товара. Для обработки категориальных признаков использовался CatBoostEncoder, т.к. он

имеет достаточную высокую скорость кодирования. Все данные были собраны в единую таблицу с отбрасыванием нерелевантных признаков и генерацией новых.

После анализа различных алгоритмов классификации выбор модели пал на LightGMB. Это одна из наиболее успешных реализаций градиентного бустинга: в сравнении с другими реализациями она отличается высокой степенью точности предсказаний при внушительном выигрыше во времени. В качестве выборке для проведения валидации, была использована информация о клиентках за последний месяц.

В данной работе была рассмотрена база пользователей интернет-магазина товаров. Был произведен анализ подходов, применяемых для решения аналогичных задач, и предоставлено наше решение по прогнозированию факта совершения покупки товара. Анализ результата показал следующие значения по стандартным метрикам: precision равен 0.652, recall равен 0.648, а f1 – 0.65.

Применение геоинформационной системы для компьютерного моделирования влияния снеготаяния на динамику весеннего половодья

Мартинкевич Л.В., Липатова С.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чверткин А.Г.
МАИ, Москва

Применение ГИС технологий в прогнозировании последствий наводнений не только дает полноту картины происходящего затопления, но и позволяет решать конкретные математические задачи, что делает такую систему компьютерной моделью. Именно за счет применения геоинформационных систем возможно осуществить комплексный подход к прогнозированию наводнений. Комплексный подход заключается в прогнозировании значений параметров различных источников затопления и осушения территории.

К таким источникам можно отнести:

• Поверхностный сток: прогнозирование динамики наводнения, в том числе переноса водных масс по поверхности грунта;

• Грунтового сток: прогнозирование динамики водных масс под поверхностью грунта, в том числе грунтовых вод;

• Воздействие осадков: прогнозирование места и интенсивности выпадения осадков как фактора наводнения;

• Таяние снега, ледников и мерзлоты: прогнозирование места и интенсивности таяния снега и ледников как фактора наводнения;

• Воздействие плотин и заторов: прогнозирование параметров, влияющих на прорыв плотин, параметров волны прорыва и параметров заторов;

• Осушение территорий: прогнозирование времени прохождения спасательной и строительной техники, и начала восстановительных работ на осушенной территории.

Во всех перечисленных выше источниках площадь территории определяется с помощью математического аппарата, заложенного в геоинформационной системе. Когда речь идет о сезонных половодьях, роль таяния снега в прогнозировании значительно возрастает, что делает актуальным научные разработки, направленные на повышение достоверности прогнозирования.

Для создания компьютерной модели последствий затопления, авторским коллективом была разработана математическая модель изменения значения водоотдачи в ходе сезонного снеготаяния, а также уточнена методика расчета расхода воды, вызванного снеготаянием. При этом учтены нелинейная зависимость водоотдачи от интенсивности снеготаяния, низкая фильтрация промерзшей почвы и незначительность испарения. И, напротив, большая роль в водоотдаче у осадков и солнечной радиации.

Данная математическая модель легла в основу компьютерного моделирования процесса затопления территорий при таянии снега. Компьютерная модель была построена в программном комплексе ГИС «Панорама» (разработчик КБ «Панорама»). Данный комплекс моделирует процесс затопления территории и представляет результат в виде матриц глубин.

Таким образом, повысив точность методики прогнозирования, и применив её в ходе компьютерного моделирования в программе ГИС «Панорама», авторскому коллективу удалось значительно повысить достоверность комплексного прогнозирования последствий весеннего снеготаяния.

Численное моделирование обтекания моделей со сферическим затуплением в сверхзвуковых струях диссоциированного воздуха ВЧ-плазмотрона

Набережнев П.А.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Колесников А.Ф.
МАИ, Москва

Задачи сверхзвукового обтекания затупленных тел возникают при исследованиях движения тел в атмосферах планет. Основной интерес представляет определение силового и теплового воздействия атмосферы на движущееся в нем тело. Эту проблему изучают экспериментальными и теоретическими методами. Важны исследования теплообмена в высокоэнтальпийных потоках на ВЧ-плазмотронах. При этом необходимы расчёты параметров обтекания моделей и теплообмена как для условий входа в атмосферу, так и в струях диссоциированного воздуха для условий экспериментов на ВЧ-плазмотронах. При теоретическом рассмотрении задачи обтекания необходимо решить систему уравнений, описывающих течение газа в окрестности тела. В рамках модели сплошной среды при малых и умеренных числах Рейнольдса наиболее строгим будет описание обтекания тел вязким газом с помощью уравнений Навье-Стокса.

В работе используется эффективный метод предложенный Гершбейном Э. А. и Колесниковым А. Ф., разработанный для расчета течения в вязком ударном слое около тела сферической формы, обтекаемого сверхзвуковыми потоками совершенного газа. Метод адаптирован и применен для расчета течений диссоциированного воздуха на линии торможения для условий экспериментов на ВЧ-плазмотроне. Из полных уравнений Навье-Стокса выводится система приближенных уравнений параболического типа, для которой граничные условия ставятся на теле и в невозмущенном потоке. Уравнения и граничные условия аппроксимируются разностной схемой повышенной точности, разностные уравнения решаются прогонкой по методу И. В. Петухова.

Обеспечение применения моделей машинного обучения в задачах с малым объемом данных на основе состязательной генерации сигналов

Назаренко В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Авиационная промышленность является наукоемкой отраслью промышленности, так как производство сложных технических объектов связано с перспективными исследованиями, определяющими, в свою очередь, новые тенденции развития машиностроения, металлургии, электротехники и других смежных отраслей промышленности.

В настоящее время управление стабильностью технологического процесса и эффективностью работы оборудования выполняется с помощью автоматизированных систем. Внедрение на современных отечественных и зарубежных промышленных производствах информационных и компьютерных технологий переводит работу с данными на новый уровень. Осуществляется сбор и накопление информации с многочисленных датчиков и сенсоров, которыми оснащены основные технологические процессы и оборудование. Основным недостатком существующей системы работы с данными на промышленных производствах является отсутствие элементов машинного обучения (machine learning, ML) и прогнозной аналитики, которые уже зарекомендовали себя как передовые технологии [1, 2].

Machine learning является одним из современных методов статистической обработки и анализа данных, и, в отличие от традиционно применяемого регрессионного анализа,

данный метод можно использовать для сложных, динамических и слабо изученных процессов с большим количеством параметров, так как результатом машинного обучения является не аналитическая зависимость, а обученная на примерах модель. Машинное обучение используют для создания следующих аналитических систем: прогнозирования качества продукции, предсказания поломок и отказов, а также анализа хода технологического процесса. Основной проблемой применения машинного обучения в таких системах является недостаток исходных данных, так как поиск и подготовка обучающих данных требуют значительных затрат времени и ресурсов. Эта проблема приводит к низкой эффективности использования многих моделей. В случае анализа аномальных ситуаций, например, отказа двигателя, получение данных, требуемых для обучения модели, невозможно, так как такие ситуации редки.

Одной из популярных техник при недостатке данных является аугментация. В процессе аугментации происходит искусственная генерация новых данных на основе уже существующих и для ее реализации используют генеративные модели машинного обучения.

С целью применения моделей ML в условиях промышленного производства для решения задач, связанных с малых объемом данных, предложено реализовать систему, обеспечивающую формирование дополнительных данных для обучения. Для исследования выбрана модель порождающих состязательных сетей (generative adversarial network, GAN). GAN является наиболее эффективной моделью при работе с многомерными данными и не требует значительных вычислительных затрат. Однако для ее применения в задачах генерации сигналов с промышленных объектов необходимо сформулировать критерии оценки качества получаемого сигнала.

GAN представляет собой комбинацию из двух нейронных сетей, одна из которых – генератор, генерирует образцы и является генеративной моделью, а другая – дискриминатор, старается отличить «подлинные» образцы от сгенерированных.

Были проведены эксперименты по генерации новых одномерных образцов для синусоидального сигнала и сигналов сложной формы, соответствующих информации с датчиков системы диагностики технического состояния двигателя. В результате были сгенерированы наборы похожих образцов, имеющие дополнительный шум и смещенных по оси времени и оси амплитуд. Таким образом, на основе GAN может быть получен объем обучающей выборки, достаточный для эффективной реализации алгоритмов ML в задачах с малым количеством данных.

Список использованных источников:

1. Ziqiu Kang, Cagatay Catal, Bedir Tekinerdogan. Machine learning applications in production lines: A systematic literature review// Computers & Industrial Engineering. — Volume 149. – 2020;

2. Дьяконов А. Г. Выявление аномалий в работе механизмов методами машинного обучения// Труды XIX Международной конференции «Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных». — Москва. — 389-396 с.

Использование методов машинного обучения для прогнозирования спроса на новый товар в интернет-маркетплейсе с использованием данных о продажах и описательных характеристик

Осин А.А.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Сологуб Г.Б.

МАИ, Москва

На сегодняшний день самой активно развивающейся сферой науки является наука об обработке больших данных и смежные с ней области, такие как: статистический анализ, машинной обучение, глубокое обучение. Развитие этих областей обусловлено тем, что оно имеет обширное прикладное значение для рыночного сектора экономики, так как позволяет автоматизировать многие процессы, благодаря чему можно извлекать дополнительную прибыль, а также оптимизировать убытки. Таким образом компания "Озон", предоставившая

данные для проведения данного исследования является крупнейшим онлайн-ритейлером России с оборотом более 195 млрд рублей в 2020 год с общим количеством выполненных заказов 73,9 млн. активно использует методы машинного для предсказания спроса на тот или иной товар, что позволяет эффективно управлять денежными ресурсами - закупать только те товары, которые будут хорошо продаваться.

Цель данной работы заключается в проектировании модели машинного обучения для прогнозирования спроса на новые товары в интернет-маркетплейсе. В частности, необходимо разработать программный модуль, задача которого прогнозировать продажи товаров, только появившихся на интернет-маркетплейсе в зависимости от информации о продажах схожих товарах описательных характеристик и внешней информации.

Для оценки количества денежного убытка, возникающего от отсутствия модели способной предсказать спрос на новый товар течение первых 30 дней появления товара на сайте интернет-маркетплейса. Он составил более 310 млн. рублей на 56 тысяч уникальных позиций товаров. Следовательно, онлайн-ритейлер "Озон" мог бы получить эту дополнительную прибыль, если бы мог изначально предсказать какое количество необходимо закупить каждого товара.

Для построения базовой модели, основывающейся на метаинформации о товарах была использована информация о продажах товаров, информация об убыли и прибыли товаров на складе и информация о категориальной принадлежности товаров. Из предоставленных данных были выделены признаки, необходимые для построения состоятельной модели такие как: средние продажи в категориальной группе в прошлом месяце, средние продажи в подкатегориальной группе в прошлом месяце и т. д.

Полученный набор данных был разбит на обучающую и тестовую выборку в соотношении 80/20. В качестве целевого признака для обучаемой модели было взято количество продаж товара за первый месяц продаж товара на сайте.

В качестве модели машинного обучения был использован градиентный бустинг, а в частности LightGBM, а качестве метрик MSE, R2, и MAPE. По большинству метрик предсказания полученной модели превосходят средние продажи товаров внутри категории, а значит можно считать модель состоятельной.

Для дальнейшей работы был произведен скрапинг сайта "Озон" для сбора описательных характеристик, а также дальнейшего сбора данных сайтов конкурентов для создания специализированной модели основывающейся на более обширном наборе данных.

Сравнение двух численных методов решения задачи о выстреле из пушки

Павлов Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов И.Е.
МАИ, Москва

Рассматривается задача о расчете газодинамического течения при одномерном расширении газа в стволе пушки, которое сопровождается выталкиванием из ствола снаряда (выстрелом). Общепринятым методом решения таких задач является метод С.К. Годунова. Метод имеет первый порядок аппроксимации по всем переменным. Успех данного метода породил множество модификаций, призванных улучшить его свойства. Среди таких модификаций можно выделить метод В.П. Колгана, в котором реализуется аппроксимация второго порядка по пространственной переменной. В основе обоих методов лежит решение автомодельных задач о распаде произвольного разрыва. Ключевой идеей метода В.П. Колгана является применение принципа наименьших производных, позволившего существенно уменьшить нефизические осцилляции решений.

В докладе проводится сравнение двух перечисленных выше численных методов решения задачи. Исходными данными задачи являются калибр ствола, масса снаряда, удельная теплоемкость газа, объем покоящегося газа, при начальном положении снаряда. Используемая в расчетах сетка является неравномерной как по времени t, так и по пространственной переменной x.

В результате многочисленных вычислительных экспериментов с различным числом шагов подтвердилось, что метод Колгана обеспечивает более высокую точность, чем метод Годунова. Немалый интерес представляют данные об устойчивости схем, полученные на основании экспериментов. Наиболее устойчивым является метод Годунова, который стабильно работает при использовании шага по времени, определяемого условием КФЛ. Для обеспечения устойчивости метода Колгана требуется уменьшение этого шага. Так, например, при использовании сетки с 10 точками по x, для метода Колгана потребовалось уменьшение шага по времени в 10 раз относительно метода Годунова. Из-за указанных особенностей выбора шагов использование метода Колгана для решения задачи не позволяет получить значительных преимуществ в процессорном времени расчета перед методом Годунова. В целом же многочисленные эксперименты, проведенные для решения задачи, показали, что оба метода могут успешно применяться для численного расчета задач, моделируемых уравнениями гиперболического типа.

Прогнозирование покупки товара, показанного клиенту рекомендательной системой

Парфенов П.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Алексейчук А.С.
МАИ, Москва

В рассматриваемой задаче исследуются методы улучшения рекомендательных систем на примере компании Ozon. Рекомендательная система – система, определяющая рекомендации по продуктам, которые могут быть интересны пользователю. Улучшение рекомендательных систем является важным фактором для улучшения взаимодействия между клиентом и сервисом.

Данная тема является актуальной, поскольку в современном мире большинство компаний, предоставляющих услуги, сталкиваются с проблемой выдачи релевантного продукта пользователям. Релевантной рекомендацией называется рекомендация, которая в той или иной мере представляет интерес для пользователя. Узнав предпочтения клиента и его интересы, можно предлагать необходимые для него услуги и товары. Современные сервисы, предоставляющие свои услуги через интернет, например, Netflix, Amazon и многие другие, используют рекомендательные системы. Рекомендательные системы очень важны, т.к. их эффективная настройка может дать новый импульс для развития бизнеса.

В качестве данных для обучения и тестирования в рассматриваемой задаче используются данные об истории действий клиентов интернет-магазина Ozon. Учитывается, какие товары смотрел покупатель, что добавлял в корзину, а также рассчитываются дополнительные признаки в виде описательных метрик для рекомендованного товара. Основными этапами решения данной задачи являются:

- Разработка алгоритма предсказания вероятности покупки;
- Реализация дополнительных метрик для анализа результатов.
- Анализ методов машинного обучения.

В ходе работы исходные данные были дополнены пользовательскими сессиями за одно посещение интернет-магазина и текстовыми описаниями товаров. Для этих данных были разработаны признаки на основании стандартных подходов к построению рекомендаций:

- Признаки популярности и новизны товаров;
- Методы коллаборативной фильтрации;
- Признаки, основанные на пользовательских сессиях;
- Признаки схожести товаров по текстовому описанию;
- Схожесть товаров по картинкам.

Задача поиска релевантных рекомендаций представляет собой задачу ранжирования в соответствии с вероятностью добавления рекомендованного товара в корзину. Эта задача может быть решена при помощи алгоритмов бинарной классификации, позволяющих отсортировать товары в рекомендациях в порядке убывания значения решающей функции.

В качестве модели классификации выбрана модель градиентного бустинга над решающими деревьями. Построение модели произведено с помощью библиотеки CatBoost. Главным преимуществом данной библиотеки является то, что она одинаково хорошо работает как с числовыми признаками, так и с категориальными. Данная библиотека имеет хорошую документацию, обширный функционал и проста в использовании, так как не требует особой подготовки модели.

В качестве базовой модели был выбран алгоритм RandomForest, обученный на небольшом количестве признаков. Для оценки качества моделей использовались следующие метрики: ROC-AUC, Map@k, Recall@k.

• RandomForesClassifier: ROC-AUC ~ 0.55, Map@3 ~ 0.12, Recall@3 ~ 0.47;

• CatBoostClassifier: ROC-AUC ~ 0.63, Map@3 ~ 0.14, Recall@3 ~ 0.54.

Можно заметить, что модель CatBoost превзошла базовую модель по всем метрикам.

В данной работе были рассмотрены возможные методы улучшения прогнозирования вероятности покупки рекомендованных товаров на примере интернет-магазина Ozon. В качестве исходных данных использовались данные об истории покупок клиентов, их поведения за сессию и текстовые описания товаров. Для построения прогнозов покупки рекомендованных товаров были использованы модели RandomForest и CatBoostClassifier. Для улучшения прогнозов были разработаны дополнительные признаки для обучения, а для сравнительного анализа моделей были реализованы специальные метрики, которые часто используются для оценки качества рекомендаций. В рамках задачи наилучшие результаты показал градиентный бустинг в реализации CatBoostClassifier.

Модель иерархического автомата в применении к управлению умным домом

Пестов Н.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Егорова Е.К.
МАИ, Москва

Появляется всё большее количество систем и отдельных "умных" устройств, позволяющих удалённо управлять домом и создавать автоматические схемы работы. К примеру, человеку больше не нужно будет задумываться об оставленном включённым оборудовании – система самостоятельно отключит необходимые устройства в случае его отсутствия. Но готовые системы зачастую позволяют использовать только ограниченный диапазон сценариев, а собирающиеся системы имеют сложный для конечного пользователя встроенный язык программирования, что не способствует их широкому распространению.

В работе описывается моделирование управления умными устройствами, входящими в систему "умный дом", на основе иерархических конечных автоматов. Данная модель позволяет создать визуальное средство разработки для проектирования скриптов управления домом.

Модель предполагает создание конечного автомата для каждого устройства, добавленного пользователем. Для реализации модели было выбрано открытое программное обеспечение OpenHAB.

Каждый иерархический автомат представляет из себя отдельный скрипт. В данной системе скрипты для устройств состоят из трех частей:

• Rule <название правила>

• When

<что послужило запуском скрипта>

• Then

<код скрипта>

Внутренний автомат будет из себя представлять код пункта then, то есть в этом автомате в качестве переходов будет выступать некоторое условие if.

Внешний автомат для каждого устройства будет состоять из перехода when и состояния then. Суть перехода(when) будет записана в переходе начального состояния внутреннего автомата. Важно, что состояние иерархического автомата может вмещать в себя только один

обычный конечный автомат. Таким образом внешний автомат - скрипт, а внутренний - блок then в скрипте.

Рассмотрим, модель перевода автомата в язык скрипта.

В случае, если переход выполняется в стороннее состояние внутреннего автомата, то приложение после кода начального состояния создаст условный оператор if(<суть перехода>){<суть состояния>}.

В случае, если происходит переход в новое состояние иерархического конечного автомата, создается новый скрипт, состоящий из 2 блоков: when и then. Приложение считывает информацию о названии скрипта и создает его: "rule <NameRule>". Далее считывается информация о переходе: "when Item <NameDevice> <суть перехода>". При достижении состояния, в котором может находиться несколько внутренних состояний (в зависимости от желаний пользователя), приложение считывает все и создаёт следующий код:

"then
<суть начального состояния>
if(<суть перехода следующего состояния>)
{<суть этого состояния>}
for(<суть перехода следующего состояния>)
{<суть этого состояния>}
end"

Представленная модель уже может использоваться для визуального программирования устройств. В дальнейшем планируется обобщение модели с целью построения более сложных функциональных цепочек управления домом.

Интеллектуальная информационно-аналитическая система мониторинга качества реализации образовательных практикоориентированных программ

Плотникова Н.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Булакина М.Б.
МАИ, Москва

Оценка магистерских программ – это инструмент обратной связи в системе элитного высшего IT-образования (II ступень), позволяющий идентифицировать объективно лучшие методические подходы и практики реализации магистерских программ, своевременно выявлять проблемы проектирования, организации и обеспечения учебного процесса и предпринимать шаги по их улучшению. Рейтинговая оценка как методический подход к проведению регулярного комплексного оценивания сложных объектов оценки предполагает определение позиции магистерских программ одновременно по нескольким критериям на основе количественных и качественных показателей с применением заданных шкал измерения. Методика рейтинговой оценки проводится на основе сравнения определенной системы показателей, с учетом различных сторон проектирования, организации и обеспечения учебного процесса по различным аспектам, по сравнению с условной «идеальной программой IT-магистратуры», имеющей наивысшие оценки по всем сравниваемыми показателями.

Особенность рейтинговой оценки состоит в том, что по каждому из критериев выстраивается иерархическая структура: оценка по критерию – блоки оценки в разрезе элементов учебного процесса – показатели – исходные данные для оценки. Отдельные блоки и показатели распределены объединены в компоненты с разными периодами оценивания: ежегодная, семестровая, текущая и событийная оценка. Подобная структура рейтинга позволяет находить причину снижения показателей и формировать стратегию,

направленную на улучшение качества магистерских программ.

Цель проведения рейтинговой оценки магистерских программ – повышение качества реализации программ IT-магистратуры и усиление их конкурентоспособности на рынке IT-образования. Рейтинговая оценка магистерских программ может быть также использована

как предпосылка для моральной и материальной мотивации руководителей программ в развитии и совершенствовании учебного процесса по всему циклу обучения: от приемной кампании до развития сообщества выпускников.

Таким образом, разработаны алгоритмы, позволяющие оценивать качество магистерских программ.

Разработка имитационной модели поставок комплектующих для технического обслуживания воздушных судов на базе интернета вещей

Пономарев Р.Л., Довгерд И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Судаков В.А.
МАИ, Москва

Непрекращающееся развитие и появление новых информационных технологий, позволяющих эффективно обрабатывать и использовать имеющиеся данные, а также усовершенствование технических средств, увеличение их функционала, неизбежно ведёт человечество к наступлению четвертой промышленной революции. В результате этого, можно заметить, как сильно с каждым годом меняются все сферы деятельности человека: начиная от социального устройства общества, взаимодействия между людьми, заканчивая тяжелой гражданской и военной промышленностью. Несомненно, авиационная промышленность, как одна из самых глобальных, сложных в своем устройстве, а также обладающая огромной значимостью для общества отрасль претерпевает в настоящее время кардинальные изменения, ставшие следствием технического прогресса последних лет [1].

Среди инновационных технологий последнего времени, оказывающих наибольшее влияние на авиационную отрасль, безусловно в особом ключе стоит отметить технологии сферы интернета вещей и ее комбинации с другими технологиями.

В рамках текущей работы, применение технологий интернета вещей рассматривается сугубо в целях повышения эффективности поставок комплектующих и ремонтных комплектов для технического обслуживания воздушных судов. Для заключения вывода об эффективности применения данной технологии разработана имитационная модель соответствующего процесса [2].

Так, включение технологий Интернета вещей в отрасль технического обслуживания и ремонта привело к повышению операционной эффективности, производительности и прибыльности. Это также позволило оптимизировать время вывода продукта на рынок и доставки клиентам.

Время нахождения самолета на земле является решающим фактором. Каждая секунда, проведенная самолетом не в полете, стоит авиакомпании больших денег. Использование данных IoT гарантирует, что ни один самолет не будет в течение значительного периода времени находиться на земле в ожидании технического обслуживания.

Таким образом, исследование, проведенное с помощью разработанной модели, подтвердило необходимость применения технологий интернета вещей в целях повышения эффективности процессов поставок комплектующих для технического обслуживания воздушных судов.

Список использованных источников:

1. Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И. Разработка экспертной системы электронного планшета летчика (EFB) для определения рациональных характеристик процессов взлета и посадки воздушных судов // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2018. Труды одиннадцатой международной конференции. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2018. С. 310-316.

2. Кобелев Н.Б., Половников В.А., Девятков В.В. Имитационное моделирование. Учебник для разработчиков имитационных моделей и их пользователей. Издание второе. Под научной редакцией доктора экономических наук Кобелева Н.Б., М.: КУРС: НИЦ Инфра-М. 2020

Определение оптимального материала корпуса космического аппарата с полифункциональным покрытием, с помощью методов конечно-элементного анализа и таблично-матричной нормализации критериев

Пронин А.В.
Научный руководитель — Купряшов А.В.
СибГУНТ им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

Данное исследование направлено на выбор оптимального материала цилиндрической композиционной оболочки для конструкторского исполнения корпуса космического аппарата, имеющего на внешней поверхности систему слоёв защитного покрытия полифункционального назначения. Для этого необходимо совместное исследование прочности, устойчивости и поведения оболочки из ортотропных материалов (композитов) на основе наиболее точных математических моделей их деформирования, эффективных алгоритмов расчета, специально разработанного программного обеспечения, а затем с помощью математических методов выбрать оптимальный вариант.

В работе рассматривается конечно-элементная модель цилиндрической оболочки, созданной в программном комплексе Femap with Nastran NX. На внешней поверхности оболочки смоделирован слой специального защитного многофункционального изотропного покрытия. Задача решается для оболочки, один торец которой жёстко закреплен, а к другому краю прикреплен абсолютно жесткий диск. На абсолютно жёсткий диск действует сжимающая сила. В качестве материалов для исследования были отобраны наиболее распространенные в ракетной технике композиционные материалы, доказавшие свою эффективность и незаменимость, в качестве основы силовых конструкций: стеклопластик, органопластик, углепластик, бороалюминий и бороластик [1].

В работе проведены статический и модальный анализы, а также анализ на устойчивость конструкции, так как именно данные виды исследования могут определить уровень деформирования, а, следовательно, и выбор материала конструкции. Результатом линейного статического анализа являются перемещения узлов, реакции в связях, напряжения, деформации и внутренние усилия в элементах модели [2]. Результатом модального анализа является получение динамических свойств конструкции – собственные частоты и формы колебаний.

После определения значений необходимых физико-механических характеристик были построены графики зависимости значений перемещений, критического напряжения, частот собственных колебаний и массы для разных материалов композитной цилиндрической обечайки. Графики показывают, что аналитическим (гистограммным) методом практически невозможно решить поставленную задачу. Поэтому для определения оптимального материала исполнения цилиндрической композитной оболочки с внешним защитным слоем был использован математический метод таблично-матричной нормализации критериев.

Суть метода сводится к последовательности процедур, с помощью которой все критерии приводятся к единому, безразмерному масштабу измерений. В результате нормализации, вне зависимости, ведётся максимизация или минимизация критерия, альтернатива, имеющая наилучший индекс показателя по любому критерию получает оценку 1, наименее имеет оценку 0, а остальные альтернативы имеют промежуточные оценки от 0 до 1 пропорционально их ценности между показателями наилучшей и наихудшей альтернатив [3]. Вес критериев определялся относительно важности при выборе требований, предъявляемых к тонкостенным цилиндрическим оболочках в ракетно-космической области. Данные критериев заносятся в специальную сводную таблицу. Важнейшую роль в выборе композиционного материала в ракетно-космической технике играет масса конструкции (вес критерия — 10). Самый важный критерий (масса) минимизируется. Поэтому от максимального элемента каждого столбца матрицы выигрышей отнимается каждый элемент этого столбца и делится данное число на разность между максимальным и минимальным элементами столбца. Второй критерий (значение максимального деформирования при

статическом анализе) максимизируется, поэтому проводятся обратные итерации. И так для каждого критерия. В результате получим матрицу рисков, оформленную в виде таблицы.

После чего вычисляется функции полезности по каждой альтернативе исполнения. В результате анализа видно, какой материал является наиболее оптимальным в качестве корпуса космического аппарата, то есть ее функция полезности имеет максимальное значение. Проведённое исследование позволяет оптимально определить необходимое исполнение конструкции корпуса космического аппарата. Материалы исследования могут быть внедрены при разработке новой космической и авиаракетной техники, с целью повышения весовой эффективности летательного аппарата, его эксплуатационных показателей и надёжности.

Список использованных источников:

1. Бондалетова Л. И. Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л. И. Бондалетова, В. Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

2. Межин В. С. Практика применения модальных испытаний для целей верификации конечно-элементных моделей конструкций изделий ракетно-космической техники / В. С. Межин, В. В. Обухов. – Королёв: Космическая техника и технологии. 2014. – №1. – с. 86-91.

3. Малыхин В. И. Математические методы принятия решений: учебное пособие / В. И. Малыхин, С. И. Моисеев. – Воронеж: ВФ МГЭИ, 2009. – 102 с.

Разработка методов извлечения смысловых сущностей из описания товара для упрощения поиска

Романадзе Е.Л.
МАИ, Москва

Тематическое моделирование – одно из современных направлений обработки естественного языка. Тематическая модель коллекции текстовых документов определяет к каким темам относится каждый документ и какие слова образуют каждую тему. Вероятностная тематическая модель описывает каждую тему дискретным распределением вероятностей слов, а каждый документ – дискретным распределением вероятностей тем. Тематическая модель преобразует любой текст в вектор вероятностей тем. Тематическое моделирование похоже также на кластеризацию документов. Отличие в том, что при кластеризации документ целиком относится к одному кластеру, тогда как тематическая модель осуществляет мягкую кластеризацию, разделяя документ между несколькими кластерами. Для распределения текстовых документам по темам вычисляются матрицы ϕ_{wt} и θ_{td} по приведенному алгоритму, где ϕ_{wt} - вероятности термов w в каждой теме t; θ_{td} - вероятности тем t в каждом документе d.

С помощью данной модели было решено выявить ключевые слова в описаниях товаров для упрощения поиска продукта по словам из одной тематики. В качестве данных мы использовали описание около 400 тысяч товаров, в которых были использованы около 29,5 миллионов слов, среди которых 260 тысяч уникальных. В среднем описание товара включало в себя 25-50 слов.

Для решения задачи первым делом было необходимо провести обработку данных, для этого были использованы токенизация и лемматизация всех описаний как русских, так и английских слов, удалены все цифровые значения. В ходе работы были рассмотрены и модифицированы разные модели и подобраны оптимальные критерии.

Список использованных источников:

1. Агеев М.С., Добров Б.В., Лукашевич Н.В. Автоматическая рубрикация текстов: методы и проблемы // Учёные записки Казанского государственного университета. Серия Физико-математические науки – 2008 – С. 25-40

2. Апишев М.А. Эффективные реализации алгоритмов тематического моделирования // Труды ИСП РАН. – 2020 – С. 137-152

3. Воронцов К.Н. Вероятностное тематическое моделирование: теория, модели, алгоритмы и проекты BigARTM // Московский физико-технический институт (государственный университет), Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН – 2020 – С. 18-35
4. Янина А.О., Воронцов К.В. Мультимодальные тематические модели для разведочного поиска в коллективном блоге // Машинное обучение и анализ данных – 2016 – С. 173-186

Параллельный алгоритм разложения по динамическим модам для графических процессоров

Сахарин Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.
МАИ, Москва

Задача описания, прогнозирования и выявления структуры динамических систем имеет огромное значение для различных отраслей науки и техники. Динамические системы можно условно поделить на два класса - линейные и нелинейные. Для систем первого класса уже выработан исчерпывающий математический аппарат. В силу большей сложности системы второго класса исследуются методами математического моделирования. Одним из типичных подходов является аппроксимация нелинейных систем линейными.

Алгоритм разложения по динамическим модам (Dynamic mode decomposition, DMD) разработанный Питером Шмидом (Peter Schmid) является одним из важнейших методов данной предметной области. Оригинальный алгоритм был опубликован автором в 2008 году [2], а в 2010 [3] получил более детальный анализ в рамках теории Купмана (Koopman operator theory). Около 10 модификаций метода опубликованных за минувшее десятилетие не дают поводов усомниться в научной новизне.

Входные данные представляют собой упорядоченный (по времени) набор состояний системы. В каждый момент времени состояние системы описывается вектором с комплексными компонентами. Будем исходить из предположения, что размерность векторов много больше числа “срезов” (snapshots). Запишем состояния системы в виде столбцов матрицы, тогда на входе имеем матрицу с числом строк много больше числа столбцов. Каждая строка описывает изменение во времени одного из показателей (признаков) системы. Цель метода - отыскать наилучший в среднеквадратичном смысле линейный оператор отображающий состояние системы в следующее. Важно отметить, что матрица линейного оператора не вычисляется в явном виде (не хранится в памяти). Вместо этого вычисляются лишь векторы коэффициентов позволяющие рассчитать искомое отображение для входного вектора.

Автор алгоритма разрабатывал его ориентируясь на задачи динамики жидкости и газа, которые имеют принципиальное значение для аэрокосмической отрасли. Однако, “общность” полученного алгоритма позволила ему найти применение в нейробиологии, изучении климата и эпидемиологии [4].

Ключевым для данной работы является описание эффективной параллельной реализации метода с использованием технологии CUDA. Однако, обсуждение реализации DMD необходимо начать с выбора одного из двух имеющихся подходов: итерации Арнольди или сингулярного разложения. Оба метода отлично поддаются распараллеливанию (в данном случае векторизации операций). Современные GPU аппаратно поддерживают числа половинной, одинарной и двойной точности: half, float, double. При расчетах на GPU чаще всего используют числа одинарной точности (float), которые обеспечивают разумный компромисс между точностью и производительностью. Поэтому предпочтение было отдано сингулярному разложению, т.к. оно более устойчиво к “шуму в данных” и меньше накапливает погрешность машинной арифметики [1]. В свою очередь, вычисление сингулярного разложения матрицы линейного оператора сводится:

привести матрицу к двухдиагональной форме;

вычислить сингулярное разложение двухдиагональной матрицы;

“скомбинировать” (перемножить соответствующие части) разложения полученные на предшествующих этапах.

Каждая из секций алгоритма отлично укладывается в SIMD (одиночный поток команд, множественный поток данных). В рамках выбранного подхода, реализация алгоритма для графического ускорителя требуют сводится к реализации паттерна обращения к глобальной памяти допускающего объединение запросов (coalescing global memory accesses).

Список использованных источников:

1. Формалев В.Ф., Ревизников Д.Л. Численные методы. М.: Физматлит, 2006. 400 с.

2. P. J. Schmid and J. Sesterhenn. Dynamic mode decomposition of numerical and experimental data. In 61st Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics. American Physical Society, November 2008.

3. P. J. Schmid. Dynamic mode decomposition of numerical and experimental data. Journal of Fluid Mechanics, 656:5–28, August 2010.

4. J.N. Kutz, S.L. Brunton, B.W. Brunton, and J.L. Proctor. Dynamic Mode Decomposition: Data-driven modeling of complex systems. SIAM, Philadelphia, PA, 2016.

Разработка алгоритма персонализированных рекомендаций по выбору типа маршрута для онлайн карт

Синдицкая В.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.

МАИ, Москва

Для большинства современных веб-сервисов важной задачей является удержания клиента. Показано, что затраты на привлечение новых клиентов превышают затраты на удержание старых, поэтому выгоднее выделять большие ресурсы на увеличение благосклонности к продукту у текущих клиентов. [1] Основным способом повышения лояльности клиентов является разработка простых, быстрых и понятных методов для эффективного решения задач пользователей. Один из таких способов – это внедрение ленты рекомендаций внутри веб приложения. При помощи рекомендаций можно помочь пользователю найти более интересный для него товар или услугу, помочь быстрее решить свою задачу, сузив список товаров до наиболее релевантных.

В текущей работе необходимо разработать и применить алгоритм персонализированных рекомендаций по выбору типа маршрута для приложения онлайн карт. Мотивы обращения пользователей к онлайн картам могут быть разные: найти ближайшие магазины, добраться до определенного места, посмотреть текущую загруженность дорог или движение общественного транспорта. Но во всех запросах пользователя к картам так или иначе будет фигурировать понятие маршрута. Таким образом, одной из основных задач онлайн карт является предоставление пользователю наиболее подходящего маршрута, который позволит максимально эффективно и быстро добраться до требуемого места.

Стоит отметить, что способов добраться до пункта назначения может быть несколько, задачей является предложить пользователю наиболее подходящие его предпочтениям способы. Разумеется, каждый хочет воспользоваться самым быстрым и доступным маршрутом. Быстрота и доступность — это те требования, которые будут предъявлять к картам все пользователи, поэтому по этим характеристикам рекомендации маршрутов будут более-менее одинаковы. Но способов передвижения по построенному маршруту может быть несколько – можно воспользоваться общественным транспортом, добраться на такси или пешком. И вот тут как раз предпочтения пользователей могут варьироваться – кто-то любит передвигаться на собственном автомобиле, а кто-то пользуется такси. Логично также предположить, что на предпочтения пользователей в текущий момент времени будут влиять погодные условия и загруженность дорог. Сами пользователи могут быть объединены в группы со схожими предпочтениями, основываясь на общих для них характеристиках (пол, возраст, статус, семейное положение и т.д.) И вот тут то как раз очень могут пригодится

алгоритмы персонализированных рекомендаций – предлагать не просто маршрут, а также и способ передвижения по нему исходя из уникальных предпочтений данного пользователя и окружающего контекста.

В данной работе для решения поставленной задачи предполагается использовать алгоритм контекстных многоруких бандитов LinUCB, который был предложен авторами [2] в своей работе по рекомендации новостных статей пользователям. Сначала выделяются признаки для пользователей (пол, возраст, место проживания, социальный статус и другие) и признаки текущего состояния окружающей среды (текущая загруженность дорог, погодные условия). Данный набор признаков образует собой так называемый вектор контекста. Далее предполагается, что ожидаемые награды (в нашем случае, под наградой подразумевается переход в навигацию по предложенному типу маршрута) линейно зависят от вектора контекста с неизвестным вектором коэффициентов. Далее, вводится понятие матрицы векторов признаков, где каждая строчка - это объект обучающий выборки (наблюдение, которое встречалась ранее для этого типа маршрута) и соответствующий вектор ответов пользователей. Применяя Ridge-регрессию к обучающей выборке, можно выразить оценку коэффициентов для вектора контекста. Показано [3], что когда составляющие вектора ответов независимы по соответствующим строкам матрицы признаков, с определенной вероятностью можно выразить неравенство, которое бы задавало границы для разности между предсказанным значением награды и его математическим ожиданием по текущему контексту. Исходя из этого неравенства, можем получить достаточно узкую границу доверительного интервала для каждого из типов маршрута. Рекомендации будут строиться путем выбора того типа маршрута, граница доверительного интервала для которого максимальна.

Список использованных источников:

1. Третьяк О.А. Ценность клиента в течение его жизненного цикла: развитие одной из ключевых идей маркетинга взаимоотношений // Российский журнал менеджмента №9 (3). С. 55-68 (С57)

2. Lihong Li, Wei Chu, John Langford, and Robert E.Schapire. A contextual-bandit approach to personalized news article recommendation. In Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web, WWW ’10, pages 661–670, New York, NY, USA

3. T. J. Walsh, I. Szita, C. Diuk, and M. L. Littman. Exploring compact reinforcement-learning representations with linear regression. In Proc. of the 25th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence, 2009

Решение интервальных задач линейной алгебры с применением TT-разложения

Сорокин С.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.

МАИ, Москва

Задачи с интервальными коэффициентами довольно часто могут встречаться на практике, в случаях, когда точное значение параметра неизвестно, однако можно сказать в каких пределах он изменяется. Подобные задачи представляют большой интерес и разрабатываются новые алгоритмы для более точного их решения. Например, в [1] представлен алгоритм адаптивной интерполяции для моделирования различных динамических систем. Однако соответствующие алгоритмы зачастую подвержены «проклятию размерности», что затрудняет нахождение решения в случае большого количества интервальных параметров.

Введя дискретную сетку в пространстве параметров, получаем тензор больших размеров. Используя вместо полученного тензора его TT-разложение (далее TT-формат), можно сократить объемы памяти и вычислительное время. Существует полиномиальный алгоритм TT-cross получения разложения, не требующий просмотра всех элементов тензора [2]. Кроме этого, ряд операций с тензорами можно производить не выходя из TT-формата [3].

Идея использования тензорных разложений в интервальных задачах уже применялась, и в [4] описан способ расширить область применения алгоритма моделирования динамических систем для большего числа параметров, именно при помощи TT-формата.

В соответствии с теоремой Бека-Никеля [5], для ИСЛАУ решение может быть получено перебором всех комбинаций границ интервалов и нахождением минимального и максимального значения по каждой координате всех решений полученных СЛАУ.

Вместо традиционных методов, например интервального метода Гаусса, предлагается другой алгоритм нахождения решения ИСЛАУ. Все решения СЛАУ для каждого варианта выбора границы представляются в виде тензора, размерность которого равна p + 1, первое измерение размера n для обозначения конкретного элемента вектора ответа, остальные p измерений размера 2, по одному на каждый интервальный параметр. Затем тензор раскладывается при помощи TT-cross, причем для этого явно получать тензор не требуется, необходимо лишь реализовать функцию вычисления элемента по набору индексов. Построение интервальной оценки решения по полученному TT-разложению можно выполнить любым подходящим методом оптимизации.

Предполагается, что в процессе построения TT-разложения, ранг матриц развертки будет не большой, что позволит получить решение ИСЛАУ, не выполняя решения всех СЛАУ, которые соответствуют граничным значениям интервальных параметров.

Апробация предложенного подхода к решению ИСЛАУ на представительном ряде задач показала, что за счет незначительной потери точности имеется возможность существенно уменьшить вычислительные затраты.

Список использованных источников:

1. Morozov A. Y., Reviznikov D. L. Adaptive Interpolation Algorithm Based on a kd-Tree for Numerical Integration of Systems of Ordinary Differential Equations with Interval Initial Conditions // Differential Equations, 2018. Vol. 54, no. 7, pp. 945–956. DOI: 10.1134/S0012266118070121.

2. Oseledets I., Tyrtyshnikov E. TT-cross approximation for multidimensional arrays // Linear Algebra Appl. 2010. 432, N 1. 70–88.

3. Oseledets, I. Tensor-Train Decomposition// SIAM J. Scientific Computing. 2011. 33. P. 2295-2317.

4. Морозов А. Ю., Ревизников Д. Л. Методы компьютерного моделирования динамических систем с интервальными параметрами. М.: Изд-во МАИ, 2019. 160 с.

5. Шарый С. П. Конечномерный интервальный анализ. // Новосибирск: Ин-т выч. тех. СО РАН, 2007.

Исследование и разработка алгоритмов сегментации сцены в трехмерном облаке точек

Стоколесов М.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Филиппова А.С.

МАИ, Москва

Технология беспилотных автомобилей в настоящее время является одной из самых популярных и быстроразвивающихся. Построение автопилота требует решения многих важных задач, одна из которых заключается в распознавании объектов вокруг автономного транспортного средства. Самым распространенным сенсором для сбора такой информации является стереокамера, однако можно привести множество примеров ситуаций, когда одной камеры может быть недостаточно, таковыми являются, например, туман, сильный дождь, снегопад и даже темное время суток. Поэтому для того, чтобы решить эту проблему автомобиль оснащается дополнительным устройством - сенсором LiDAR.

В настоящей работе рассматриваются алгоритмы сегментации лидарных данных, основанные на проекции облака точек, поскольку они имеют превосходство с точки зрения низкой задержки над алгоритмами, которые обрабатывают облака точек в их исходном виде [1][2]. Такой переход позволяет свести задачу сегментации трехмерного облака точек к

задаче сегментации двумерного изображения, которая в настоящее время исследована значительно лучше.

Основным недостатком алгоритмов, основанных на проекции, является их более низкая точность сегментации [3], поэтому целью данной работы является повышение качества сегментации путем применения модуля объектно-контекстного представления (OCR) [4] внутри алгоритма сегментации. В данной работе рассматривается архитектура SalsaNext [5] в качестве целевого алгоритм сегментации и OCR в качестве модуля объектно-контекстного представления, поскольку они занимают лидирующие позиции в соответствующих рейтингах наборов данных [6][7].

SalsaNext представляет собой сверточную нейронную сеть для сегментации облаков точек, которая имеет архитектуру вида кодировщик-декодировщик, основанную на сети ResNet [8]. На вход этой сети подается изображение сферической проекции лидарного облака, где в каждом пикселе хранится позиция, глубина и значение интенсивности соответствующей точки облака. Результатом работы SalsaNext является сегментированная проекция, которая затем отображается обратно в исходное облако точек для получения его сегментации.

Модуль OCR предназначен для уточнения т.н. "сырой" сегментации, которую можно извлечь из последних слоев сети. Это позволяет учитывать контекст каждого пикселя изображения и производить более точную сегментацию. Ключевая идея подхода OCR заключается в использовании объектно-контекстных представлений для дополнения признакового описания каждого пикселя.

В ходе тестирования полученной модели было установлено, что интеграция модуля OCR внутрь архитектуры SalsaNext позволяет повысить среднее значение метрики Жаккара на 6,2%, при этом не снижая производительности сети.

Предлагаемое усовершенствование может быть полезно для использования полученной модели в качестве бортовой системы компьютерного зрения роботизированных платформ или беспилотных транспортных средств, где ключевую роль играет высокое качество распознавания при низкой задержке.

Таким образом в настоящей работе представлена идея применения модуля объектно-контекстных представлений OCR внутри алгоритма сегментации облака точек на примере архитектуры сети SalsaNext. Также было проведено тестирование полученной модели, продемонстрировавшее прирост среднего значения метрики Жаккара на 6,2% по сравнению с исходной архитектурой.

Список использованных источников:

1. Zhu, X., Zhou, H., Wang, T., Hong, F., Ma, Y., Li, W.,... Lin, D. (2020). Cylindrical and Asymmetrical 3D Convolution Networks for LiDAR Segmentation. arXiv preprint arXiv:2011.10033.

2. Tang, H., Liu, Z., Zhao, S., Lin, Y., Lin, J., Wang, H., Han, S. (2020, August). Searching efficient 3d architectures with sparse point-voxel convolution. In European Conference on Computer Vision (pp. 685-702). Springer, Cham.

3. Guo, Y., Wang, H., Hu, Q., Liu, H., Liu, L., Bennamoun, M. (2020). Deep learning for 3d point clouds: A survey. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence.

4. Yuan, Y., Chen, X., Wang, J. (2019). Object-contextual representations for semantic segmentation. arXiv preprint arXiv:1909.11065.

5. Cortinhal, T., Tzelepis, G., Aksoy, E. E. (2020). SalsaNext: Fast Semantic Segmentation of LiDAR Point Clouds for Autonomous Driving. arXiv preprint arXiv:2003.03653.

6. Behley, J., Garbade, M., Milioto, A., Quenzel, J., Behnke, S., Stachniss, C., Gall, J. (2019). SemanticKITTI: A dataset for semantic scene understanding of lidar sequences. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (pp. 9297-9307).

7. Cordts, M., Omran, M., Ramos, S., Rehfeld, T., Enzweiler, M., Benenson, R.,... Schiele, B. (2016). The cityscapes dataset for semantic urban scene understanding. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3213-3223).

8. He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).

Совершенствование модели расчета вероятности преодоления ПВО

Тютькин Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Николаев С.В.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск

В работе представлена методика расчета вероятности преодоления зоны ПВО противника группой самолетов [1]. В основу методики положена модель исследуемого процесса, реализованная в пакете прикладных про-грамм для решения задач технических вычислений MATLAB Simulink.

Главная цель работы заключалась в том, чтобы создать модель для расчета вероятности преодоления зоны или зон ПВО противника группой самолётов и исследования факторов, влияющих на искомую вероятность. Использование метода моделирования позволило получить новые данные об объекте исследования за счет варьирования влияющих фактором в широком диапазоне их значений.

Этап преодоления ПВО является одним из этапов выполнения авиационным комплексом всей целевой задачи [2]. Таким образом, корректно составленные модели позволяют оценить вероятность преодоления ПВО противника одним ЛА или их группой, для последующей оценки вероятности выполнения всей целевой задачи.

Основываясь на методике расчета вероятности преодоления авиационным комплексом ПВО на этапе испытаний [1] и собранных исходных данных [3-7], в среде MATLAB Simulink были разработаны следующие модели:

- Вычисление времени пребывания в зоне обстрела ЗРК.
- Расчет интенсивности пусков в зависимости от количества каналов наведения.
- Модель для расчёта вероятности преодоления ПВО противника каж-дым самолётом или группой.

Но разработанные ранее математические модели не учитывают применение некоторых современных технологий, по противодействию ПВО противника, поэтому возникает потребность в её модернизации, путём добавления новых различных факторов [8-10], влияющих на вероятность преодоления ПВО АК.

Выполнен анализ и сбор новых потребных данных для разработки мо-дели:

- Эффективная площадь рассеивания АК;
- Коэффициент массы средств боевой живучести ЛА;
- Максимальная допустимая перегрузка АК.

Собрав все необходимые исходные данные, в среде MATLAB Simulink была разработана новая усовершенствованная модель.

В процессе моделирования, путём изменения исходных параметров проведено исследование их влияния на искомую вероятность в комплексе уже с полученными результатами исследования. По полученным данным построены графики зависимостей вероятности с учётом дополнительных факторов: заметность АК, масса средств боевой живучести, маневренность АК.

Анализ полученных результатов в процессе моделирования позволяет следующие выводы:

- Уменьшение заметности АК, существенно влияет на дальность его обнаружения системой РЛС;
- Увеличение средств боевой живучести в разы повышает способность АК выполнять поставленную боевую задачу в условиях огневого противодействия противника;
- Применение противозенитных маневров позволяет уменьшить вероятность сбития АК.

Новая усовершенствованная модель учитывает использование современных технологий применяемых в АК, что позволяет моделировать широкий спектр задач по оценке авиационного комплекса при преодолении ПВО противника, а варьирование исходных данных и учёт таких характеристик как заметность,маневренность, масса средств повышения боевой живучести, позволяют получить новые данные об объекте исследования.

Список использованных источников:

1.Николаев С.В. // Методика расчета вероятности преодоления авиационным комплексом ПВО на этапе испытаний, Журнал «Авиакосмическое приборостроение» 2019.— №5. С. 26-33.

2. Кузнецов А.Д., Макаренко В.Н Харченко В.К., Николаев С.В. // Боевые авиационные комплексы и их эффективность, Учебник - ВУНЦ ВВС "ВВА", 2018 г. – 297.

3. Сергей Линник «Развитие и роль ЗРК в системе ПВО. Часть 2-я» // topwar.ru: [сайт]. [2015] URL: https://topwar.ru/73928-razvitie-i-rol-zrk-v-sisteme-pvo-chast-2-ya.html (дата обращения 18.02.2020)

4. Андрей Шикалёв. «Переносной зенитный ракетный комплекс Grom ("Гром")»// rbase.new-factoria.ru: [сайт]. [2019] URL:http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grom/grom (да-та обращения 19.02.2020).

5. Сергей Линник, Александр Дедов. «Переносной зенитный ракетный комплекс «Стингер» // https://topwar.ru: [сайт]. [2013] URL: https://topwar.ru/30247-perenosnoy-zenitnyy-raketnyy-kompleks-stinger.html#ya.ru (дата обращения 19.02.2020).

6. Василин Н.Я., Гуринович А.Л. "Зенитные ракетные комплексы".-Мн.: ООО "Попури", 2002- 464с.

7. Дударёнок Е. П., Камейко И. В. // Тактика войсковой противовоздушной обороны подразделений, вооруженных ПЗРК «Игла», Учебное пособие - Минск: БГУ, 2010. – 192 с.

8. Воробьев Дмитрий Юрьевич. «ПАК ФА. Анализ ЭПР российского истребителя пятого поколения» // https://vpk.name/: [сайт] 2010 URL: https://vpk.name/news/36041 (дата обращения 02.02.2010)

9. Кириакиди С.К. Сатин В.А. // Надежность летательных аппаратов, учебное пособие - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2009. 107 с.

10. И.С. Зегжда, С. Г. Бурлуцкий, А. М. Павлов // РАСЧЕТ ЛЕТНЫХ И МАНЕВРЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК САМОЛЕТА, Методические указания — Редакционно-издательский центр ГУАП, 2015. 34 с.

Программная реализация и исследование эффективности структуры данных B-дерево

Федоров А.С.

Научный руководитель — Дроботов В.Б.

МАИ, Москва

Цель работы заключается в реализации и последующем исследовании структуры данных B-дерево.

«B-деревья представляют собой сбалансированные деревья поиска, созданные специально для эффективной работы с дисковой памятью (и другими типами

вторичной памяти с непосредственным доступом).»

Узлы B-дерева могут иметь несколько детей, так что степень ветвления может быть очень большой (обычно она определяется характеристиками используемых дисков). Так как эта структура является сбалансированным деревом поиска, его высота растет пропорционально O(log n).

Свойства узла B-дерева:

• Ключи узла хранятся в неубывающем порядке.

• Количество ключей в узле не меньше t-1 и не больше 2*t-1. Если узел является корнем, количество ключей может быть меньше t-1. Число t называется степенью B-дерева.

• Узел содержит n+1 потомков, где n - количество ключей в узле.

• Потомки узла подчиняются следующему порядку:

1. Первый потомок имеет ключ в интервале (-∞, K_1).

2. Начиная со второго и до n-го потомка ключи располагаются в интервале (K_(i-1), K_i), где i пробегает всех потомков узла от второго и до предпоследнего.

3. Ключ последнего потомка находится в интервале (K_n, +∞).

Изучив структуру свойства узлов B-дерева, могу изучить основные операции над ним.

Поиск

Поиск в B-дереве схож с поиском в бинарном деревне поиска. Однако выбор осуществляется из множества путей, а не из двух. Он работает за O(log⌈ n)⌉ . Если принять сложность поиска потомка за константу, операция обладает сложностью O(h), где h - высота дерева.

Добавление

Новые элементы можно добавлять только в листья. При вставке, находим нужный лист и добавляем его, сохраняя порядок. Если после вставки в нем оказывается 2*t-1 элементов, то разбиваем узел по середине, и перемещаем средний элемент в предка, сохранив упорядоченность. Если же узел-предок после перемещения среднего узла стал иметь 2*t-1 элементов, то разбиение выполняется и для него. Так будет продолжаться пока предок не окажется не переполненным или же не окажется корнем. Сложность снова O(h).

Удаление

Для удаления из листа выполняется поиск нужного узла и проверяется количество элементов в нем. Если в листе больше t - 1 элементов, то происходит удаление элемента из узла.

Если у левого брата есть больше t - 1 элементов, то берем его самый правый элемент, поднимаем его вверх, с сохранением порядка, а элемент родителя, который является разделяющим для братьев спускаем в интересующий нас узел. Теперь у нас достаточно элементов для того, чтобы удалить элемент и сохранить t - 1 элементов в узле.

Если и у правого брата недостаточно элементов, то сливаем текущий узел с правым или левым братом, помещая между ними элемент-разделитель из предка. Получаем узел размером

2* t - 1 и затем удаляем нужный элемент. Если при спуске элемента-разделителя инвариант нарушен, то необходимо произвести рекурсивное заимствование элементов у братьев или слияние с одним из ни так, как будто удалили элемент разделитель. Сложность аналогично O(h).

Удаление не из листа выполняется поиском нужного для удаления элемента. Выполняется замена элемента для удаления на наибольший элемент из левого поддерева. Гарантируется что интересующий нас элемент окажется в листе. Сводим задачу к удалению из листа. Сложность аналогична вставке O(h).

Изучив основные операции над деревом, могу приступить к программной реализации.

Для хранения элементов в узле и последующим их удобным добавлением и удалением реализую класс для динамического массива TVector. Помимо обычного добавления и удаления, добавлю еще вставку и удаление по индексу и вставку в упорядоченный массив. Узел B-дерева реализован в виде структуры с вектором данных и вектором потомков. Для хранения пар ключ-значение реализую структуру Item. Все реализации операции над деревом и реализация узла вынесены в отдельное пространство имен для удобства работы. Добавление реализовано с преждевременным разбиением, то есть в дереве никогда нет узлов размера 2 * t - 1. Очевидно, что это не валяет на суть алгоритма.

Полный код можно увидеть по ссылке: https://github.com/protaxY/B-tree

Оценю производительность структуры.

Для сравнения использую std::map. Вставка, удаление и поиск будут сравниваться с методами insert, erase и find.

В ходе выполнения лабораторной работы я изучил структуру данных B-дерево.

Узнал сложностную оценку операций над ним и реализовал его в виде программы на языке C++. Для понимания тонкостей реализации B-дерева использовал онлайн визуализатор. В ходе отладки изучил инструменты

Таким образом цель работы достигнута дальнейшее направление – доработка и ускорение работы получившегося B-дерева, изучение и реализация B+ дерева.Valgrind и Gprof.

Использования методов машинного обучения для предсказания суммы покупок клиента

Финогенов Н.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Сологуб Г.Б.
МАИ, Подольск

На текущий момент большая часть экономики базируется на различных видах информации и, в связи с этим различные виды электронной коммерции уверено вытесняют физическую модель торговли. Так по данным национального отчета о развитии электронной коммерции в России объем рынка электронной коммерции оценивался в 21-24.5 миллиарда долларов. Поэтому решение задачи прогнозирования суммы покупок клиентов является актуальной задачей. Её решение позволяет компаниям понимать потребности и финансовые возможности потенциальных покупателей. В частности, информация о средней суммы покупки позволяет корректировать цену товаров определенного типа, а также предоставлять различные дополнительные услуги, скидки, акции для конкретного клиента.

Цель данной работы заключается в разработке модели машинного обучения, которая по данным о клиентах интернет-магазина и по данным об их транзакциях позволит строить прогнозы о сумме покупок клиента. В качестве входных данных были использованы транзакции 22873 клиентов сайта ponpare.jp в период с 01.07.2011 по 23.06.2012, которые были структурированы следующим образом: Данные о пользователях, Данные о купонах, Журнал с просмотрами купонов, Журнал с покупками пользователей, Данные об областях действия купонов, Данные о местоположении областей. Исходные пять таблиц были пересобраны в единую посредством соединения по соответствующим хешам. В результате была получена таблица, содержащая данные о клиентах, такие как пол, возврат, дата регистрации, место проживания и данные о купонах, такие как размер скидки, тип товара, время действия и данные о транзакциях, такие как дата просмотра, дата покупки, сумма покупки. Сумма покупки является целевым признаком.

Полученные данные были соответствующим образом обработаны строковые, временные признаки, удалены пустующие значения. Для построения модели регрессии был выбран инструмент LightGMB и Multivariate regression. Этот выбор был оправдана тем, что LightGMB прост в использовании, и при этом дает сравнительно хорошую точность при быстром времени работы, а Multivariate regression позволяет быстро строить модели для проверок гипотез о входных данных. Для обучения все данные были разбиты на 2 части: обучающий-тестовый набор и валидационный набор.

В результате в данной работе был проведен анализ и предобработка данных о клиентах, купонах и транзакциях. Были исследованы различные подходы к решению задачи регрессии и построено решение задачи прогнозирования суммы покупок клиента. Для проверки полученных результатов использовались следующие метрики: RMSE(LGBM)=3947.887 и R2(LGBM)=0.334, RMSE(Multivariate regression)=4285.964 и R2(Multivariate regression)=0.216.

Предсказание спроса на товары, не имеющие истории продаж, с использованием методов машинного обучения на основании их текстовых описаний и данных о продажах конкурентов

Фомин А.К.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Виноградов В.И.
МАИ, Москва

В настоящее время в связи с активным развитием сферы интернет-продаж перед маркетплейсами особо остро встает задача оптимизации процесса закупки товаров. Эта задача актуальна, поскольку нерелевантно закупленный товар приносит убытки компании не только в виде затрат на его покупку, но также и в виде затрат на хранение товара на складе. Поскольку объемы продаж растут, человек уже не способен эффективно обрабатывать

подобные большие объемы информации. Помимо этого, привлечение человеческого труда в процесс предсказания спроса влечет за собой появление дополнительных рисков, связанных с человеческим фактором. Все вышеперечисленные основания стимулируют маркетплейсы прибегать к применению методов предсказания спроса, основанных на алгоритмах машинного обучения.

Цель данной работы заключается в предсказании спроса на новый товар, основываясь на признаках, извлеченных из его текстового описания с использованием методов машинного обучения. Исходными данными является датасет, предоставленный компанией «Ozon», содержащий в себе данные о продажах маркетплейса за последние пять лет. Данные состояли из пяти таблиц, включая журнал поставок товара на склад, журнал продаж товаров со склада, таблица с размещением товара внутри категориального дерева, а также таблица, содержащая текстовые описания товара. Было проведено слияние исходных таблиц с использованием метода соединения по уникальным идентификаторам товара. Для полученного датасета было рассчитано значение целевого признака – суммы продаж товара за первые семь дней после появления в маркетплейсе.

Была проведена предобработка полученных данных – данные были очищены от пустых значений, также был проведен энкодинг, т.е. кодирование, категориальных признаков. Из текстовых описаний товаров были удалены знаки пунктуации и числа. Также все слова были приведены к нижнему регистру.

Из данных о продажах товара были извлечены следующие признаки – средние продажи внутри категории месяц назад, два месяца назад, три месяца назад, отношение цены товара к средней цене в категории, количество конкурентов внутри категории. На данных признаках была обучена baseline-модель. Затем из текстовых описаний товаров с использованием библиотеки FastText были извлечены текстовые признаки. Признаки, извлеченные из описания товара, были также добавлены к baseline-модели. Исходные данные были разбиты на обучающую и тестовую выборку в соотношении 95/5. Валидация предсказаний модели была проведена с использованием кросс-валидации на этапе обучения, а также с использованием пост-валидации на отложенной выборке.

Результатом работы является обученная модель, способная предсказывать спрос на товары, не имеющие истории продаж, основываясь на мета-признаках, извлеченных из истории продаж товаров конкурентов, а также признаках, извлеченных из текстового описания.

Программная реализация алгоритма выбора оптимального решения в многокритериальных задачах в аэрокосмической отрасли

Фролова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Смерчинская С.О.
МАИ, Москва

Задачи многокритериального выбора – одни из самых распространенных типов задач при принятии решений. Мы можем их встретить во всех отраслях промышленности, включая различные стадии проектирования, создания и эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники. Большие инвестиции, авторитет отрасли и страны в целом, ответственность за жизни людей, везде цена ошибки будет очень высока и именно поэтому все это не должно подвергаться риску принятия ошибочных решений.

В статье [1] был предложен алгоритм решения задачи многокритериального выбора, где не требуется приводить шкалы критериев к однородным, и учитывается важность критериев. Этот алгоритм был взят за основу разработки программы в среде Visual Studio на языке C#, которая позволяет получить агрегированное отношение при условии балльного оценивания альтернатив по заданным критериям.

Опишем интерфейс программы.

Для начала лицу, принимающему решения (ЛПР), предлагается ввести количество и названия альтернатив (m), затем соответствующую информацию по критериям (n), далее он

выбирает нуждаются ли критерии в оценке. После чего на экране появляется матрица размерности m×(n+1(если критерии не нуждаются в оценке)/2(иначе)). Теперь ЛПР требуется ввести свои оценки по каждому критерию, выбрать максимизируется они или минимизируется, добавить коэффициенты важности критериев, если это необходимо (по умолчанию все они равны 1). После заполнения всех полей он нажимает на кнопку подтверждения, программа проверяет корректность введенных данных. Если все устраивает, то начинает работать алгоритм:

1. Составляется матрица предпочтений.

2. Вычисляется матрица суммарных предпочтений, учитывая коэффициенты важности критериев, на ее основе вычисляются матрица смежности и матрица весов соответствующего мажоритарного графа.

3. Вычисляются матрица сильной связности и матрица контуров.

4. Разрушаются противоречивые контуры мажоритарного графа, путем удаления всех дуг с наименьшим весом, которые входят хотя бы в один противоречивый контур.

5. Берётся транзитивное замыкание полученного отношения [2].

6. Происходит разбиение на уровни.

Итогом работы программы являются ранжированные по предпочтительности альтернативы, если таких вариантов несколько, то все они будут представлены, чтобы ЛПР принял более выгодное для себя решение.

В результате разработанное программное средство значительно упрощает выбор оптимального решения. Его основной особенностью является то, что алгоритмическая сложность не превышает O(n^3), которая возникает только при выполнении операции транзитивного замыкания, что позволяет обрабатывать большие объёмы данных. С помощью него была решена задача выбора оптимального проекта разработки ракеты боевого класса назначения З-В малой дальности полета.

Список использованных источников:

1. Смерчинская С.О., Яшина Н.П. Агрегирование предпочтений с учетом важности критериев // Труды МАИ. – 2015, № 84.

2. Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М.: Мир, 1980, с. 476.

Обучение нейросетевой модели генерации текста с помощью сопряженных уравнений

Хоменко Р.Д.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.

МАИ, Москва

На текущий момент рекуррентные нейронные сети активно используются при нейросетевом моделировании различных задач. Использование управляемых рекуррентных блоков (GRU) и сетей с долгой краткосрочной памятью (LSTM) приводит к повышению точности модели. Главным недостатком данных методов является значительное увеличение времени обучения нейронных сетей. В работе рассматривается метод обучения рекуррентных нейронных сетей с помощью решения системы сопряженных уравнений. Решение данной системы позволяет получить градиент функции ошибки без использования обратного распространения ошибки. Метод позволяет значительно улучшить точность и увеличить скорость обучения классической рекуррентной сети, что избавляет от необходимости использования GRU блоков и LSTM сетей. Для демонстрации эффективности метода выбрана нейросетевая модель генерации текста.

В работе изучена возможность применения данного метода для решения прикладных задач на примере задачи генерации текста с использованием рекуррентной нейронной сети. Была рассмотрена исходная модель с GRU блоками, а также три модифицированных модели: LSTM сеть, классическая рекуррентная нейронная сеть и классическая нейронная сеть с алгоритмом обучения, основанном на решении системы сопряженных уравнений. Все

модели были реализованы с помощью фреймворка Pytorch и обучены на нескольких наборах данных. Было проведено сравнения числа итераций и значений функции ошибки, а также времени обучения. Метод обучения нейронной сети на основе решения системы сопряженных уравнений позволял обучить RNN до сопоставимой с LSTM сетью точности за число итераций, необходимое для обучения модели с GRU. При этом время обучения сети оказалось сопоставимо с обучением классической RNN сети.

Рассматриваемый в работе метод обучения рекуррентных нейронных сетей может быть применен как для улучшения точности модели, так и для ускорения обучения модели, что является весьма актуальным при работе с большими объемами данных.

Список использованных источников:

1. Ricky T. Q. Chen. Neural Ordinary Differntial Equations. 32nd Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2018), Montréal, Canada.

2. Hanshu Y. On Robustness of Neural Ordinary Differntial Equations. International Conference on Learning Representations 2020.

Кусочная оценка качества машинного перевода

Чабдаров Р.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Судаков В.А.

МАИ, Москва

Существует различные методы оценки качества машинного перевода; также регулярно предлагаются новые способы. Все методы так или иначе основываются на оценке качества перевода некоторым экспертом, независимо от их направленности - автоматические или с привлечением экспертов. Среди этих методов есть те, которые дают интегральное значение, и те, которые дают векторную оценку по нескольким критериям. Для последних чаще всего используются критерии “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и ” (насколько естественно звучит переведённый текст) и “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и adequacy” (насколько естественно звучит переведённый текст) и ” (насколько данный вариант перевода соответствует оригинальному тексту по смысловой нагрузке). Известные методы предлагают “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и поверхностную” оценку качества, не предоставляют информации о том, какая часть перевода выполнена хорошо или плохо. Данная работа представляет новый метод оценки качества перевода. Он заключается в том, что перевод делится на несколько частей и каждая отдельная часть оценивается по шкале “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и хороший перевод”, “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и есть незначительные ошибки”, “fluency” (насколько естественно звучит переведённый текст) и есть серьёзные ошибки”. В качестве частей перевода предлагается взять: грамматическую основу с подлежащим, сказуемым, члены предложения (конкретно дополнение и обстоятельство), именованные сущности (названия городов, имена собственные), фразеологизмы, устойчивые выражения, аббревиатуры, специфические для какой-то области термины. Также предлагается брать интегральную оценку качества перевода всего текста по той же шкале. Для получения оценки предлагается использовать человеческую оценку при помощи асессоров, имеющих знание исходного и целевого языков перевода. Для такой оценки дополнительно появляется требование согласованности большинства оценок асессоров с оценками экспертов – людей, чьи оценки считаются достоверными. Использование данного метода позволяет получить более точную оценку качества перевода, а также выяснить, какой из фрагментов предложения вносит наибольший вклад в интегральную оценку качества, используя различные методы машинного обучения, например, различные регрессионные модели. Такие модели в обученном виде также можно в дальнейшем применять для получения интегральной оценки из векторной, что упрощает сравнение качества вариантов перевода.

Расчёт оптимального количества и распределение различных типов средств наземного обслуживания по местам стоянок воздушных судов

Четвериков В.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Булакина М.Б.
МАИ, Москва

Современный аэропорт – это сложный инфраструктурный объект. Качественное обслуживание и пунктуальность – это важнейшие критерии в работе каждого аэропорта. Обслуживание воздушных судов должно должно быть максимально эффективным. Воздушные суда (далее – ВС) обслуживаются при помощи специального оборудования - средств наземного обслуживания (далее – СНО). СНО бывают различных видов: стремянки нескольких типов (в зависимости от количества ступеней и высоты ВС), конусы безопасности, упорные колодки и буксировочные водила.

В аэропортах возникает проблема своевременного обеспечения рейсов по расписанию оптимальным количеством СНО. Для быстрого обслуживания все СНО должны находиться или непосредственно на месте стоянки ВС, или на ближайшей к нему площадке хранения СНО. Площадки должны быть организованы таким образом, чтобы от них можно было максимально оперативно доставить СНО непосредственно на места стоянок (далее – МС), для этого МС разбиваются на блоки.

Для решения этой проблемы была разработана модель обслуживания ВС и создан программный модуль расчета. Предлагается всю совокупность МС разбивать на блоки и на каждый блок МС рассчитывать оптимальное количество комплектов СНО, исходя из расписания рейсов, технологических графиков обслуживания (ТГО) и заданного промежутка времени.

Рассмотрим более подробно схему работы. Авиакомпании отправляют запросы в аэропорт с указанием типа ВС и планируемого времени прибытия/вылета. На основании поступивших данных аэропорт формирует расписание рейсов, с указанием времени, МС, вида ВС, типа ТГО. Модуль расчёта представляет собой программный интерфейс в виде десктопного приложения. Пользователю предоставляется возможность загрузить карту с МС, справочник ТГО, расписание рейсов, справочники типов ВС, и видов СНО, а также задать количество МС в блоке и промежуток времени, для которого будет производиться расчёт. После того как входные данные подготовлены и загружены, начинается расчет: по карте считываются координаты МС и согласно заданному количеству МС в блоке с условием масимальной близости координат МС формируются блоки стоянок. Затем для каждого блока МС определяются соответствующие строки расписания на заданный промежуток времени, в соответствии с этими строками формируется представление о загрузке МС внутри каждого блока. Далее к каждой строке расписания связанной с конкретным МС, привязывается график ТГО. График ТГО представляет собой интервал времени в котором описываются все операции производимые с ВС, начиная от прибытия на МС и заканчивая убытием. Также для каждой операции в рамках ТГО указывается временной промежуток и используемый тип СНО. По графикам ТГО и типу ВС из связанной строки расписания выявляются задействованные типы СНО и их необходимое количество для обслуживания целого блока в заданный промежуток времени. Эта операция производится для каждого блока, на выходе получается потребное количество СНО на блок. После чего вычисляется совокупное количество комплектов СНО необходимое на обеспечение аэропорта в заданный промежуток времени. При варьировании количества МС в блоке появляется возможность оптимально разместить средства наземного обслуживания по местам стоянок, что и является целью расчётов. В результате формируется отчёт с указанием требуемого количества СНО и анализом эффективности той или иной модели расстановки СНО. Более эффективной признаётся та модель, при которой требуется меньшее количество СНО на заданный промежуток времени (на основании загруженного расписания).

Модуль реализован в Visual Studio 2017 Community Edition, на языке программирования C#. В перспективе предполагается подключение базы данных PostgreSQL, или SQLite. Апробация работы планируется в ООО "ШЕРЕМЕТЬЕВО ХЭНДЛИНГ".

Посредством работы программного модуля предполагается решить проблему оптимального размещения средств наземного обслуживания по местам стоянок воздушных судов.

Список использованных источников:

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. — М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — с. 20-25

2. Черноруцкий И. Г. Методы оптимизации. Компьютерные технологии. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 384 с.

Анализ местной прочности эксплуатируемых силовых конструкций агрегатов стартовых комплексов при действии газодинамической нагрузки

Ярославцева М.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шаповалов Р.В.

МАИ, Москва

Процесс анализа прочности агрегатов стартового комплекса осложнён не только учётом нагружений разной физической природы, но и крупно-габаритностью изделий. В таком случае применение конечных элементов малых размеров для учёта усталостных трещин при моделировании характеризуется длительным временем расчёта. А использование элементов большой размерности приводит к появлению ошибок, вследствие погрешности вычислений. Погрешность вычислений должна находится в допустиых пределах для газоотражателей и стартовых систем, так как допустимые напряжения возникающие при эксплуатации близки к пределу текучести материала детали.

Для оценки прочности и долговечности агрегатов стартового комплекса необходимо применение метода субмоделирования. Метод заключается в двухуровневом анализе конструкции: сначала анализ НДС производится для упрощённой модели всего изделия, а затем усилия или перемещения передаются на укрупнённую модель отдельного ответственного узла для последующей оценки местной прочности.

Ранее проведенные исследования как отечественными, так и зарубежными исследователями, не рассматривают анализа конструкций с эксплуатационными дефектами при приложении к локальной модели части газодинамической нагрузки.

Объектом исследования является модель стартовой системы под воздействием газодинамического нагружения. Предметом исследования является определение НДС в зоне с усталостным дефектом материала детали в виде трещины.

Целью работы является разработка расчётной модели эксплуатирующейся стартовой системы для последующего анализа НДС. В разработанной модели учитываются малые конструктивные элементы и усталостные трещины деталей. К модели прикладывается газодинамическая нагрузка от двигательной установки ракеты-носителя.

В рамках данной работы для достижения поставленной цели решался целый ряд задач: разработка глобальной модели агрегата стартового комплекса, проведение приближённого расчёта газодинамического нагружения, выделение из состава глобальной модели интересующего участка конструкции, создание локальной модели выделенного участка (субмоделирование), проведение анализа НДС субмодели, оценка роста усталостной трещины при повторном нагружении конструкции.

Для доказательства достоверности полученных результатов сравнивалась погрешность сетки, между моделями разного уровня. Также сравнивались диаграммы напряженно-деформированного состояния моделей.

Секция №7.3 Теоретическая механика и дифференциальные уравнения

О возможности приведения космического аппарата с солнечным парусом в Лагранжеву точку либрации системы Земля-Луна

Антипов И.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Родников А.В.
МАИ, Москва

Изучается влияние солнечной радиации на движение легкого космического аппарата (КА), оснащенного управляемым солнечным парусом в окрестности лагранжевой точки либрации системы Земля-Луна. Исследуется возможность неограниченного приближения КА к точке либрации силой светового давления. Описание динамики КА основывается на уравнениях движения Ограниченной круговой задачи трех тел (ОКЗТ) [1], линеаризованных в окрестности треугольной точки либрации. Для описания влияния солнечной радиации используется стандартная, восходящая к П.Н.Лебедеву и Ф.А.Цандеру, модель воздействия потоков фотонов на идеальную отражающую плоскость (см., например, [2]). При этом считается, что солнечный парус может быть ориентирован под любым углом к направлению солнечного света. При анализе движения идейно используется Обобщенная ОКЗТ В.В.Белецкого [3]. Оказывается, что выбором закона управления ориентацией солнечного паруса КА может быть приведен в точку либрации, в отличие от неуправляемой ситуации, примером которой может служить современное представление об облаках Кордылевского [4], движущихся на достаточно большом расстоянии от точки либрации. В работе используются характеристики солнечных парусов миссий IKAROS и LightSail2. Данная работа проводилась с использованием компьютерной системы Maple.

Список использованных источников:

1. Маркеев А.П. «Точки либрации в небесной механике и космодинамике», Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит. 1978
2. Поляхова Е.Н. «Космический полёт с солнечным парусом», Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010, 2018
3. Белецкий В.В. «Обобщенная ограниченная круговая задача трех тел как модель динамики двойных астероидов», 2007
4. Judit Slíz-Balogh, András Barta, Gábor Horváth «Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth–Moon Lagrange point L5 – Part II. Imaging polarimetric observation: new evidence for the existence of Kordylewski dust cloud», 2018

О сходимости линейных положительных операторов

Безруков Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Яшина М.В.
МАИ, долгопрудный

Одним из основных направлений в современной конструктивной теории функций является эффективное построение линейных агрегатов, приближающих функции из заданного класса.

К числу простейших агрегатов такого типа относятся многочлены С.Н. Бернштейна и Э. Ландау, частные суммы ряда Фурье и др. Характерной чертой их конструкций является то, что они переводят неотрицательные функции в неотрицательные функции, т.е. являются положительными линейными операторами.

Оператор L(f;x) называется линейным, если область существования его вместе с функциями f(t) и φ(t) содержит функцию af(t)+bφ(t) и если имеет место равенство

$L(af+b\varphi;x)=aL(f;x)+bL(\varphi;x)$,

где a и b- любые действительные числа.

Линейный оператор L(f;x) называется положительным на множестве E, если неравенство L(f; x)≥0,x∈ E, справедливо для каждой положительной функции f(t).

Цель работы состоит в изучении условий равномерной сходимости последовательности линейных положительных операторов L_n (f;x) к функции f(x), если f(x) – любая непрерывная на отрезке [a;b] функция, установленных П.П. Коровкиным и в применении полученных им результатов к решению задач, приведенных в монографии П.П. Коровкина «Линейные операторы и теория приближений».

В 1953 году П.П. Коровкин ([3], стр. 21) заметил, что для линейных положительных операторов можно значительно упростить условия классической теоремы Банаха-Штейнгауза в пространстве функций непрерывных на конечном отрезке, достаточно потребовать только сходимость на трех простых функциях.

Теорема (П.П. Коровкин). Если для последовательности линейных и положительных операторов L_n (f;x) выполнены три условия:

L_n (1;x)=1+α_n (x),

L_n (t;x)=x+β_n (x),

L_n (t^2;x)=x^2+γ_n (x),

где α_n (x),〖 β〗_n (x),〖 γ〗_n (x) равномерно стремятся к нулю на отрезке a≤x≤b, то последовательность L_n (f;x) равномерно на этом отрезке сходится к функции f(x), если f(t) ограничена, непрерывна на отрезке [a;b], непрерывна справа в точке b и слева в точке a.

Рассматривая проблему сходимости линейных положительных операторов, П.П. Коровкин ([3], стр. 53) доказал, что в условии теоремы функции 1,x,〖 x〗^2 заменить двумя или даже тремя линейно независимыми функциями нельзя. Если теорема будет верна при замене в ее условии функций 1,x,〖 x〗^2 непрерывными на отрезке [a;b] функциями f_0 (x),f_1 (x),〖 f〗_2 (x), то эти функции должны обладать тем свойством, что всякий полином

F(x)=a_0 f_0 (x)+a_1 f_1 (x)+a_2 f_2 (x),

коэффициенты которого a_0,a_1,a_2 не все равны нулю, должен иметь на этом отрезке не более двух нулей. Другими словами, система функций f_0 (x),f_1 (x),〖 f〗_2 (x) должна быть системой Чебышева второго порядка.

Эта фундаментальная теорема послужила отправным пунктом для многих исследований. Важные результаты в этом направлении были получены, в частности, В.А. Баскаковым ([1]).

В заключение отметим, что работы П.П. Коровкина, в которых доказаны теоремы об условиях сходимости последовательности линейных положительных операторов в пространстве непрерывных функций, явились фундаментальным вкладом в теорию функций, вызвали широкий резонанс и послужили отправным пунктом для многочисленных исследований его учеников и многих последователей. Эти исследования активно продолжаются и сейчас.

Список использованных источников:

1. Баскаков, В.А. О некоторых условиях сходимости линейных положительных операторов / Баскаков В.А. – Успехи мат. наук. 1961. Т. 16, № 1. С. 131–134.

2. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. – М.: Наука, 1976.

3. Коровкин, П.П. Линейные операторы и теория приближений / П.П. Коровкин. – М.: Физматлит, 1959.

Аналитическое и численное исследование устойчивости и бифуркации центральных конфигураций в плоской круговой ограниченной задаче четырех тел

Волков Е.В.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва

Рассматривается ограниченная задача четырех тел. Предполагается, что тело малой массы движется под действием гравитационного притяжения трех массивных тел, которые взаимодействуют по ньютоновскому закону всемирного тяготения, движутся по круговым орбитам, образуя неизменную конфигурацию – равносторонний треугольник, длины сторон которого постоянны. Параметрами задачи являются отношения масс двух притягивающих тел к массе всей системы. Рассматриваются только такие значения параметров, которые удовлетворяют условию устойчивости Рауса, гарантирующему устойчивость данной конфигурации, так называемой лагранжевой постоянной конфигурацией.

Известно, что при выполнении условия Рауса, может существовать восемь различных положений относительного равновесия четвертого тела во вращающейся вместе с треугольной конфигурацией притягивающих тел [1]. Этим положениям равновесия отвечают центральные конфигурации из четырех тел, при которых они образуют четырехугольник неизменной формы и размеров. В данной работе аналитически и численно проведено исследование вопроса об устойчивости и выполнен анализ характера бифуркаций центральных конфигураций. Для различных частных случаев работа рассматривалась ранее [2-7].

Числено были получены области возможных положений относительного равновесия малого тела. Показано, что бифуркация возможных положений равновесия имеет место только в предельных случаях, когда масса одного из притягивающих тел обращается в ноль. В этих предельных случаях центральные конфигурации вырождаются в треугольные (лагранжевы) или коллинеарные (эйлеровы) точки либрации. При помощи метода малого параметра аналитически было показано, что в результате бифуркации четыре из восьми центральных конфигураций переходят в одну из треугольных точек либрации.

На основе анализа устойчивости в линейном приближении было показано, что пять из восьми центральных конфигураций всегда неустойчивы, три другие могут быть как неустойчивыми, так и устойчивыми в линейном приближении. Для получения строгих выводов об устойчивости по Ляпунову на основе методов КАМ – Теории и метода нормальных форм был выполнен нелинейный анализ внутри областей устойчивости в линейном приближении. Было показано, что при отсутствии резонансов до четвертого порядка включительно для большинства значений параметров в областях устойчивости в линейном приближении имеет место так же и устойчивость по Ляпунову. Неустойчивость возникает при резонансе третьего порядка, поскольку нормальная форма функции Гамильтониана уравнений возмущенного движения содержит ненулевые члены третьей степени.

Список использованных источников:

1. D. A. Budzko, Linear Stability Analysis of Equilibrium Solutions of Restricted Planar Four – Body Problem. Computer algebra systems in teaching and research, vol. 1, 2009.
2. V. A. Brumberg, Permanent configurations in the problem of four bodies and their stability. Soviet Astronomy 1, 1957. p. 57–79.
3. E. A. Grebenikov, L. Gadomski, A. N. Prokopenya, Studying the stability of equilibrium solutions in a planar circular restricted four-body problem. Nonlinear Oscillations, vol. 10, №1, 2007. p. 66–82.
4. B. S. Bardin, E. V. Volkov, Stability Study of a Relative Equilibrium in the Planar Circular Restricted Four-Body Problem. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 927, 2020.
5. B. S. Bardin, P. A. Esipov, Investigation of Lyapunov stability of a central configuration in the restricted four-body problem. AIP Conference Proceedings, 2018.

6. Д. А. Будько, Исследование устойчивости равновесных решений ограниченной задачи четырех тел. Вестник Национальной Академии Наук Белоруссии, №4, 2011. с. 55-59.
7. Д. А. Будько, А. Н. Прокопеня, Символьно – численный анализ равновесных решений в ограниченной задаче четырех тел. Программирование, т.36, №2, 2010. с. 13-20.

О приближенном решении задачи Ламе для слабоанизотропного сплошного цилиндра

Вшивкова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Зайцев А.В.
ПНИПУ, Пермь

Целью исследования является построение приближенного аналитического решения задачи Ламе на примере конкретной задачи об осадке трансверсально изотропного сплошного, ограниченного по высоте цилиндра, на торцевой поверхности которого задано равномерное давление.

Известно, что анизотропия материала усложняет получение аналитического решения задачи о деформировании упругого твердого тела. При этом в производственных процессах довольно часто применяются материалы, обладающие именно трансверсальной изотропией свойств. Примером могут служить графитовые либо композитные уплотнители. Несмотря на то, что первые решения частных случаев задачи о равновесии трансверсально изотропных цилиндров, находящихся под действием осесимметричной нагрузки, появились еще в работе [1], в полном объеме задача не решена до настоящего времени.

В работе [2] был предложен метод нахождения приближенного решения задачи Ламе для толстостенного цилиндра из материала с кубической симметрией упругих свойств, находящегося под действием внутреннего и внешнего давлений, в виде ряда. В данной работе предложенный метод модифицирован для трансверсальной изотропии свойств.

Поставленная задача решалась в несколько этапов:

1) Решение оптимизационной задачи для определения параметров фиктивного изотропного тела (параметров Ламе) и параметра анизотропии материала. Было показано, что выбор параметров неоднозначен и зависит от выбора критерия близости изотропного и анизотропного состояний. В качестве такого критерия может быть выбрана норма разности тензоров модулей упругости реального или фиктивного изотропного тела, норма разности тензоров податливости, комбинация этих критериев (например, аддитивная свертка).

2) Нахождение решения в виде разложения в ряд по параметру анизотропии с точностью до первого члена. При этом в ряд раскладываются упругие модули, компоненты вектора перемещений, компоненты тензора малых деформаций и тензора напряжений Коши. Нулевое (изотропное) приближение находится с использование исходных ГУ и изотропного закона Гука, первое анизотропное – с однородными ГУ и с модифицированным (с учетом нулевого приближения) законом Гука. Геометрические соотношения и уравнения равновесия в напряжениях одинаковы для обоих приближений.

3) Оценка точности полученного решения. Было определено, при каких ограничениях на упругие модули реального материала решение будет найдено с требуемой точностью.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Минобрнауки РФ FSNM–2020–0027 на выполнение фундаментальных научных исследований на 2020 г. и плановый период 2021 и 2022 гг.

Список использованных источников:

1. Saint-Venant B. Mémoire sur les divers genres d'homogénéité semi-polaire ou cylindrique et sur les homogénéités polaires ou sphéri-coniques et sphériques // Journal de Mathématiques Pures et Appliquées. – 1865. – Vol. 10. – P. 297–349.

2. Соловей В.Д. Задача Ламе для слабоанизотропного тела с кубической симметрией упругих свойств // ПМТФ. – 2010. – Т. 51, № 6. – С. 146–152.

Компьютерная визуализация регулярных прецессий динамически симметричного спутника на круговой орбите

Георгиев Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чекина Е.А.
МАИ, Москва

Рассматривается спутник, центр масс которого движется по круговой орбите в центральном гравитационном поле. Предполагается, что спутник представляет собой динамически симметричное твердое тело, то есть его главные центральные оси инерции связаны соотношением A=B≠C. Визуализируются три стационарных вращения (цилиндрическая, гиперболоидальная и коническая прецессии) спутника на круговой орбите в абсолютном пространстве. Визуализация выполняется в среде разработки “Unity” с помощью физического движка PhysX. Для получения параметров движения следуя [1] были введены орбитальная и жестко связанная со спутником системы координат. Ориентация связанной системы координат относительно орбитальной задавалась при помощи углов Эйлера. Получены стационарные решения системы, которые соответствуют положениям равновесия оси симметрии спутника в орбитальной системе координат. В нашем случае круговой орбиты спутник находится в состоянии стационарного вращения вокруг оси симметрии. При моделировании каждого случая регулярной прецессии учитываются значения, которые являются решениями для каждой прецессии по отдельности. При цилиндрической прецессии в абсолютном пространстве ось симметрии описывает цилиндрическую поверхность с радиусом орбиты. При гиперболоидальной описывается поверхность однополостного гиперболоида вращения. При конической, ось симметрии описывает круговой конус с углом полураствора. Компьютерная визуализация позволяет детально просматривать движение спутника, путем поворота камеры, сближения(отдаления) масштаба и др. Расчеты для данной работы проводились с использованием математического пакета Maple.

Разработка пакета программ для визуализации частных периодических движений в плоской задаче трех тел на языке Python

Калик М.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАДИ, Подольск

Задача трех тел - классическая задача небесной механики. К сожалению, получение общего решения задачи в явной аналитической форме не представляется возможным. Известны только некоторые частные решения, которые могут быть описаны в явном виде, такие как: решения Лагранжа, Эйлера, а также множество частных решений были найдены путем численного интегрирования [1].

Современные технологии обеспечивают возможность создания графического интерфейса пользователя, а также возможность визуализации результатов интегрирования, сделанных при помощи библиотеки SciPy. Построение орбит задачи трех тел в удобном для пользователя виде, а также визуализация динамики системы поможет в поиске новых и анализе известных периодических движений.

Целью работы является разработка пакета программ, который обеспечит визуализацию частных периодических движений в задаче трех тел.

В настоящий момент пакет программ содержит в себе следующие модули: общее решение задачи трех тел, частное решение Лагранжа, частное решение Эйлера

В качестве языка разработки был выбран Python 3.8 [2] с набором графических и математических библиотек, таких как: Matplotlib, SciPy, NumPy. Для разработки графического интерфейса пользователя выбрана библиотека tkinter, которая входит в состав установочного файла интерпретатора языка Python по-умолчанию.

На данный момент приложение находится в стадии тестирования. В будущем планируется разработка и внедрение новых модулей, демонстрирующих другие частные

движения в плоской задаче трех тел. А также изменение системы хранения расчетных данных и пересмотр системы взаимодействия пользователя с графическим интерфейсом пакета программ.

Список использованных источников:

1. Алексеев В.М. Лекции по небесной механике. Ижевск: РХД, 2001.
2. Лутц М. Изучаем Python. – М.: Символ-Плюс, 2010.

Исследование динамики одного частного случая задачи Ситникова

Кириенко А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Косенко И.И.
МАИ, Москва

Данная работа посвящена изучению задачи Ситникова в одном ее частном случае. Система состоит из трех тел: двух главных с равной массой, двигающихся по эллиптической кеплеровской орбите вокруг центра масс системы, и цилиндра с малой массой в их гравитационном поле.

В данной работе построена динамическая модель системы трех тел с целью визуализации при помощи программного обеспечения OpenModelica, которая позволяет моделировать, симулировать, оптимизировать и анализировать сложные динамические модели. Использовалась методика объектно-ориентированного моделирования - быстрорастущая область разработки динамических моделей, которая обеспечивает структурированный, основанный на использовании дифференциальных и алгебраических уравнений. Язык объектно-ориентированного моделирования Modelica сегодня является одним из наиболее многообещающих языков моделирования и симуляции. Он эффективно унифицирует и обобщает концепции языков моделирования и парадигму объектно-ориентированного подхода в задачах проектирования.

Исследованы положения равновесия для заданных типов движения. Рассмотрены колебания пассивно гравитирующего цилиндра при помощи метода фазовой плоскости, построены фазовые портреты колебаний цилиндра.

Список использованных источников:

1. Алексеев В. М. Лекции по небесной механике. Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 1999. 158 с.
2. Ситников К. А. Существование осциллирующих движений в задаче трех тел. ДАН. 1960.
3. Калас В. О., Красильников П. С., Исследование устойчивости равновесия в задаче Ситникова в нелинейной постановке, Нелинейная динам., 2015, том 11, номер 1, с.117–126
4. Маркеев, А. П., Точки либрации в небесной механике и космодинамике, 1978

О стабилизации лагранжевой точки либрации вращающегося астероида управляемым солнечным парусом

Логинов В.О.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Родников А.В.
МАИ, Москва

Рассматривается задача движения легкого космического аппарата (КА), оснащенного солнечным парусом, в окрестности вращающегося астероида, чей гравитационный потенциал может быть аппроксимирован потенциалом двух однородных шаров. Изучается возможность удерживания КА в окрестности относительного положения равновесия, являющегося аналогом лагранжевой точки либрации Ограниченной круговой задачи трех тел (ОКЗТТ) [1], в случае, когда это положение равновесия неустойчиво. Уравнения движения выписываются в рамках Обобщенной ОКЗТТ в формулировке В.В.Белецкого [2] с использованием классической модели воздействия солнечной радиации на идеальную отражающую поверхность [3]. Используя процедуру обезразмеривания и перемасштабирования, уравнения движения записываются в форме, содержащей

минимально возможное число параметров. На примере астероидов (243)Ida и (4769)Castalia оцениваются величины параметров, определяющих движение, в том числе и параметра, связывающего динамические характеристики каждого из этих астероидов с геометрическими характеристиками солнечного паруса. Предлагается алгоритм управления ориентацией солнечного паруса по отношению к направлению солнечной радиации, позволяющий удерживать КА в некоторой окрестности точки либрации достаточно продолжительное время.

Список использованных источников:

1. Маркеев А.П. «Точки либрации в небесной механике и космодинамике», Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит. 1978

2. Белецкий В.В. «Обобщенная ограниченная круговая задача трех тел как модель динамики двойных астероидов», 2007

3. Поляхова Е.Н. «Космический полёт с солнечным парусом», Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010, 2018

Исследование движения плоского звеньевого механизма в среде разработки Unity 3D

Мазилин А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чекина Е.А.

МАИ, Москва

Моделирование механического движения обычно начинается с математического моделирования, то есть с составления уравнений движения. Однако, всегда существует вероятность ошибки и, поэтому, вызывает интерес возможность предварительной оценки характера исследуемого движения. Указанную оценку можно провести с помощью визуализации с использованием физического движка.

В работе тестируется возможность такой оценки с использованием физического движка PhysX, встроенного в интеграционную среду разработки игр Unity. Наибольшим достоинством моделирования на Unity 3D является исполнение сложных конструкций в пространстве [1]. Им можно задать любые форму, размер, вес и другие физические параметры. Для тестирования сравнивается движение, смоделированное физическим движком, с результатами математического моделирования в пакете Maple.

Предметом исследования является плоский звеньевой механизм с одной степенью свободы. Движение происходит лишь под действием сил тяжести, то есть для данной системы действует закон сохранения полной механической энергии. При математическом моделировании в Maple в качестве решения было получено периодическое движение [2], при этом в Unity происходит заметная диссипация энергии. Связанно это с тем, что физический движок Unity недостаточно точно рассчитывает движение механизма, особенно в местах шарнирных соединений. Со временем движение угасает: появляется расхождение в расчетах.

При сравнении моделей анализируются частота и амплитуда движения. При построении графиков заметно, что модели ведут себя одинаково только в первый период времени. В дальнейшем амплитуда и частота движения, смоделированного в Unity, сокращаются по сравнению с соответствующими характеристиками движения, смоделированного математически.

Таким образом, предварительная оценка характера движения с использованием физического движка PhysX, встроенного в Unity, вполне удовлетворительна, но для более точного расчета пока не пригодна. С каждым обновлением среда разработки улучшается. Например, с последним обновление в Unity появилась возможность выбрать более точный тип решателя, благодаря которому удалось добиться схожести движения в целом периоде времени.

Список использованных источников:

1. Хокинг Д. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. 2-е межд. изд. — СПб.: Питер, 2019. — 352 с.

2. Маркеев А.П. Теоретическая механика: учебник для вузов по направл. "Математика», "Механика" / А. П. Маркеев. — 4-е изд.,исправл. — М.;Ижевск: РХД, 2007. — 591 с

Моделирование движения тела с подвижной внутренней массой по наклонной плоскости при наличии анизотропного сухого трения

Макаров К.Д.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАИ, Москва

Рассматривается движение твердого тела, несущего подвижную материальную точку. Предполагается, что тело находится на наклонной плоскости, а точка движется относительно него в вертикальной плоскости по окружности, центр которой совпадает с центром масс тела, угловая скорость кругового движения постоянна. Сила трения между телом и наклонной плоскостью описывается моделью сухого анизотропного трения.

Ранее движение указанной механической системы исследовалось в [1-4], где было произведено исследование всех возможных режимов движения корпуса по горизонтальной плоскости в предположении, что на тело действует как сила сухого кулонова трения [1-3], так и сила вязкого трения [4].

Целью данной работы является создание алгоритма численного моделирования движения тела, несущего внутреннюю подвижную массу, по наклонной плоскости при наличии сухого анизотропного трения. Разработанный алгоритм позволяет моделировать движение корпуса в зависимости от различных условий окружающей среды – например, угла наклона плоскости и коэффициентов трения при движении назад и вперёд – и параметров самого корпуса – скорости и радиуса вращения подвижной точки, её массы, а также массы корпуса и его скорости в начальный момент времени. Согласно данному алгоритму, временной интервал, на котором происходит движение, разбивается на малые отрезки, и в каждый момент времени происходят вычисления скорости и положения корпуса относительно точки старта. Отдельно оценивается момент смены направления движения, что в конечном итоге позволяет минимизировать погрешность вычислений.

На основе данного алгоритма на языке Python реализован программный комплекс, применяемый для построения графиков движения корпуса в зависимости от различных входных параметров. В среде Microsoft.NET на языке C# разработано ПО, которое обладает удобным пользовательским интерфейсом и позволяет наглядно визуализировать движение корпуса при условиях движения, задаваемых пользователем.

Список использованных источников:

1. Bardin B.S., Panev A.S. On dynamics of a rigid body moving on a horizontal plane by means of motion of an internal particle – Vibroengineering PROCEDIA, 2016, Vol. 8. Pp. 135 – 141.
2. Бардин Б.С., Панёв А.С. О периодических движениях тела с подвижной внутренней массой по горизонтальной поверхности. – Труды МАИ, 2015, Выпуск № 84.
3. Bardin B.S., Panev A. S., On the Motion of a Body with a Moving Internal Mass on a Rough Horizontal Plane, Rus. J. Nonlin. Dyn., 2018, Vol. 14, no. 4, pp. 519-542.
4. Бардин Б.С., Панёв А.С. О поступательном прямолинейном движении твердого тела, несущего подвижную внутреннюю массу, Современная математика. Фундаментальные направления. 2019, Т. 65, № 4, С. 557–592.

Напряженное состояние “погранслой” композиционных цилиндрических оболочек в задачах электроупругости

Нгуен Хунг Ле
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Фирсанов В.В.
МАИ, Ханой, Вьетнам

Цилиндрическая оболочка является наиболее распространенной формой силовых несущих конструкций ракетно-космической и авиационной техники. Применение композиционных материалов в этих конструкциях позволило решить ряды задач о повышении удельной прочности, жесткости и снижении масс. В настоящем времени большой интерес в механике деформируемого тела является исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) композиционных оболочек, находящихся в физических

полях другой природы — электрических, магнитных, тепловых. Одним из важных направлений называется электроупругостью, основанной на пьезоэлектрический эффект. Поэтому в данной работе представлена уточненная теория композиционных цилиндрических оболочек с учетом пьезоэффекта с целю повышения достоверности результатов расчета НДС оболочки при сравнении с классической теорией типа Кирхгофа-Лява.

Многослойная композиционная цилиндрическая оболочка рассматривается как упругое твердое тело и все её переменные характеристики усредняются по её толщине. Математическая модель электроупругости оболочек построена с помощью трехмерных уравнениях теории упругости и законов электродинамики. В результате минимизации полной энергии, основанной на вариационном принципе Лагранжа получены система диффенциальных уравнений равновесии и соответствующие грничные условии. Сформированная краевая задача электроупругости решается методом разложения нагрузок, искомых перемещений и электрических потенциалов в тригонометрические ряды Фурье.

Представлены расчеты электромеханического состояния многослойных композиционных цилиндрических оболочек под действием механических и электрических нагрузок на лицевых поверхностях оболочки. Проведено сравнение результатов НДС оболочек по предлагаемой теории и классической теории. Установлено, что вблизи жестко закрепленного края имеют место дополнительные поперечные нормальные напряжения типа “погранслой”, необходимые учитывать при оценке прочности в анизотропных материалах, соединении в непрерывных конструкциях и конструкции с учетом пьезоэффекта.

Список использованных источников:

1. Alan Baker, Stuart Dutton, Donald Kelly. Composite materials for Aircraft structures. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc, 2004, 603 p.

2. Гришанина Т.В., Шклярчук Ф.Н. Динамика управляемых конструкций. – М.: Изд-во МАИ, 2007. — 326 с.

3. Амбарцумян С.А. Теория анизотропных пластин. М.: Наука, 1967 – 268с.

4. Carrera. Plates and Shells for Smart Structures. Classical and Advanced Theories for Modeling and Analysis. Wiley, 2011.

5. Партон В.З., Кудрявцев Б.А. Электромагнитоупругость пьезоэлектрических и электропроводных тел.- М.: Наука,1998. - 470 с.

6. Гринченко В.Т., Улитко А.Ф., Шульга Н.А. Электроупругость. – Киев: Наукова думка, 1989. – 280 с.

Метод функций Грина для гиперболических моделей переноса

Ненахов Е.В.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Карташов Э.М.

МАИ, Москва

Постановка краевой задачи нестационарной теплопроводности может быть представлена как математическая модель на основе уравнений параболического и гиперболического типа. Модели на основе уравнений параболического типа и подходы к их решению хорошо изучены, и рассмотрены в достаточно большом объеме научной литературы. Больше интереса представляет изучение и методы решения математических моделей нестационарной теплопроводности на основе уравнений гиперболического типа.

Уравнения нестационарной теплопроводности гиперболического типа учитывают параметр инерции - время релаксации, а также внутренний точечный источник теплоты, который описывается обобщенной функцией (линейный вид, экспоненциальный вид и т.п.). В краевых задачах с уравнением такого типа все краевые функции являются функциями общего вида и задача для решения становится очень громоздкой. Но, если ввести новую функцию, по заданным правилам, то тогда становится возможным записать искомое температурное поле с помощью определенной системы интегралов, через функцию Грина, которая находится простым способом.

Чтобы решить задачу методом Грина, нужно решить три основные проблемы:

1. Записать постановку краевой задачи для функции Грина, которая имеет две классические формы.

2. Записать температурную функцию через интегральное представление, которое выведено Карташовым Э.М. из аналитического решения основной задачи.

3. Найти функцию Грина для областей канонической формы (шар, пластина, цилиндр). Для этого решается спектральная задача на собственные функции и собственные значения. Если при этом удается найти собственные функции и собственные значения, то функцию Грина можно будет найти уже по известной формуле.

Таким образом, достаточно сложную задачу, можно решить аналитически с помощью метода функций Грина, выписав температурное поле через интегральное представление с функцией Грина.

Список использованных источников:

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высш. шк., 1967. 600 с.
2. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высш. шк., 2001. 550с.
3. Лыков А.В. Применение методов термодинамики необратимых процессов к исследованию тепло- и массообмена. Инжен.-физич. ж-л., 1965. Т.9. №3. С.287-304.
4. Карташов Э.М. Математические модели теплопроводности с двух-фазным запаздыванием М.: Инжен.-физич. ж-л, 2016. Т. 89. №2. С. 1-11.
5. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Аналитические методы теории теплопроводности и её приложений. М.: URSS. 2017. С. 1080.
6. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Аналитическая теория теплопроводности и прикладной термоупругости. М.: URSS. 2012. С. 656.
7. Карташов Э.М. Метод интегральных преобразований в аналитической теории теплопроводности твердых тел. М.: Известия РАН. Энергетика. 1993. №2. С. 99-127.
8. Карташов Э.М. Расчеты температурных полей в твердых телах на основе улучшенной сходимости рядов Фурье-Ханкеля. М.: Известия РАН. Энергетика. 1993. №3. С. 106-125.
9. Карташов Э.М. Аналитические решения гиперболических моделей теплопроводности. М.: Инжен.-физич. ж-л. 2014. №5. С. 1072-1087.
10. Формалев В.Ф. Теплопроводность анизотропных тел. Аналитические решения гиперболических моделей теплопроводности. М.: Физматлит. 2014. С. 310.
11. Формалев В.Ф., Колесник С.А. О тепловых солитонах при волновом теплопереносе в ограниченных областях. М.: ТВТ. 2019. Т.57. №4. С. 543.

Алгоритм решения задач об излучении аксионоподобных частиц

Рыбаков В.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Денисова И.П.

МАИ, Москва

Большой интерес в теоретической физике связан с обнаружением аксионоподобных частиц. Их поиск в настоящее время проводится как на ускорителях, так и в астрофизических условиях. Однако, при решении соответствующих уравнений математической физики возникают некоторые проблемы.

В работе предложен алгоритм решения задач, когда электромагнитный источник для аксионов задан во всём пространстве. Пусть в некоторой точке пространства находится точечная частица с электрическим зарядом. Допустим, что через поле этой частицы распространяется плоская электромагнитная волна с круговой поляризацией. Для плоской электромагнитной волны скалярное произведение напряжённости электрического и магнитного полей равно нулю. Поэтому излучать аксионные волны плоская электромагнитная волна способна только при наличии стационарных электромагнитных полей. Для описания поля аксиона используется аксиальный скаляр, который, при

преобразовании координаты времени, преобразуется по закону, учитывающему знак якобиана преобразования. Поэтому при преобразованиях координаты времени с положительным якобианом аксиальный скаляр преобразуется аналогично преобразованию скаляра, а при преобразованиях координаты времени с отрицательным якобианом, преобразование аксиального скаляра отличается знаком от преобразования скаляра. Это его свойство преобразования позволяет использовать аксиальный скаляр для описания физических полей и частиц.

Построено частное несингулярное решение неоднородного уравнения. Показано, что его можно принять за общее решение неоднородного уравнения. Проведено исследование этого решения. Построена диаграмма направленности излучения аксионоподобных частиц и найдены её экстремумы.

Разработка пакета программ для моделирования частных периодических движений в плоской задаче трех тел на языке Python

Савельев В.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Бардин Б.С.
МАДИ, Москва

В данной работе дается описание пакета программ реализующего численное моделирование движения в классической задаче небесной механики – задаче трёх тел [1]. Реализация программного обеспечения была выполнена на языке Python [2], библиотеки которого предоставляют широкие возможности для выполнения численного интегрирования уравнений движений широкого класса механических систем. В данной работе использовались такие библиотеки: scipy [3], numpy. Они реализуют алгоритмы численного интегрирования методом матриц Якоби. Численное интегрирование проводилось как в абсолютных, так и в относительных координатах.

Комплекс программ предоставляет возможность для графического построения орбит, полученных в результате численного моделирования. Для этого использовалась библиотека matplotlib. Проверка корректности численного моделирования проводилась на основании проверки сохранения значений первых интегралов уравнения движения, вычисленных на моделируемом решении.

В настоящий момент пакет программ содержит в себе следующие подпрограммы:

- Общее решение задачи трех тел
- Частное решение Лагранжа
- Частное прямолинейное решение тремя разными способами

На данный момент приложение находится в стадии тестирования. Тестирование проводится на известных частных решениях задачи трех тел, решении Эйлера и Лагранжа. В результате тестирования были построены орбиты, полностью соответствующие указанным частным решениям. В будущем планируется разработка и внедрение новых модулей, демонстрирующих другие частные движения в плоской задаче трех тел и более сложных хореографических движений.

Список использованных источников:

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. 2 изд. М.: Наука, 1968. 800 с.

2. Python.org URL: https://www.python.org/doc/ (дата обращения: 19.11.2020).

3. Scipy.org URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.integrate.odeint.html#scipy.integrate.odeint (дата обращения: 19.11.2020).

Применение интегрированной среды Unity для моделирования динамики механической системы с двумя степенями свободы

Савельева В.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чекина Е.А.
МАИ, Москва

В современном мире имеется большое количество прикладных программных пакетов, позволяющих проводить моделирование задач теоретической механики. В среде разработки Unity данный процесс осуществляется не на основе построенной математической модели, а в режиме реального времени при помощи движка PhysX, выполняющего физические расчеты. Целью работы является моделирование в интегрированной среде Unity динамики механической системы с двумя степенями свободы, находящейся в однородном поле сил тяготения, а также верификация данной модели с помощью математической, построенной с использованием программного пакета Maple. Система состоит из следующих объектов: куба, совершающего поступательное движение под действием приложенной к нему силы, и осциллятора, который прикреплен к одной из сторон куба при помощи легкого стержня.

В ходе работы были написаны программы на языке C#, которые производят расчет значений следующих величин: координаты перемещения куба и угла отклонения математического маятника в процессе движения системы. На основе полученных данных были построены графики зависимости вычисленных координат от времени, а также осуществлен сравнительный анализ с математической моделью, сконструированной при помощи программного пакета Maple. Было выявлено, что на данный момент в Unity можно моделировать движение только в первом приближении.

Список использованных источников:

1. Маркеев А. П. Теоретическая механика: Учебник для университетов. 3-е изд. — М.; Ижевск: РХД, 2007. — 592 с.
2. Мэннинг Д., Батфилд-Эддисон П. Unity для разработчика. Мобильные мультиплатформенные игры. — СПб.: Питер, 2018. — 304 с.
3. Хокинг Д. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. 2-е межд. изд. — СПб.: Питер, 2019. — 352 с.

Нелинейный анализ устойчивости резонансных периодических движений динамически симметричного спутника вблизи гиперболоидальной прецессии

Ситникова О.Р.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Холостова О.В.
МАИ, Москва

Рассматривается движение динамически симметричного спутника (твердого тела) относительно центра масс в центральном ньютоновском гравитационном поле на слабоэллиптической орбите. Исследуется движения спутника вблизи его стационарного вращения (гиперболоидальной прецессии) на круговой орбите. В некоторой точке плоскости параметров задачи (в случае круговой орбиты) имеет место тройной комбинационный резонанс третьего и четвертого порядков. Для случая слабоэллиптической орбиты рассматривалась малая окрестность пространства параметров вблизи указанной резонансной точки.

Ранее [1,2] методом Пуанкаре в изучаемой области изменения параметров было найдено периодическое движение спутника, рождающегося из гиперболоидальной прецессии на круговой орбите. Проведено исследование движения спутника в малой окрестности данного движения для нескольких вариантов резонансных расстроек по частотам малых линейных колебаний. Решен вопрос о существовании, числе и устойчивости (в линейном приближении) резонансных 10pi-периодических по истинной аномалии движений оси симметрии спутника, являющихся аналитическими по малому параметру (эксцентриситету орбиты). Дана геометрическая интерпретация данных решений.

В данной работе вопрос об устойчивости найденных периодических движений решается в строгой нелинейной постановке. Рассматривается случай, когда имеется резонансная расстройка m1 только по одной из частот. При этом существует от 1 до 7 периодических движений, в диапазоне $m1 \leq 0.261237$. В приближенной автономной системе им отвечают положения равновесия, для которых $\sin \Psi j = 0$ (j = 1, 2). а $\cos \Psi j = \delta j = + - 1$ (Ψj – угловые переменные приближенной системы), а также решения для которых $\sin \Psi j \neq 0$ (j = 1, 2). Из них устойчивыми в приближенной системе являются

1) равновесия, для которых $\delta 1 = 1$, $\delta 2 = 1$, а параметр m1 меняется в диапазоне $m1 \in [-5.448447...0.261237]$;

2) два семейства равновесий в случае $\delta 1 = 1$, $\delta 2 = -1$ при $m1 \in [-88.8...-2.63 \cdot 10^{(-7)}]$ и $m1 \in [-88.8...-51.660555]$;

3) равновесия, для которых $\sin \Psi j \neq 0$, существующие при $m1 \in [-51.660555...-5.448447]$.

Неустойчивые в линейном приближении периодические движения остаются неустойчивыми в полной нелинейной задаче. Для устойчивых в линейном приближении периодических движений проведена нормализация гамильтониана возмущенного движения в слагаемых до четвертой степени включительно относительно возмущений. Далее использованы методы исследования устойчивости неавтономных гамильтоновых систем с двумя степенями свободы [3], проверены критерии устойчивости для большинства (в смысле меры Лебега) начальных условий и условия формальной устойчивости.

Получены следующие результаты.

1) При $\delta 1 = 1$, $\delta 2 = 1$ квадратичная форма с коэффициентами из формы четвертой степени нормализованного гамильтониана знакоопределенная. Таким образом, исследуемые резонансные периодические движения оси симметрии спутника устойчивы для большинства начальных условий и формально устойчивы.

2) При $\delta 1 = 1$, $\delta 2 = -1$ соответствующие периодические движения устойчивы для большинства начальных условий, но не являются формально устойчивыми, так как указанные квадратичные формы знакопеременные.

3) В случае $\sin \Psi j \neq 0$ (j = 1, 2) аналогичная квадратичная форма знакоопределенная, и имеет место устойчивость для большинства начальных условий и формальная устойчивость.

Результаты нелинейного анализа устойчивости представлены в виде графиков, отслеживающих изменение исследуемой по критерию величины от значений резонансной расстройки.

Список использованных источников:

1. Ситникова О.Р., Холостова О.В. Исследование резонансных периодических движений спутника относительно центра масс при наличии кратных резонансов. Сборник тезисов докладов «Авиация и космонавтика – 2019» Москва, 2019. с.207

2. Ситникова О.Р. О периодических движениях динамически симметричного спутника при наличии кратных резонансов третьего и четвёртого порядков. Сборник тезисов докладов «Гагаринские чтения – 2020» Москва, МАИ, 2020, с.918

3. Маркеев А.П. Точки либрации в небесной механике и космодинамике. М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит. 1978, 312 с.

Модель плоского нестационарного упругодиффузионного изгиба однородной ортотропной консоли Бернулли-Эйлера

Файкин Г.М.

Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.

МАИ, Москва

Исследование взаимодействия механических и диффузионных полей является важным элементом в различных областях науки и техники, из-за того, что более точное описание воздействия нагрузок различной физической природы на элементы и конструкции требует более глубокого понимая сути протекающих при этом процессов. Это, в первую очередь, важно при расчете корпусов авиадвигателей, фюзеляжей самолётов и ракет, для которых

динамические изменения, связанные с внутренним переносом вещества под действием механической нагрузки, могут привести к катастрофическим последствиям. Понимание законов, описывающих процесс диффузии, позволяет избежать нежелательных изменений в авиаконструкциях, происходящих под влиянием нестационарных нагрузок различного характера. Экспериментально доказано и теоретически обосновано, что внедрение диффундирующего вещества в твёрдое тело порождает в нём внутренние напряжения, а неоднородное поле напряжений, вызванное внешними причинами, способно влиять на диффузионную кинетику переноса вещества. Наибольший практический интерес вызывают задачи механодиффузии для балок, пластин и оболочек, которые являются основными элементами конструкций, используемых в технике. В работе рассматривается задача о нестационарных колебаниях консольно-закрепленного стержня с учетом диффузии. Решение ищется с помощью метода эквивалентных граничных условий, который заключается в том, что вместо исходной задачи рассматривается вспомогательная задача того же вида, но с граничными условиями, допускающими представление решений в виде рядов Фурье. Далее строятся соотношения, связывающие правые части граничных условий обеих задач. Эти соотношения записываются в виде интегральных уравнений Вольтера 1-го рода. Затем, полученная система уравнений решается численно с помощью квадратурных формул.

Градиентные методы детектирования контуров впереди движущегося объекта по бортовому видео автомобиля

Чайковский А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Яшина М.В.
МАИ, Москва

Беспилотные транспортные средства постоянно совершенствуются, а автопилот использующий машинное зрение постепенно стал одним из важнейших направлений исследований. Получение информации о внешней среде через камеру может не только помочь в вождении, но и также предоставляет полезную информацию для планирования пути и безопасности движения беспилотных автомобилей. В данной работе рассмотрена реализация алгоритма, определяющая границы впереди идущего транспортного средства и выделяющая его контур.

Детектирование транспортного средства является задачей поиска объектов на изображениях – одной из важнейших задач машинного зрения. В последнее время для решения данной задачи широкое распространение получили алгоритмы, основанные на применении региональных глубоких сверточных нейронных сетей или Regional Convolutional Neural Networks (R-CNN), которые принципиально ориентированы на решение задачи поиска объектов с одновременной их классификацией. В работе была использована модель Faster R-CNN, которая отличается от более быстрой по сравнению с R-CNN моделью Fast R-CNN наличием Region Proposal Network для генерации областей интереса. Определение границ транспортного средства проходит достаточно точно для поставленной задачи и открывает возможности для дальнейшего улучшения алгоритма путем отдельной обработки изображения внутри найденной обрамляющей рамки (как классическими методами, так и другими моделями нейросетей).

Для дальнейшей обработки были использованы классические алгоритмы обработки изображений: перевод изображения в градации серого, уменьшение шума фильтрами Гаусса и медианным, детектирование границ на изображении методом Кэнни и прямых линий с помощью преобразований Хафа.

В результате, применяя все указанную последовательность действий, можно найти определить положение автомобиля, его контуры и положения в пространстве.

При реализации проекта использовались:

• Датасет Boxy - содержит около 2 миллионов изображений в высоком разрешении в различных погодных условиях с более чем 20 миллионами размеченных автомобилей.

• OpenCV – библиотека, содержащая различные алгоритмы обработки изображений

• Фреймворк PyTorch — библиотека машинного обучения для языка Python с открытым исходным кодом, созданная на базе Torch.

Список использованных источников:

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений Издание 3-е, исправленное и дополненное Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с., ISBN 978-5-94836-331-8

2. Бугаев А.С., Буслаев А.П., Козлов В.В., Яшина М.В., Некоторые математические и информационные аспекты моделирования трафика // T-Comm Телекоммуникации и транспорт, 4, 2011, 29-31.

3. M. S. Moseva, M. V. Yashina and E. A. Nosov, Design Features of the On-Board Complex for Image Recognition Tasks in Driver Assistance Systems (DAS) // Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications., 2020, DOI: 10.1109/IEEECONF48371.2020.9078595

4. Distance Estimation of Monocular Based on Vehicle Pose Information // S H Qi et al 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1168 032040

Исследование устойчивости движения спутников тросовой тэтраэдальной формации

Чулков А.И.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Косенко И.И.

МАИ, Москва

Рассматриваются свободное и орбитальное движение четырёх спутников, формирующих тетраэдр. Спутники связанны тросами и обращаются вокруг Земли на близких орбитах. Исследуется устойчивость группы спутников при движении по круговой и эллиптической орбитам. Случай свободного движения так же рассматривался на устойчивость.

Задача по изучению возможности использования средств активного управления легковесными тросовыми элементами рассматривалась в работе [1]. Так, было показано [2] существование трехмерных равновесных конфигураций на круговой орбите, и для простейшего случая круговой орбиты было установлено [3], какие из связей, которые гарантируют правильность тетраэдра в орбитальном движении, могут быть реализованы тросовыми элементами, а какие – нет. В работе [4] был проведен полный анализ орбитального движения тетраэдра-гиростата.

В данной работе свободное движение формации рассматривается при помощи кинематических уравнений Ривальса. В этом случае считается, что система достаточно далека от какого-либо притягивающего центра. В случае движения по орбите учитывается действие гравитационного момента и используется система отсчета Кенига. Ориентация системы координат в таком случае определяется при помощи углов Эйлера ψ, θ и φ.

Были получены следующие результаты:

1) В случае свободного движения, для проверки гипотезы о сохранении твердотельности конфигурации был проведен численный эксперимент. Был получен следующий результат: твердотельность тетраэдальной конфигурации невозможна, так как одна из величин натяжений оказывается отрицательной.

2) В случае движения по круговой и эллиптической орбите, для проверки гипотезы о сохранении твердотельности конфигурации был проведен численный эксперимент. Для верификации правильности эксперимента была построена следующая модель с неопределенными множителями Лагранжа, где множители – величины натяжения тросов. Для этого случая есть критическая точка: при некотором критическом значении угловой скорости система становится неустойчивой (связующие тросы начинают сжиматься).

Результаты в случае движения по круговой и эллиптической орбите представлены в виде графиков, которые отслеживают изменение сжатия тросов с течением времени.

Список использованных источников:

1. Guerman A.D. Equilibria of multibody chain in orbit plane // J. Guidance, Control Dynamic. 2003. V. 26. № 6. P. 942–948.

2. Guerman A.D. Spatial equilibria of multibody chain in a circular orbit // Acta Astronaut. 2006. V. 58. № 1. P. 1–14.

3. Burov A.A., Guerman A.D., Sulikashvili R.S. Relative equilibria of a tetrahedral structure with rigid and tethered elements // Adv. Astronaut. Sci. 2008. V. 129. P. 1665–1674.

4. А. А. Буров, А. Д. Герман, Р. С. Суликашвили. Об орбитальном движении тетраэдра-гиростата. // ПММ. 2010. Т. 74. Вып. 4. с. 594-609.

Равновесие в условиях микрогравитации свободной поверхности жидкого топлива в тороидальных сосудах круглого и эллиптического сечения

Юй Чжаокай

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Темнов А.Н.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

В условиях космического полёта возникают проблемы по обеспечению надёжного питания двигателя топливом, связанные с необходимостью многоразового включения, как в условиях невесомости, так и условиях отрицательных и боковых перегрузок, а также случаях импульсного режима работы двигателей. Для решения подобных проблем необходимо предварительно знать положения равновесной свободной поверхности капиллярной жидкости. Исследование равновесия капиллярной жидкости в сосудах тороидальной формы актуально, так как в последние годы тороидальные баки, в связи с их преимуществами в компоновке, всё больше применяются в космических аппаратах.

При отсутствии значительных массовых гравитационных сил поведение жидкого топлива в баках начинают определять силы поверхностного натяжения, представляющие собой межмолекулярные силы на границе двух фаз. Применяя принцип стационарности потенциальной энергии, получены условия равновесия замкнутой системы «жидкость – газ – твердая стенка» в условиях микрогравитации [1]. Приведена система дифференциальных уравнений, определяющая форму равновесия жидкости в тороидальных баках, условие Дюпрэ-Юнга, условие соприкосновения свободной поверхности с твердой стенкой и условие сохранения объёма жидкости. Задача о нахождении формы равновесной поверхности сводится к построению решения системы дифференциальных уравнений при условиях Дюпре-Юнга и сохранения объёма жидкости. Случай полной невесомости приводит к известной в дифференциальной геометрии задаче об изучении поверхности постоянной средней кривизны.

На основе Метода Рунге-Кутта 4-го порядка в программе MATLAB получены формы равновесия капиллярной жидкости для различных практически важных ситуаций. По сравнению с численными и экспериментальными данными [2, 3] следует вывод, что в зависимости от относительного объёма заполнения свободная поверхность имеет три основные формы. Исследование форм равновесия жидкого топлива позволяет разработать рекомендации по проектированию заборных устройств топливных баков в ракетно-космической технике. Отметим также, что полученная равновесная поверхность является также невозмущённой границей области, занимаемой жидким топливом, и поэтому является необходимой информацией для дальнейшего исследования динамики космических аппаратов.

Список использованной литературы

1. Мышкис А. Д., Бабский В. Г., Жуков М. Ю., Копачевский Н. Д., Слобожанин Л. А., Тюпцов А. Д. Методы решения задачи гидромеханики для условий невесомости / Под ред. А. Д. Мышкиса. Киев, 1992. 592 с.

2. Будник А. М., Полевиков В. К. Осесимметричные формы равновесия жидкости в тороидальном сосуде при невесомости // Изв. АН СССР. Механика жидкости и газа. – 1986. – № 6. – С. 154 – 156.

3. Symons, E. Zero-gravity equilibrium configuration of liquid-vapor interface in toroidal tanks [R]. NASA TN D-6076, 1970.

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

Секция №8.1 Перспективные производственные технологии, технологии цифрового производства и аддитивные технологии

Методика теплового воздействия: дифференциально-термический анализ и изотермически дискретное сканирование алюминиевых сплавов 1163 и D16AM

Агафонова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Михеев В.А.
Самарский университет, Самара

Отличительные свойства алюминия, начиная со сравнительно низкой удельной массы и высокой коррозионностойкости, и заканчивая обеспечением единства и согласованности организационно-производственной среды предприятия на базе CALS-технологий дают большие перспективы их использования в авиа и ракетно-космической технике нового поколения. Кроме того исследуемые сплавы 1163 и D16AM помогают выполнить весь комплекс задач, связанный с обменом информацией по идентификации направленности свойств листового материала, соответствующей параметризации поверхности оболочек двойной кривизны, конструирования объемной обводообразующей оснастки и подготовки управляющих программ для обтяжных прессов.

В настоящее время уже проведен ряд экспериментальных исследований по поиску оптимального теплового воздействия комплексной методикой дифференциально-термического анализа и изотермически дискретного сканирования.

Подготовлены 2 партии образцов: 10 образцов сплав D16AM, толщина 2 мм и 10 образцов сплава 1163, толщина 1,8 мм. Размеры образцов составляли 250 мм х 20 мм. Используемое лабораторное оборудование: ДТА-500 схемы Трунина-Мешалкина, пинцет лабораторный.

Процедура сканирования одного образца. Каждый образец подвергался изотермической выдержки в ДТА-500 при температурах 25, 171, 343 и 514 °С, затем охлаждался на воздухе. Далее образец подвергался непрерывному обжигу на диапазоне 100-550°С, охлаждаясь в камере печи до 100 °С, затем изымался. Время выдержки образца составляло 30 мин.

По полученным данным построены диаграммы изменения скорости нагрева и охлаждения камеры печи, изменения дельта ЭДС нагрева и охлаждения, сечения их кривых, объёмные гистаграммы и поверхности сечений для сплавов 1163 и D16AM.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. По линии роста (по оси термо-ЭДС) показывают, как правило, плавление, а линии схождения, как правило, кристаллизацию, так кривая «514 °С» имеет ярко выраженную кристаллизацию в диапазоне 250-325 °С. Наибольшее количество энергии выделяется при 171 °С.

Момент кристаллизации также хорошо просматривается на сечении 125°С – Кристаллизация здесь со 171 до 343 °С, и, так как нет промежуточных температур, то можно предположить, что тенденции термических процессов подобны. На полученной в графике кривой можно определить оптимальные диапазоны для формования, прокатывания и других операций с материалом. При нагреве диапазон 25-171 °С – плавление, 171-514 °С – кристаллизация; при охлаждении: 514-343 °С – кристаллизация, 343-25 °С – отпуск и

охлаждение. Это справедливо при условии калибровки термопары и проверки её тест-веществами на предмет кристаллизации-плавления – рост или падение кривой по Термо-ЭДС.

На данный момент подготавливается вторая серия образцов из данных сплавов для проведения альтернативного исследования (анализ второй линии температурного воздействия). Вывод по первой серии образцов: рекомендуемый диапазон термической обработки для сплава 1163:- нагрев - 250-350 °С; - охлаждение на одном из этапов на диапазоне - 250-275 °С. Рекомендуемый диапазон термической обработки для сплава D16АМ: - нагрев - 250-325 °С; - охлаждение на одном из этапов на диапазоне –200-250°С.

От качества материалов, применяемых в отечественной авиационной технике, в большой мере зависит ее конкурентоспособность, поэтому развитие комплексного температурного анализа, способствующего повышению ряда качественных характеристик сплавов, считаю одной из самых актуальных задач в машиностроении на сегодняшний день.

Список использованных источников:

1. Дорошко, Г.П. Введение в температурный анализ свойств материала. [Текст] / Г.П. Дорошко. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строитроительный университет., 2007. – 396 с.

2. Климов В.Н, Козлов Д.М. Современные авиационные конструкционные сплавы / Издательство Самарского университета 2017: учеб. пособие / В.Н. Климов, Д.М. Козлов. – Самара: Изд-во Самарского университета с. 10.

Сравнения плазменного и детонационного методов напыления для восстановления детали жаростойким покрытием ПН 75 Ю23В

Анисимова В.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.

КНИТУ–КАИ, Казань

Потери небольшой доли массы машины вследствие износа локальных поверхностей приводит к потере работоспособности всего изделия. К износу деталь приводят следующие факторы: трение, усталость наружных слоёв металла, нагрузки, превышающие расчётные и приводящие к нарушению жёсткости или смещению деталей относительно друг друга в сопряжении. Внешними признаками износа являются ухудшение качества поверхности, изменение геометрических размеров и формы изделия. На рабочих поверхностях возникают риски и микроскопические трещины, нагар. Даже при безупречной эксплуатации машин и вовремя проведенном техническом обслуживании износ увеличивается, а изменение его величины зависит от срока эксплуатации оборудования.

Применение детонационного и плазменного методов позволяет повысить срок службы деталей от 1,5 до 20 раз. Было проведено исследование качества нанесения покрытия ПН 75 Ю23В (ВКНА) на образцах типа «Болт» детонационным и плазменным методами напыления. Исследование проводилось на поперечном микрошлифе, вырезанном из средней части образца. Проведено металлографическое исследование структуры покрытия в оптическом микроскопе Эпиквант при увеличениях х100, х150.

При толщине нанесенного покрытия 0,281…0,320 мм. плазменным методом на установке ТСЗП-HF-P-1000 с равномерным распределением по толщине в пределах 0,216…0,266 мм. покрытия ВКНА. На образце наблюдается частичное отслоение покрытия от основы, а также трещины в покрытии, при том само покрытие без расслоений и рыхлоты. При стандартной оценки пористости покрытия ВКНА составило 2%. Как таковых дефектов не видно, однако, имеется недостаточное сцепление покрытия с основой.

При толщине покрытия 0,229…0,253 мм, полученной детонационным методом на установке CCDS2000, наблюдается равномерное покрытие ВКНА, покрытие без отслоений, расслоений, рыхлоты и трещин. Сцепление покрытия ВКНА с основным материалом удовлетворительное. По стандартной оценке по эталонным образцам пористости покрытия ВКНА составило 0,5%.

Проведя сравнительный анализ можно сделать выводы, что равномерность покрытия достигается обоими методами, тем не менее, по качеству полученного покрытия на вращательные образцы маленького диаметра рекомендуется напылять детонационным методом.

Эколого-техническое обоснование создания малоотходного производства обработки металлов резанием на авиастроительном предприятии

Баранов И.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кудрявцева Н.С.
МАИ, Москва

Авиационная отрасль в современном мире в значительной степени оказывает негативное влияние на окружающую природную среду, а одними из основных источников загрязнений ОС в данной отрасли являются авиастроительные предприятия. Для сохранения здоровья и благополучия нынешних и будущих поколений населения предприятиям необходимо функционировать, придерживаясь принципов малоотходных и безотходных технологий.

Безотходные технологии, подразумевающие применение на практике таких методов производства, которые обеспечивают воздействие на окружающую среду, не нарушающее ее нормального функционирования, являются наиболее рациональным и комплексным использованием энергии и сырья [1]. Производственные процессы при этом проходят по замкнутому циклу.

Малоотходное производство – это такие производственные технологии, при которых негативное воздействие на ОС не превышает предельно-допустимых показателей, установленных санитарными нормами. Малоотходное производство является промежуточной ступенью при создании безотходных технологий. При следовании предприятия по пути малоотходного производства часть сырьевых ресурсов преобразуется в отходы и направляется на захоронение, либо длительное хранение по техническим, экономическим, организационным или другим причинам [1].

В тексте работы указаны основные принципы, требования и концепции создания малоотходного производства по обработке металлов резанием на авиастроительном предприятии. Чтобы оценить эффективность использования потребляемых ресурсов разработан показатель безотходности. Данный показатель включает в себя оценку соответствия законодательным требованиям в области экологии, полноту использования ресурсов, а также степень безотходности производства.

В данной работе рассматривается оборотная система водоснабжения, которая, в свою очередь, играет весомую роль при создании малоотходного производства [2]. Такой метод позволяет сокращать экономические затраты на очистку стоков металлообработки из-за отсутствия более строгих требований по очистке воды, предъявляемых при сбросе в городскую канализацию.

Цех по обработке металлов резанием на авиастроительном предприятии, рассматриваемый в тексте работы, использует системы очистки и регенерации отработанных СОЖ, а также очистки отходящих газов и сточных вод, которые образуются в результате деятельности данного цеха. Такие методы позволяют предприятию соответствовать основным принципам, концепциям и требованиям малоотходного производства.

Список использованных источников:

1. Морозов Г.И., Кудрявцева Н.С., Вострикова С.М. Проблемы теории безопасности технологических процессов в аэрокосмических системах. – М.: Изд-во МАИ, 2013. 212 с.

2. Кудрявцева Н.С., Вострикова С.М. Теоретические основы организации безопасного гальванического производства не предприятиях авиационной промышленности // Организатор производства. 2010. № 3 (46). С. 25-29.

К вопросу точности мобильных КИМ

Березин Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Прокофьев М.А.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Мобильные КИМ представляют собой перспективное направление для развития контроля на крупном производстве сложных изделий. Его внедрение помогает решать большой спектр проблем, существующих на большом количестве производств. Однако, его внедрение влечет за собой большое количество «подводных камней», требующих серьезной детальной проработки.

Одним из наиболее важных вопросов определения рабочих параметров мобильных КИМ является их конкретная применяемость в различных условиях. Для определения данной применяемости был проведен ряд опытов. Основным изучаемым вопросом данных экспериментов была оценка влияния внешних и внутренних факторов на точность оборудования.

1 Эксперимент по определению точности мобильной КИМ FARO Prime в производственных условиях.

Измерительное устройство – рука FARO Prime.

Перед проведением опытов было отобрано несколько гипотез, подлежащих проверке:

• Требуется ли выполнять длительную операцию калибровки перед каждым измерением?

• Требуется ли выполнять длительный прогрев оборудования перед выполнением измерений?

• Как реагирует оборудование на негативные факторы, встречающиеся в процессе измерений (изначально такой идеи не было, желание пришло в процессе измерений при появлении негативного фактора – движущегося крана)?

В качестве объекта измерения было выбрано настроечное кольцо для нутромеров диаметром 112 мм. Действительное значение диаметра равняется 111,997 мм, значение овальности 0,002 мм.

По предварительным результатам измерительных сессий, можно сделать несколько выводов:

• Неоткалиброванное оборудование, несмотря на заверения поставщиков оборудования, не может давать объективных результатов. Калибровка оборудования является обязательной перед проведением всех измерений независимо от времени простоя;

• Результаты измерений, выполненных на непрогретом оборудовании после калибровки мало отличаются от выполненных по всем правилам. В критических случаях этим обязательным условием можно пренебречь;

• При измерениях с критическим воздействием внешних факторов, точность оборудования падает практически на порядок. При этом нет возможности отследить упавшую точность измерений с помощью учета ошибки формы – она хаотична и не отражает объективных результатов измерений.

2 Эксперимент по определению точности мобильной КИМ FARO Vantage
в производственных условиях

Измерительное устройство – лазерный трекер FARO Vantage.

Перед проведением опытов было отобрано несколько гипотез, подлежащих проверке:

• Требуется ли выполнять длительный прогрев оборудования перед выполнением измерений?

• Влияет ли на точность проведения измерений регулярное возвращение «щупа» в позицию «home»?

• Как влияет использование оснастки на точность выполняемых измерений?

В качестве объекта измерения было выбрано настроечное кольцо для нутромеров диаметром 112 мм. Действительное значение диаметра равняется 111,997 мм, значение овальности 0,002 мм.

По результатам проведенных измерений, можно выделить несколько предварительных выводов:

• Точностные показатели измерений не имеют видимой зависимости от размеров и геометрии вспомогательной оснастки;

• Точностные показатели измерений не зависят от времени прогрева трекера;

• Отклонения, вызванные физической удаленностью щупа от места измерения при использовании оснастки в виде штифтов, присоединенных магнитом к рабочему щупу, не влияют на точность измерений;

• Согласно советам производителя, частое помещение щупа в позицию «home» на лазерном трекере значительно улучшает точность и воспроизводимость измерений. На данном примере видно, что использование этой функции не дает ощутимой разницы для непродолжительных измерений;

• Точностные показатели даже самого высокоточного щупа из комплекта (по заявлениям производителя), далеки от точностных показателей руки.

Таким образом, сопоставляя результаты экспериментов, можно сделать следующие выводы:

1. Результаты измерений КИМ типа рука оказываются значительно точнее результатов, полученных при использовании лазерного трекера.
2. Точность измерений руки можно значительно повысить, применяя регулярную калибровку и следя за условиями проведения измерений. Точность лазерного трекера ввиду своей меньшей величины, остается практически постоянной.
3. Т.к. исследования проводились в «полевых» условиях – непосредственно в производственных помещениях – результаты могут значительно отличаться от использования оборудования в лабораторных условиях.

Топологическая оптимизация крыла самолёта

Блохин Г.М., Самодина К.М.
МАИ, Москва

Развитие компьютерного инжиниринга и аддитивных технологий позволило реализовать принципиально новый подход к проектированию и созданию «best-in-class» оптимизированных конструкций – бионическому дизайну – (Simulation & Optimization) – Driven Bionic Design. При проектировании промышленных изделий, начиная от медицинских протезов и заканчивая автомобилями и самолетами, материал распределяется таким образом, чтобы максимизировать производительность и минимизировать затраты. Исторически человеческая интуиция и проницательность определяли эволюцию механического дизайна, которому в последнее время помогали компьютерные подходы к проектированию. Топологическая оптимизация, обеспечивает неограниченную свободу проектирования и показывает большие перспективы в отношении экономии веса, без потери запаса прочности всей конструкции или отдельно взятых элементов.

В представленной работе рассматривается дизайн внутренней несущей конструкции крыла самолета, напоминающий костные структуры птичьего клюва. Основываясь на законе Вольфа, который гласит, что кости животных приспосабливаются к прикладываемым нагрузкам, и на конструктивные схожести: обе конструкции имеют закрытые внешние оболочки (для аэродинамических целей) и должны быть жесткими против продольного изгиба и приложенного поверхностного давления, можно прийти к выводу: что топологическая оптимизация крыла летательного аппарата приведет к аналогичному виду, что и в птичьем клюве, внутренних армирующих конструкций.

На основе сделанного выше вывода была построена и рассчитана на различные нагрузки с помощью компьютерных программ модель крыла самолета, что в свою очередь является топологической оптимизацией, так как основывается на уже существующей структуре крыла. Оптимизированная модель, как и планировалось, без потери механических характеристик обладает меньшей массой по сравнению с применяемыми в настоящее время конструкциями крыльев, что в свою очередь приводит к снижению расхода топлива, а как следствие этого, к меньшему загрязнению окружающей среды и удешевлению авиаперелетов.

Прикладные вопросы проектирования участка аддитивного производства на предприятии

Брыкин В.А., Добрянский В.Н.
Научный руководитель — к.т.н. Рипецкий А.В.
МАИ, Москва

В современном динамичном мире компании находятся в постоянной конкуренции, причем сегодня это конкуренция не только самой конечной продукции и компонентов к ней, но и систем послепродажного обслуживания, в ходе которого компании в долгосрочном периоде зарабатывают гораздо больше, чем от первичной реализации продукции. Корпорации сталкиваются с жесткими требованиями рынка: время обратной связи на запрос клиента должно быть минимальным, гарантия выполнения сроков поставок, актуальная ценовая политика. Цепочка поставок запасных частей играет важную роль в обеспечении качественного послепродажного обслуживания, так как наличие запасных частей и/или их оперативная поставка обеспечивает возможность своевременного сервисного обслуживания, что повышает коэффициент бесперебойной работы промышленных предприятий.

Данная работа посвящена исследованию потенциальной области применения технологий аддитивного производства (АП) – производству компонентов и запасных частей. На примере прикладных задач реальной конвейерной линии Нижнеломовского завода и актуальных запросов производства была проанализирована экономическая эффективность различных установок быстрого прототипирования, работающих по технологии выборочного лазерного спекания полимерных порошковых материалов (SLS). В работе предлагается алгоритм определения экономического эффекта каждого конкретного запуска SLS-установки в зависимости от запроса производственной линии завода в конкретный момент времени.

По результатам работы сформулированы рекомендации по экспресс-анализу экономического эффекта от внедрения установок АП в цепочку производства запасных частей и компонентов.

Анализ современных методов и средств контроля при испытаниях ГТД

Бушуев В.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Хопин П.Н.
МАИ, Москва

При испытаниях воздушно-реактивных двигателей измеряется большое количество величин, имеющих различную физическую природу. Это параметры потоков, расходы жидкостей и газов, усилия и крутящие моменты, деформации и напряжения в элементах конструкции, составы продуктов сгорания, вибрации, частоты вращения и т.д. В данной работе произведен анализ современных средств контроля при испытаниях ГТД..

Рассматриваются различные средства измерений и требования, предъявляемые к ним, которые имеют различное значение при выборе средств для конкретных измерений в зависимости от задач и условий эксперимента. Так, при исследовании рабочих процессов на моделях в лабораторных условиях основным может быть требование высокой точности получаемых результатов. При испытаниях двигателей в термобарокамерах наряду с достаточной точностью необходимо обеспечить и высокую надежность средств измерений, а при летных испытаниях существенной становится роль габаритных размеров, массы измерительного оборудования.

Произведен анализ современных методов средств контроля при испытании ГТД, в число которых входят средства для измерения и контроля тяги двигателя, средства для контроля температуры, такие, как термопары, термометры сопротивления и пирометры, средства для измерения и контроля давления в двигателе, средства для измерения расходов топлива и воздуха, измерители частот вращения и средства измерения вибраций двигателя.

Произведен анализ устройств служащих для передачи измерительной информации от вращающегося объекта на вход регистратора, а именно токосъёмные устройства, их типы, технические характеристики, а так же представлены современные токосъемные устройства для испытания ГТД.

Изучение существующих методов in situ мониторинга параметров аддитивного производства

Васильев И.С., Голубева К.Р., Морозов В.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Носков А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Технологии аддитивного производство предполагают соединение материалов для создания деталей путем добавления слоя за слоем. Особенности технологии позволяют аддитивному производству добиваться высокой скорости изготовления прототипов, изготавливать детали со сложной геометрией и свободным дизайном и т. д. Данные свойства обеспечивают высокий прикладной потенциал аддитивных технологий в наукоемких областях.

Одна из проблем, препятствующих повсеместному внедрению аддитивных технологий – высокая чувствительность к нарушениям техпроцесса и требования к сырью. In situ мониторинг процесса – метод контроля параметров печати в режиме онлайн, который повысит эффективность использования компонентов и повысит качество продукции. В первую очередь под средствами мониторинга предполагаются датчики, которые работают с излучениями различных длин волн. Все датчики можно разделить на:

- Визуальные
- Спектральные
- Акустические
- Электрические и электромагнитные
- Тепловые

Наиболее часто датчики применяются в нижеследующих приложениях:

В статье [1] исследовали систему управления in-situ, состоящую из двух датчиков: тепловизионной камеры и лазерного профилометра. Эта система управления регулировала поток материала и скорость наращивания, чтобы уменьшить три типа дефектов: дефект наплавки на неостывший предыдущий слой, недостаточное заполнение и переполнение. Эти данные образуют обратную связь для системы управления in situ для регулировки времени построения слоя. Корректировки были сделаны в виде дополнительного ожидания, чтобы позволить материалу охладиться до определенных тепловых порогов

В статье [2] производили автоматическое определение высоты наплавки, определяемая как расстояние от вольфрамового наконечника до верхнего слоя. Высота осаждения отслеживается пассивным датчиком обзора, состоящим из камеры и оптических фильтров. Чтобы повысить уровень автоматизации процесса аддитивного производства на основе газовой вольфрамовой дуги, высота наплавки контролируется автоматически с помощью оптических методов измерения. Определение высоты наплавки может показать стабильность процесса.

В статье [3] демонстрируется система направленного осаждения энергии с обратной связью для управления микроструктурой и механическими свойствами печатаемого материала. Управление достигается за счет адаптивной регулировки скорости движения в режиме реального времени, а не поддержания ее постоянной. Модуль контроля и управления термодинамикой состоит тепловизионной инфракрасной камеры, операционной системы реального времени и контроллера. Этот модуль может предоставлять в реальном времени значения скорости охлаждения, температуры ванны расплава и скорости нагрева

В статье [4] предлагается система двумерного лазерного сканирования с целью мониторинга процесса печати с использованием интерактивной обратной связи по проверке дефектов в реальном времени. Используется лазерный сканер для получения трехмерного облака точек верхней поверхности наплавленной детали. Контур и положение производственных дефектов извлекаются путем сравнения полученного облака точек с предварительно нарезанной стереолитографической моделью.

В статье [5] показано, что измерение и контроль морфологии ванны расплава оказывает значительное влияние на геометрическую точность и микроструктурные особенности

готовой детали, а также на адгезию между слоями. Для этого используются системы мониторинга, состоящие из высокоскоростных ПЗС- или КМОП-камер с оптическими фильтрами для обзора сверху вниз с лазерной головки или для вида сбоку для получения информации о профиле высоты и частиц поля после выхода из сопел.

Таким образом, можно сделать вывод, что метод in situ мониторинга активно применяется в технологических установках. Основными контролируемыми параметрами являются высота наплавочного валика, скорости нагрева и охлаждения, наличие и расположение дефектов, элементный состав наплавляемого материала, морфологические параметры ванны расплава. Контроль этих показателей в режиме онлайн позволяет оперативно оказывать компенсирующие воздействия в случае необходимости, что позволяет повысить качество изделий.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020 (номер темы fzsu-2020-0020).

Список использованных источников:

1. Borish, M., Post, B. K. Real-Time Defect Correction in Large-Scale Polymer Additive Manufacturing via Thermal Imaging and Laser Profilometer. Procedia Manufacturing.

2. Xiong, J., Pi, Y. Deposition height detection and feature point extraction in robotic GTA-based additive manufacturing using passive vision sensing. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.

3. Farshidianfar, M. H., Khodabakhshi, F. Closed-loop control of microstructure and mechanical properties in additive manufacturing by directed energy deposition. Materials Science and Engineering.

4. Lin, W., Shen, H. Online Quality Monitoring in Material Extrusion Additive Manufacturing Processes based on Laser Scanning Technology. Precision Engineering.

5. He, W., Li, J. In-situ monitoring and deformation characterization by optical techniques; part I. Optics and Lasers in Engineering.

Аддитивные технологии в производстве отливок

Васильева И.В., Самсонова Т.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Изготовление отливок является трудоемким и дорогостоящим процессом. Поэтому переход от традиционных технологий к методам получения литейных форм и моделей с помощью аддитивных технологий позволяет значительно сократить время на создание новой продукции.

Литьё по выплавляемым моделям (ЛВМ) — один из наиболее точных способов литья. Традиционный технологический процесс ЛВМ состоит из следующих этапов: создаётся модели отливки и элементов литниковой системы в пресс-формах, далее модели собираются в литниковую систему. Модель литниковой системы многократно окунается в суспензию песка и связующего и просушивается. Таким образом создается керамическая литейная форма, из которой удаляется модельная масса. В прокаленную пустотелую литейную форму заливается металл, после охлаждения которого литейная форма разбивается. Металлическая литниковая система разрезается на части, готовые отливки зачищаются и контролируются.

Как следует, способ ЛВМ является весьма трудоемким, для создания моделей требуется изготовление металлических пресс-форм для каждого элемента литниковой системы.

Поэтому актуально применение аддитивных технологий для создания пресс-форм, что позволяет в разы сокращать срок изготовления изделий.

Целью настоящей работы является рассмотрение изобретений в области ЛВМ с применением аддитивного производства.

Так, в патенте [1] рассмотрен способ изготовления деталей из металла или композиционного материала с металлической матрицей в результате аддитивного

производства. Эта технология разработана для изготовления изделий из сплавов металлов или путем сплавления, или путем спекания слоев порошка, или же путем сваривания проволоки.

В патенте [2], рассматривается изготовление выплавляемой литейной формы, составные части которой получают на 3D принтере. Сложную модель формы делят на простые части. Составные части выращиваются на принтере, имеющем не менее 3 степени свободы, далее их соединяют в готовую пресс-форму при помощи различных химических составов.

Предметом патента [3] является состав песчано-полимерной смеси, служащей для изготовления литейных форм и стержней. В результате возможно получить литейные формы и стержни различной степени сложности в кратчайшие сроки, которые к тому же обладают высокими механическими характеристиками, низкой газоотводной способностью и высокой газопроницаемостью.

Применяемые технологии аддитивного производства варьируются от избирательного лазерного спекания (SLS) до электронно-лучевой плавки (EBM) и включают прямое лазерное спекание металлов (DMLS), лазерное осаждение металлов (LMD) или избирательную лазерную плавку (SLM). Применение этих технологий дает возможность производить детали высокой геометрической сложности, однако результат достигается достаточно длительной продолжительностью технологического цикла.

Для сокращения времени протекания создания DMLS деталей есть решение, которое ввела на рынок компания DMG MORI (Германия). Решение заключается в объединении лазерной наплавки с фрезерной и токарной обработкой, что позволяет создавать детали сложной геометрии и высокой точности в короткие сроки.

В патенте [4] представлен способ пресс-формы, который сочетает в себе выращивание пресс-формы направленным осаждением металлического порошка и механическую обработку, с тем, чтобы сформировать на обрабатываемой поверхности нужную шероховатость. Такого можно достигнуть с помощью станка LASERTEC 4300 3D hybrid, который позволяет выполнять 6-стороннюю токарную и фрезерную обработку деталей. LASERTEC 3D hybrid обеспечивают гибкое переключение между сваркой лазерной наплавкой с использованием сопла подачи порошка и фрезерными или токарными операциями.

Список использованных источников:

1. Пат. 2707372 Российская Федерация: B22C 9/02 Способ изготовления литейных форм сложной геометрии из песчано-полимерных систем [Текст]/ Неткачев А.Г., Бычковский Д.Н., Коротков А.Л. № 2018139635/18.11.12; заявл.12.11.2018; опубл. 26.11.2019

2. Пат. 2699139Российская Федерация:B22C 7/02 Способ изготовления составной модели для литья[Текст]/ Гилязов М.Р. № 2018101062/18; заявл. 2018.01.11; опубл. 2019.09.03

3. Пат. 2680168 Российская Федерация:B22C 9/02 Способ изготовления трехмерных объектов сложной формы из песчано-полимерных систем [Текст]/Неткачев А.Г., Галинов П.И., Бычковский Д.Н., Одноблюдов М.А. № 2015153530/15; заявл. 2015.12.15; опубл. 2019.02.18

4. Патент США US2020/0023558B29C 33/38 (20060101); B33Y 80/00 (20150101); B33Y 30/00 (20150101); B22F 3/00 (20060101); B29L 31/00 (20060101). Mold manufacturing method, non-transitory computer-readable storage medium, and controller/Masakazu Soshi. № 20200023558; заявл. 23.03.2017; опубл. 01.12.2020.

Анизотропия структуры и свойств образцов титанового сплава ВТ6, полученных методом СЭЛС

Виноградов В.А., Басков Ф.А.
Научный руководитель — к.т.н. Сентюрина Ж.А.
НИТУ «МИСиС», Королев

Селективное электронно-лучевое сплавление (СЭЛС) – технология аддитивного производства, основанная на изготовлении трехмерных физических объектов по данным электронной геометрической модели путем послойного избирательного сплавления предварительно наносимых слоев порошкового материала. Характерными преимуществами метода СЭЛС является высокая производительность (до 80 см3/ч) и возможность предварительного подогрева каждого порошкового слоя до температур 700-1000 °С, что способствует уменьшению термических напряжений и короблений изделий. Кроме того, процесс СЭЛС осуществляется в вакууме, что создает благоприятные условия для работы с химически активными металлами и сплавами.

Наибольший интерес метод СЭЛС представляет для конструкционных титановых сплавов, широко распространенных в авиационной и ракетно-космической отрасли, а также в медицине и судостроении. Высокая востребованность титановых сплавов обусловлена высокими механическими характеристиками в совокупности с низкой плотностью, хорошей жаропрочностью и коррозионной стойкостью. Изготовление деталей из титановых сплавов методом СЭЛС позволит реализовать принципиально новые подходы к проектированию изделий с применением методов топологической оптимизации, а также улучшить массово-габаритные и функциональные характеристики изделий. Кроме того, внедрение аддитивных методом производства в перспективе позволит сократить временный цикл «проект-изделие», уменьшить отходы производства и снизить процент брака.

Однако при проектировании изделий следует учитывать явление анизотропии микроструктуры и свойств, характерное для материалов, получаемых методами аддитивного производства. Целью данной работы являлось исследование структуры и свойств образцов из титанового сплава ВТ6, полученных методом СЭЛС с различной ориентацией по отношению к плите построения (0°, 45° и 90°). В качестве исходного материала использовали порошок титанового сплава ВТ6, полученный методом плазменного центробежного распыления в АО «Композит». Микроструктуру СЭЛС–образцов исследовали с использованием микроскопа Axio Vert.A1 фирмы CarlZeiss (Германия), механические свойства определяли по ГОСТ 1497 с использованием универсальной испытательной машины Schenk-Trebel RMC-100 (Германия).

В процессе исследования структуры установлено, что изменение угла построения оказало существенное влияние на размер зерна. Для образцов, выращенных под углом 90°, средний размер зерна составил 1040 мкм, под углом 45° – 975 мкм, под углом 0° – 707 мкм. По результатам механических испытаний выявлено, что образцы, выращенные под углом 90° и 0°, имеют практически равные пределы прочности σв – 1025 и 1020 МПа, соответственно, в то время как предел прочности образца, выращенного под углом 45°, составляет 990 МПа. Максимальным значением пластичности на уровне 16% характеризуется образец, выращенный под углом 90°. Пластичность образцов, выращенных под углами 0° и 45°, составила 12 % и 13 %, соответственно. Таким образом, можно заключить, что максимальными механическими характеристиками обладает образец, выращенный под углом 90°, минимальными – образец под углом 45°. Дальнейшие исследования будут направлены на исследование влияния ГИП и ТО на анизотропию структуры и механических свойств СЭЛС- образцов.

Повышение технологичности крепежных элементов газотурбинного двигателя при использовании аддитивных технологий

Воронов В.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Семёнов А.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

В настоящее время одной из мировых тенденций при разработке авиационных двигателей является замена металлических сплавов на композиционные материалы. Это позволяет добиться значительного снижения веса изделия и повышения их эксплуатационных характеристик. В авиационной отрасли все большее применение находят детали из термостойких пластиков на основе аддитивных технологий. Виды материалом можно условно разделить на три подгруппы: 1) промышленные термопласты (ABS, PS, PVC, PMMA, PP, PE); 2) инженерные термопласты (PPE, PC, PBT, PET, POM, PA, UHBW-PE); 3) термопласты высокого уровня (PEI, PPSU, PES, PSU, PPS, PEEK, E-CTFE, PVDF). Среди вышесказанных материалов особое место занимают полиэфиркетоны, которые сочетают высокие физико-механические показатели с теплостойкостью, огнестойкостью и устойчивостью к агрессивным средам. Физико-механические свойства чистого материала PEEK уступают металлу, но их технические показатели существенно повышаются при армировании волокном, дисперсным или непрерывным. Непрерывное армирование в сравнении с дисперсным имеет ряд недостатков. Непрерывные волокна, как правило, дороже других наполнителей, кроме того, процессы получения композитов, армированных непрерывными волокнами, гораздо более длительные.

В дисперсном армировании, критическая длина волокна зависит от механических характеристик матрицы и волокон, поэтому она изменяется в зависимости от типа композита. К примеру, волокна длиной 5 мм можно считать короткими в одном композите и практически непрерывными – в другом. Помимо длины волокон, еще одной чрезвычайно важной характеристикой является их ориентация. Влияние ориентации на свойства коротковолокнистых композитов значительно, хотя и не столь велико, как в композитах на основе непрерывных волокон. При изготовлении детали методом АТ по технологии экструзии полимерных нитей (FDM) возможно управлять ориентацией волокон. Во время проектирования деталей с последующим изготовлением из полимера методом FDM необходимо учитывать следующие: 1) анизотропию свойств; 2) точность изготовления детали; 3) усадку материала; 4)шероховатость поверхности.

Для изготовления аддитивным методом по технологии экструзии полимерных нитей таких деталей как крепежные элементы, можно добиться повышения технологичности, что в свою очередь обеспечит снижение затрат труда, времени или материалов при сравнении со свойствами детали, аналогичной конструкции полученной традиционным способом.

Анизотропия свойств изделий, полученных аддитивным выращиванием

Габидуллин Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В мировой промышленности очень много новых разработок, но их практичность не всегда реализуется. Аддитивные технологии стремительно развиваются практически во всех сферах производства, в частности, в машиностроении. Эта технология заключается в послойном выращивание или наложение различных материалов (порошковых металлов, порошковых пластиков, жидкостей, композитов и др.) [1]. АТ так же называют технологиями сложения или умножения, это реализуется наложением рабочего материала на поверхность спекания. АТ позволяют получить заготовку, деталь или даже сборочную единицу без значительных затрат на материал, что является главным преимуществом данного метода производства. С точки зрения экономии АТ опережает другие методы изготовления деталей, если в литейном производстве надо обрабатывать значительную часть полученной детали, удалять лишние части, то в АТ можно получить практически готовую

деталь. Аддитивные технологии помогают изготовить изделие сложной формы, сэкономить материал и время [2]. Аддитивное производство – это общее имя целого семейства технологий, которые используются для послойного изготовления изделий, используя данные компьютерного автоматизированного проектирования [3].

Но у АТ есть недостатки, к этим недостаткам можно отнести ограниченные размеры рабочей камеры, следовательно можно изготовить детали не любых размеров. Данную проблему можно решить, сварив выращенные детали между собой. Этим же способом можно получить сварное соединение даже между деталями, полученными другим методом изготовления, но при условии хорошей свариваемости материалов [4]. Так же недостатком можно считать неполное спекание материала на рабочей поверхности, что приводит к появлению концентратов напряжений на выращиваемом изделие. Лазер, будучи источником энергии, технически не всегда может расплавить все зоны спекания. Данную проблему можно решить увеличением энергии лазера, но может появиться другая проблема — это перегрев детали, следовательно изменение микроструктуры и механических свойств детали. Но даже если лазер способен расплавить рабочий материал, не оставив при этом зон неполного спекания, может появится другая проблема, которая связана с анизотропными свойствами. Анизотропия- различие свойств в кристалле в зависимости от кристаллографического направления. То есть, свойства и структура выращенного образца могут отличаться между поверхностями, кроме того, на одной рассматриваемой поверхности можно встретить различную структуру.

В данной работе исследуется свойства изделия, изготовленного послойным выращиванием, от рассматриваемой поверхности образца. Целями этой работы являются: выявление проблемы, связанной с анизотропией и поиск возможных решений данной проблемы.

Для замеров микротвердости был взят образец, изготовленный селективным лазерным спеканием, из мартенситной стали PH1 на установке EOS 270. Измерения микротвердости проводились на микротвердомере Remet HX 1000 с нагрузкой 100 гр. Шлифы были изготовлены из пластины размером 100 х 100 х 10 мм. Химический состав стали PH1: C <0.07 %, Si <1 %, Mn <1 %, S <0.03%, P <0.04%, Cr =15%, Ni =4.5%, Cu= 75%.

Для того чтобы понять зависимость микротвёрдости от рассматриваемых поверхностей, шлифы были сделаны из боковой поверхности, из верхней поверхности (поверхность спекания) и из передней поверхности.

Результаты замеров:

1) на боковой поверхности микротвердость равна 701 HV;

2) на верхней поверхности микротвердость равна 756 HV;

3) на передней поверхности микротвердость равна 710 HV.

Исходя из полученных результатов видно, что верхняя поверхность имеет более высокую твердость в отличие от боковой и передней поверхности. В свою очередь боковые и передние поверхности имеют практически схожие показания микротвердости.

Данные показания микротвердости свидетельствует о том, что анизотропия в аддитивном производстве является проблемой, влияющей на механические свойства. Для решения данной проблемы можно производить термическую обработку выращенной детали или спекать изделие с двух и более направлений.

Список использованных источников:

1. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина // учебное пособие. 2013 С. 4-35.

2. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности / Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27

3. Аддитивные технологии третья индустриальная революция. Курынцев С.В., Нагулин К.Ю., Горунов А.И. Наукоемкие технологии в машиностроении. 2016. № 7 (61). С. 39-44.

4. Лазерная сварка листовых элемнтов конструкций с деталями, полученными аддитивной технологией выращивания Курынцев С.В., Морушкин А.Е., Гильмутдинов А.Х., Шиганов И.Н. Сварочное производство. 2018. № 1. С. 10-13.

Способы удаления металлических и оксидных покрытий

Гимадиев Э.И., Катиева Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Галимов Э.Р.
КНИТУ–КАИ, Казань

Действия защитных покрытий по сроку эксплуатации может быть ограничено. В результате различных механических воздействий, смены условий эксплуатации защитные покрытия способны потерять свою функциональность. Также к таким последствия могут привести и действий кислот и щелочей, которые не были учтены при эксплуатации деталей и конструкций. Поэтому существует необходимость удаления старых и потерявших свою защитную функцию покрытий для дальнейшего формирования на поверхности новых и работоспособных покрытий при данной среде.

В этой работе рассмотрим способы удаления защитных покрытий из никелевых сплавов, которые нашли широкое применение в авиадвигателестроении для защиты деталей от воздействий неблагоприятных условий, например, в условиях высоких температур. Тогда зачастую роль основного металла покрытий выполняет никель, а основного легирующего элемента покрытий – алюминий. Взаимодействие никеля и алюминия приводит к созданию промежуточной фазы типа Ni2Al3 и Ni3Al. При взаимодействии алюминия с кислородом на поверхности покрытий образуется оксид алюминия Al2O3, который защищает детали от газовой коррозии. В процессе эксплуатации деталей происходит постепенное уменьшение защитных свойств покрытий из-за уменьшения содержания в них алюминия, уменьшения толщины покрытия, образования дефектов в виде отслоений, сколов и т. д., что приводит к интенсивному окислению основного металла и, как следствие, к снижению прочностных свойств самой детали.

Для удаления старых покрытий наиболее часто прибегают к химико-механическим способам, которые включают в себя комплекс работ: очистку деталей от нагара и оксидной пленки, химическое травление деталей и последующее механическое удаление продуктов взаимодействия раствора с элементами покрытия. Поскольку часто необходимо удалить покрытие с детали, которая имеет небольшую толщину (лопатки газовых турбин могут иметь, например, толщину 0,4-0,5 мм), то возникает необходимость сохранения диффузионной зоны (зона, где элементы покрытия взаимодействуют с основным металлом детали). при полном удалении покрытий.

Для химического удаления покрытий применяют различные кислотные растворы. Так, существует способ удаления покрытий с деталей, изготовленных из жаростойких сплавов, включающем предварительную очистку деталей от нагара, травление их в растворе и последующее удаление продуктов взаимодействия раствора с элементами покрытия. Состав для травления имеет следующий состав: азотная кислота (25-40%), фтористоводородная кислота (0,5-4%), порошок железа (0,2-1%), оксид хрома CrO3 (0,3-1,5%) и вода. Детали необходимо выдерживать в растворе не менее 2 мин при температуре не менее 18°C. Эффективность данного травителя был испытан в лопатках ротора турбины, материал лопаток ЖС6. В начале были произведены операции удаление нагара после выдержки лопаток в щелочном растворе, изоляция тех частей лопаток, которые не должны подвергаться травлению. Затем произведено травления вышеописанным составом. Далее лопатки промывали в проточной воде. Потом лопатки нейтрализовали в щелочном растворе, промывали в холодной, а затем в теплой воде для удаления травильного шлама. В результате контроля было установлено, что данный способ полностью очистил от нанесенных на них покрытий при одновременном сохранении диффузионной зоны на внешней и внутренней поверхностях пера лопаток. Помимо вышеуказанного травителя, существуют и другие составы К примеру, есть травитель, состоящий из азотной кислоты (25-40%), фтористоводородной кислоты (0,5-4%), порошок железа (0,2-1%), вода — до 100%. Обрабатываемые детали помещают в указанный раствор и выдерживают в нем при температуре 30-50°C. Однако у данного есть существенный недостаток: недостаточное пассивирующее воздействие раствора на основной металл приводит к растравливанию

поверхностного слоя основного металла и не позволяет в дальнейшем достичь требуемого качества восстановления покрытий при ремонте.

Для удаления жаростойкого покрытия существует следующий способ: деталь очищают от нагара и травят (азотная кислота (20-25%) соляная кислота (4-6%) бихромат калия (9,6–11,6%) аммоний молибденовокислый (2,0-2,2%) и вода – остальное). Процесс травления проводят при температуре раствора не более 20°С до полного удаления жаростойкого покрытия.

В настоящее время существует и электрохимический способ очистки покрытий, который включает в себя анодную обработку в течение 4 - 7 мин при температуре 320–360 К, напряжении 180–340 В и плотности тока 1500–5000 А/дм2 в электролите, содержащем неорганическую аммонийную соль с добавкой вещества органической природы и/или неорганической соли. Применение данного способа позволяет повысить производительность, упростить технологический процесс и снизить токсичность электролита. Данное изобретение можно использовать при ремонте деталей из никелевых, хромоникелевых сплавов.

Таким образом, восстановление деталей играет важную роль технике. Замена устаревших покрытий новыми позволяет сэкономить ресурсы предприятия.

Особенности лазерной обработки стеклопластиков

Голубева К.Р., Васильев И.С., Гусева Д.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Носков А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время в авиастроении на смену металлическим сплавам приходят композитные материалы. Широкое применение в авиационной промышленности нашли стеклопластики – композиционные материалы, состоящие из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего. Стеклопластики характеризуются сочетанием таких свойств как прочность, низкая плотность, высокая коррозионная стойкость. Так же они прекрасные диэлектрики и имеют широкий диапазон рабочих температур. [1] Эти свойства позволяют стеклопластикам широко использоваться не только в авиастроении, но и в других отраслях производства. Именно поэтому актуален вопрос механической обработки стеклопластиков.

Существует несколько способов обработки стеклопластиков: лезвийная обработка (включает операции точения, сверления, фрезерования), гидроабразивная резка и лазерная обработка. Лезвийная и гидроабразивная резка имеет ряд существенных недостатков, которые делают процесс обработки стеклопластиков не привлекательным. В частности, при таких видах обработки часто возникает расслоение и разлохмачивание материала (в связи с анизотропным строением стеклопластиков). Для лезвийной обработки так же характерна термическая деструкция матрицы из-за повышения температуры в зоне реза и образование мелкодисперсной стружки, которая не только способствует износу оборудования и снижению технологической точности, но и несет вред здоровью рабочего. [2]

Особый интерес в области обработки стеклопластиков представляет лазерная резка, которая предлагает привлекательную альтернативу среди всех нетрадиционных методов обработки.

Лазерная резка является высокопроизводительным методом обработки материалов и включает в себя операции раскроя, гравировки, сверления. В основе процесса лазерной резки лежат термофизические и термохимические механизмы разрушения материалов. Суть заключается в том, что мощный лазерный луч, генерируемый в резонаторе, передается и фокусируется специальной линзой на обрабатываемый материал. Энергия излучения поглощается материалом, вызывая его быстрое нагревание на всю глубину листа и разрушение материала. Стеклопластики хорошо поглощают инфракрасное излучение, следовательно, для лазерной обработки стеклопластиков наиболее эффективно использовать CO2 лазеры. При этом для обеспечения высокого качества реза желательно использовать

одномодовое излучение с гауссовым распределением, которое обеспечивает локальность нагрева и разрушение композита. Так же обеспечить высокое качество реза можно с использованием импульсного режима лазера. [3]

Лазерная обработка стеклопластиков имеет ряд преимуществ: высокая скорость и точность обработки, малая ширина реза, отсутствие изнашиваемого инструмента, полный контроль процесса числовым программным управлением и гибкость настройки технологических параметров обработки.

Однако лазерная обработка стеклопластиков имеет ряд особенностей и сложностей. В частности, процесс лазерной резки осложняется тем, что армирующие волокна и полимерное связующее имеют разные характеристики (теплопроводность, температуры испарения и плавления). [4] Ещё одна сложность обработки стеклопластиков лазером – невозможность использования датчика емкостного движения, который позволяет отслеживать расстояние от режущей головки до поверхности обрабатываемого материала. Связано это с тем, что стеклопластик – диэлектрик. Данная проблема может быть решена нанесением на обрабатываемую поверхность проводящего покрытия.

К существенным недостаткам лазерной резки можно отнести: наличие термического воздействия на материал (образование на поверхности обрабатываемого материала сажи), выделение в атмосферу летучих веществ, негативно влияющих на человека.

Так как большинство описанных проблем и недостатков решаются более тщательным подбором технологических параметров лазерной обработки, то дальнейшее исследование лазерной обработки стеклопластиков вызывает особый интерес.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020.

Список использованных источников:

1. Дырдина А.В., Мосалева И.И. Композиционные материалы и преимущества их применения в авиационной и ракетно-космической промышленности // Новая наука: проблемы и перспективы. 2015. №1. С. 123-127.

2. Малышева Г.В., Гузева Т.А., Федоров Б.Б. Особенности гидроабразивной обработки стеклопластиков // Современные наукоемкие технологии. 2018. №9. С. 66-70.

3. F.Schneider, N.Wolf, D.Petring High Power Laser Cutting of Fiber Reinforced Thermoplastic Polymers with cw- and Pulsed Lasers // Physics Procedia, Vol. 41, 2013, Pages 415–420.

4. Богданов А.В., Голубенко Ю.В., Тюльпанова Е.М. Особенности лазерной резки полимеров // Наукоемкие технологии в машиностроении. 16. №10. С. 33-38.

Методы установки межэлектродного зазора в импульсно-циклических схемах электрохимической обработки

Гришнин Н.В.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Сальников В.С.

ТулГУ, Тула

Одной из ключевых в авиастроении является технология изготовления тонкостенных пространственных аэродинамических профилей лопаток газотурбинных двигателей. Для решения задач формообразования сложных высокопрочных поверхностей турбинных лопаток широко применяют различные виды электрохимической обработки.

В промышленности практическое применение получили две основные импульсно-циклические схемы [1]:

• С вибрацией одного из электродов с симметричными колебаниями.

• С ассиметричными колебаниями одного из электродов с дискретной системой слежения за МЭЗ

При использовании импульсно-циклических схем размерной электрохимической обработки нужен постоянный контроль и регулирование межэлектродного зазора для поддержания его минимальных значений.

Рассмотрим, как происходит установка межэлектродного зазора в схемах с симметричными колебаниями (вибрациями) одного из электродов. Принцип работы данной схемы позволяет пропускать импульсы технологического тока при сближении тока.

Уменьшение межэлектродного зазора при работе с однополярными синусоидальными импульсами технического напряжения (регулируемые по переднему фронту) происходит с уменьшением напряжения. При напряжении, равном нулю, происходит контактирование электродов. Сигнал контакта фиксируется блоком слежения за межэлектродным зазором. Данный сигнал служит командой на остановку привода подачи электрода на запрограммированное время. За это время происходит растворение заготовки и при отсутствии сигнала о наличии нулевого зазора привод отводит электрод на промывочный зазор. Данный цикл повторяется весь процесс обработки, что позволяет постоянно сохранять минимальное значение межэлектродного зазора [2].

Рассмотрим, как происходит установка межэлектродного зазора в схемах с ассиметричными колебаниями одного из электродов с дискретной системой слежения за межэлектродным зазором.

Сначала производится сближение электрода до его касания с заготовкой. Касание, как правило, определяется по величине сопротивления контакта, которое принимается равным сопротивлению металлического контакта электродов. Его считают «нулевым зазором», от которого производится отсчет рабочего межэлектродного зазора. Далее происходит включение технологического тока и после процесса анодного растворения производится отвод на промывочный зазор.

Данные методы установки межэлектродного зазора имеют недостатки, которые приводят к уменьшению точности обработки. Поэтому повышение точности определения «нулевого зазора» в импульсно-циклических схемах является актуальной проблемой в области электрохимической размерной обработки.

Список использованных источников:

1. Житников В.П. Импульсная электрохимическая размерная обработка / В.П. Житников, А.Н. Зайцев. — Москва; Машиностроение, 2008.

2. Пат. 2330746 Российская Федерация, МПК И23Н 3/00. Способ размерной электрохимической обработки металлов/ Богданов В.С. Богданов М.В.; заявитель и патентообладатель Богданов В.С. Богданов М.В. — № 2006117136/02; заявл. 18.05.06; опубл. 27.11.07, Бюл. № 22

Исследование микроструктуры и механических свойств титанового сплава ВТ6, синтезированного методом селективного лазерного сплавления (SLM)

Дмитриева М.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мельников А.А.

Самарский университет, Самара

Титановые сплавы широко применяются для изготовления деталей в авиационной и двигателестроительной промышленности. Они обладают высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью. Применение титановых сплавов для изготовления деталей авиационного назначения обусловлено их жаропрочностью при температурах до 500-600 градусов и малой плотностью, что позволяет значительно снизить вес конструкции.

В настоящее время интересно применение титановых сплавов в форме порошка для производства деталей методами аддитивных технологий, в частности селективным лазерным сплавлением (SLM – Selective Laser Melting). Суть метода SLM заключается в послойном построении детали на металлической подложке путём сплавления частиц порошка лазером высокой мощности.

В сравнении с традиционными методами литья селективное лазерное сплавления обладает следующими преимуществами: возможность изготовления деталей геометрии любой сложности, снижение веса конструкции за счет применения ячеистых структур,

одновременное изготовление нескольких деталей, упрощение прототипирования изделий. Недостатками метода SLM является наличие остаточной пористости в структуре деталей, ограничения по размерам изготавливаемых деталей, материалам и источникам лазерного излучения.

Целью данной работы является исследование микроструктуры и механических свойств титанового сплава ВТ6, синтезированного методом селективного лазерного сплавления. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить исходный порошковый материал, провести анализ микроструктуры образцов после процесса SLM, изучить механические свойства материала.

Для проведения исследований были изготовлены образцы на установке SLM 280HL. Образцы располагались под углами 45, 60 и 90 градусов к платформе построения. Для исследования механических свойств образцы после SLM проходили испытания на растяжение, после чего из них изготавливались шлифы в продольном и поперечном сечении. Металлографические исследования проводились с помощью микроскопа МЕТАМ ЛВ-31. Электронно-микроскопические и рентгеноспектральные исследования проводились на растровом электронном микроскопе TESCAN Vega SB с микрорентгеноспектральной приставкой INCAx-Act.

В ходе исследований был изучен гранулометрический состав порошка титанового сплава ВТ6 и его элементный состав. Исследована микроструктура образцов после SLM, изготовленных под углами 45, 60 и 90 градусов к платформе построения. Проведены испытания на растяжение, в ходе которых получены сведения об уровне механических свойств титанового сплава ВТ6, а именно предел прочности, предел текучести и относительное удлинение.

Список использованных источников:

1. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии. 2015. №1. С. 3-33.

2. Gu D.D., Meiners W., Meiners W., Wissenbach K., Poprawe R. Laser Additive Manufacturing of Metallic Components: Materials, Processes, and Mechanisms // International Materials Reviews. 2012. vol. 57. pp. 137-164.

3. Lu P., Wu M., Liu X., Duan W., Han J. Study on Corrosion Resistance and Bio-Tribological Behavior of Porous Structure Based on the SLM Manufactured Medical Ti6Al4V // Metals and Materials International. 2020. no 26. pp. 1182-1191.

Исследование оптоакустического затвора

Дронь А.О., Шамсиев М.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Оптоакустический затвор, также известен как акустооптический модулятор (сокращенно АОМ), – это устройство для модулирования лазерного луча.

Акустооптический модулятор представляет из себя небольшой участок стекла (например, халькогенидное стекло, флинт SF-6, кварцевое стекло) с прикрепленным к нему пьезоэлектрическим элементом, который начинает совершать механические колебания при подаче на него электрического напряжения. С противоположной стороны от пьезоэлектрического преобразователя на стекло нанесен поглотитель для препятствования возникновения стоячей волны в следствии отражения. По ходу движения акустической волны, вызванной в материале пьезоэлектрическим элементом, коэффициент преломления стекла локально и периодически меняется (фотоупругий эффект), таким образом появляется фазовая дифракционная решетка.

Известно, что лазер может работать в двух режимах генерации: непрерывный и импульсный. При непрерывном режиме генерации выходная мощность лазера ограниченна пороговым значением инверсии населенности, при достижении которого резонатор выпускает луч, теряя всю накопленную энергию. Превысить пороговое значение возможно

при импульсном режиме генерации, который достигается с помощью модуляции добротности.

Если в резонатор лазера поместить оптоакустический затвор и подать на него напряжение (закрыть затвор), то добротность резонатора снизится, а генерация излучения прервется в результате энергетических потерь на дифракционной решетке. Так инверсия населённостей продолжит расти даже после превышения порогового значения.

Затем, если снять напряжение с пьезоэлектрического элемента (открыть затвор), добротность резонатора резко возрастет, и накопленная энергия выделится в виде короткого и интенсивного светового импульса. Длительность импульса будет соизмерима со временем жизни фотонов в резонаторе (порядка наносекунд). Таким образом достигается высокая пиковая мощность лазера (порядка мегаватт).

Подведем итоги, акустооптический модулятор является действенным методом модуляции добротности. В качестве основных преимуществ можно выделить малые потери энергии при нахождении в резонаторе и относительно простую настройку по сравнению с другими затворами. Также АОМ имеет недостаток – малую скорость смены добротности, что обусловлено временем, затрачиваемым на затухание звуковой волны.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020 (номер темы fzsu-2020-0020).

Список использованных источников:

1. Бондаренко В. С., Акустооптические модуляторы света, 1988. – 136 с.

2. Звелто О., Принципы лазеров / Пер. под науч. ред. Т. А. Шмаонова. 4-е изд. — СПб.: Издательство «Лань», 2008. —720 с: ил. — (Учебные пособия для вузов. Специальная литература).

Влияние температурного фактора на процессы ионного азотирования

Дудкин И.А., Смирнова Е.А., Петухова О.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ягудин Т.Г.

МАИ, Москва

Исследовали влияние различных технологических факторов (давление аргона, концентрация газовой смеси, ток дуги, массы садки и т. д.) на параметры активирующего нагрева. Как было замечено, при давлении 10-2 Па, токе дуги 100 А, воздействие элементов плазмы за 5 минут приводит к равномерному нагреву садки массой 5 кг. Чем выше концентрация азота, тем больше растёт температура поверхности изделия, в связи с тем, что ионизационный потенциал азота выше, чем аргона. Из-за этого повышается энергия электронно-ионного потока, максимальная энергия которого соответствует 100% концентрации азота, однако наблюдается нестабильность работы системы. Наиболее стабильное горение дуги соответствует концентрации азота *50 %.

Помимо концентрации реакционного газа регулировать нагрев можно с помощью изменения тока дуги. Ток дуги 100 А позволяет проводить медленный нагрев образца, увеличение тока дуги до 150 А позволяет существенно снизить время нагрева до заданной температуры. Таким образом, наличие системы электронного нагрева позволяет эффективно управлять процессом нагрева изделия с помощью изменения тока дуги.

Увеличение массы садки от 5 кг до 20 кг при токе 150А, при высоких концентрациях азота не влияет на разогрев подложки под воздействием газовой плазмы,

Проведение циклического нагрева позволяет сократить время проведения процесса. Как уже отмечалось ранее, ток 150А позволяет быстро нагреть образец до определенной температуры. Однако применительно к инструменту, когда при нагреве нельзя допускать перегрева режущих кромок, предпочтительно после быстрого разогрева снизить интенсивность нагрева за счет снижения тока дуги до 100А.

Проведенные исследования показали, чем больше энергоемкость электронно-ионной системы газовой плазмы, тем стабильнее держится температура в заданном диапазоне.

Применение детектора Харриса для обнаружений провалов и выступов на изображениях в процессе создания детали с помощью аддитивных лазерных технологий

Желябин И.А., Молотков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Третьякова О.Н.
МАИ, Москва

На текущее время в разработке технологического оборудования для SLM (Selective Laser Melting) технологий есть немало нерешенных задач, одной из которых является задача обнаружения детали на изображении, а также задача определения брака детали посредством анализа изображения с процесса производства детали. Настоящая работа посвящена использованию детектора Харриса для обнаружений провалов и выступов на изображениях в процессе создания детали с помощью аддитивных лазерных технологий. Изучается применение детектора Харриса обнаружения углов для задачи компьютерного зрения с целью извлечения углов и определения характеристик изображений различных деталей.

Впервые алгоритм работы данного детектора был представлен К. Харрисом и М. Стивенсом в 1988 году [1] после усовершенствования углового детектора Моравека [2]. Было доказано [1], что он более точен при различении краев и углов. Угол воспринимается как точка, локальная окрестность которой находится на двух доминирующих и разных краевых направлениях. Другими словами, угол можно интерпретировать как соединение двух краев, где край, – это внезапное изменение яркости изображения.

Углы являются важными элементами изображения, и их обычно называют точками интереса (POI- point of interest), которые инвариантны к преобразованиям перемещения и поворота. Хотя углы составляют лишь небольшой процент изображения, они содержат наиболее важные функции для восстановления информации об изображении. Углы можно использовать для минимизации объема обрабатываемых данных.

Алгоритм работы детектора углов Харриса мы разделили на пять шагов: 1. Перевод цвета в оттенки серого; 2. Расчет пространственной производной яркости изображения; 3. Настройка тензора структуры; 4. Расчет ответа детектора; 5. Подбор локального максимума функции отклика детектора. Найденные локальные максимумы выбираются в качестве особых угловых точек, которые отмечаются на чертеже.

Создано программное обеспечение на языке C#, позволяющее проводить анализ с помощью данного метода.

Список использованных источников:

1. Harris C., Stephens M. A combined corner and edge detector // In Fourth Alvey Vision Conference, Manchester, UK, 1988, pp. 147-151.
2. Moravec, H. Rover visual obstacle avoidance // In International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vancouver, Canada, 1981, pp. 785-790.

Проблемы и перспективы применения аддитивных технологий с использованием материалов из космоса

Жигарь А.Н., Куликова Д.В., Жамкова И.М.
Научный руководитель — Рахмилевич Е.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Проблемы развития и использования аддитивных технологий в России обсуждались научно-техническим советом Военно-промышленной комиссии Российской Федерации неоднократно.

Мероприятия по развитию аддитивных технологий и системы непрерывного образования в области аддитивного производства закреплены решением Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России (протокол заседания президиума Совета от 16 сентября 2014 года № 5).

Развитие аддитивного производства в Российской Федерации основывается на Указе Президента Российской Федерации № 642 от 01.12.2016 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», распоряжении Правительства Российской Федерации № 1325-р от 24.06.2017 «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на 2017 – 2019 годы» [1].

Перспективы внедрения аддитивных технологий в ракетном двигателестроении рассматривались на заседаниях секции «Новых материалов и технологий» и президиуме НТС интегрированной структуры ракетного двигателестроения на базе АО «НПО Энергомаш».

С 2014 года на американском и российском сегментах международной космической станции (МКС) ведутся работы по адаптации в невесомости 3D принтеров. Первая печать была осуществлена 24 ноября 2014 года. Ряд компаний - Deep Space Industries, Planetary Resources ведут работы по созданию 3D принтеров, которые смогут печатать металлом или измельченным метеоритным материалом при отсутствии гравитации.

В планах российского стартапа «3D Bioprinting Solutions» было проведение эксперимента по биофабрикации тканей организма на российском сегменте МКС. В ходе прошедшего эксперимента 4 декабря 2018 года был напечатан на принтере первый орган. Им оказалась щитовидная железа мыши. Далее в ходе следующих опытов были напечатаны еще 5 мышиных щитовидных желез и 6 человеческих хрящей.

Инженеры из Северо-Западного университета США, ЕКА, ученые из австрийского Университета прикладных наук в Винер-Нойштадте ведут работы по разработке технологий (оборудования) сбора и переработки пластикового, космического мусора и пород других планет в исходное сырье для работы 3D принтеров при отсутствии гравитации [2].

Таким образом, проанализировав существующие наработки на данную тему, можно сделать вывод о том, что главной проблемой 3D печати в космосе в целом является отсутствие гравитации, которая влияет на используемое для печати сырье.

Например, для порошка понадобилась бы плоская платформа. Без гравитации эта платформа для порошка стала бы простым облаком из порошка, подача которого в технологических процессах стала бы невозможной.

Жидкая смола была бы не менее сложной в работе, потому что для процесса печати, в котором применяется смола, нужна специальная емкость. Без гравитации в этой емкости сформировалась бы сфера из жидкой смолы. Все эти условия накладывают технологические ограничения на способы печати.

Необходимо отметить, что применение в качестве сырья материалов из космоса, к которым можно отнести как космический мусор, так и породы других планет, также сопряжено с рядом проблем.

Во-первых, для успешного внедрения технологий в космосе необходимо провести соответствующие эксперименты на Земле. Но для предварительного изучения предполагаемого сырья, а также проверки получившихся изделий на прочность и т.д., необходимо доставить на Землю материалы из космоса.

Для того чтобы ввести активное использование материалов из космоса, необходимо найти эффективный способ их сбора в космосе. Для производства печати из космического мусора (например, вышедших из строя спутников) также необходима подготовка материалов.

Соответственно, необходимо проработать принципы создания 3D принтеров для условий космоса, комплексного решения вопросов сбора, сортировки, переработки, а также непосредственно использования космических материалов в качестве сырья для 3D печати.

Список использованных источников:

1. Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на 2017-2019 годы: распоряжение правительства Российской Федерации от 24 июня 2017 г. № 1325-р // Собрание законодательства РФ. – 2017. - 10 июля. - ст.4174.

2. Егоров В. В космос со своим принтером [Электронный ресурс] // N+1.-2018.- URL: https://nplus1.ru/material/2018/05/07/3dPRINT.

Экспериментальное исследование нагрузочной способности актюаторов

Жукович-Гордеева А.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Жуков А.А.
МАИ, Москва

В настоящее время растет интерес к микромеханическим устройствам и элементам для использования их в различных сферах применения, где необходимы небольшие габаритные параметры и относительно высокие физические характеристики для работы. В космическом пространстве это особо важно. Поэтому использование микромеханических устройств позволяет добиться высоких рабочих характеристик.

В таких работах, как работы [1] и [2] использовали микроактюаторы, но с различной физической природой: термомеханика и эффект памяти формы. Первый получил широкое распространение в различных микроробототехнических системах и системах управления. А второй — при создании микрогриппера для использования его в медицине для захвата при перемещении микрообъекта или манипулировании нанообъектов.

Цель работы исследования заключалась в описании экспериментального исследования нагрузочной способности актюаторов двух типов на основе проведения эксперимента.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

• Описать имеющиеся объекты;

• Рассмотреть способы исследования и выбрать наиболее удобный метод для проведения эксперимента;

• Описать проведение эксперимента на исследование нагрузочной способности;

• Проанализировать полученный результат.

Для точного анализа и исследования нагрузочной способности актюаторов можно использовать атомно-силовой микроскоп (АСМ), как было сделано в работе [3,4].Однако за неимением такого сложного оборудования в институте воспользовались микроинтерферометром МИИ-4 и обычным микроскопом, осуществляя метод калибровочной нагрузки.

В первом случае в роли объекта выступал термомеханический актюатор, с помощью которого исследовали нагрузочную способность в зависимости от различной массы грузов. Во втором случае — актюатор на основе эффекта памяти формы, 2 образца с различными геометрическими характеристиками. В процессе измерения нагрузочной способности использовали грузы разного веса из пищевой фольги. Нагружая их по очереди на актюатор, следили за изменением отклонения высоты от начального положения. На основе полученных значений получили график зависимости нагрузка-деформация, по которой вычислили коэффициент жесткости элемента. В соответствии с этим оценили сами коэффициенты жесткости.

В результате в первом случае максимальное значение нагрузки составило 2,28 мН, при сравнении с работой [4], нагрузка составила порядка 5 мН, полученные значения оказались в несколько раз меньше. Во втором случае — нагрузка составила 0,44 мН и 0,38 мН, при сравнении с работой [2], нагрузка составила 1,2 мН. Расхождение в результатах объясняется точностью (точность измерения грузов равна ±0,0005 г, а измерения деформации – ±0,025 мм), методом и условием проведения эксперимента.

Полученные экспериментальные результаты могут служить основой для проектирования микроробототехнических систем космического назначения, снабженных служебной и целевой нагрузкой.

Список использованных источников:

1. Жуков А.А. Проблемы разработки и применения нано- и микросистемной техники в преспективных изделиях РКТ / А.А. Жуков, В.Б. Стешенко, А.В. Капустян // МЭС-2012. Москва, октябрь 2012. – 6 с.

2. Sitnikov N. Design of microgrippers based on amorphous-crystalline TiNiCu alloy with two-way shpe memory. Journal of Micro-Bio Robotics, 2020. - С.43-50.

3. Гоголинский К.В. Средства и методы контроля геометрических параметров и механических свойств твердых тел с микро- и нанометровым пространственным расширением. Автореф. дис. На соискание уч.ст.доктора тех.наук. С.-П. – 2015. – 46 с.
4. Козлов Д.В. Термомеханические актюаторы для систем микроперемещений в условиях открытого космического пространства. Автореф. дис. На соискание уч.ст.кандидата тех.наук. Москва – 2012. – 18 с.

Повышение долговечности ступицы колеса из стали 60С2ХФА путем термической обработки

Жуковская А.О.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Чекалова Е.А.
Московский Политех, Москва

Развитие современных отраслей машиностроения невозможно без повышения долговечности и надежности выпускаемых изделий при одновременном снижении их материалоемкости и себестоимости. В процессе эксплуатации наиболее интенсивным механическим и тепловым воздействиям подвергается поверхностный слой деталей машин. Одним из эффективных путей решения этой задачи является упрочнение деталей путем термической обработки.

В основе процесса изнашивания (согласно молекулярно-механической теории И.В. Крагельского) лежат три явления:

1. Взаимодействие поверхностей трения;
2. Изменения в поверхностном слое;
3. Разрушение поверхностей.

Ступица - это узел, соединяющий подшипниковую часть с подвеской, для свободного вращения колеса. Принцип действия осуществляется за счет роликов подшипника, позволяющих колесу и тормозному диску вращаться. Вне зависимости от марки и модели авто, каждое колесо “сидит” на ступице. Это позволяет колесу и тормозному диску вращаться относительно поворотного кулака или балки с помощью подшипника.

В результате эксплуатации машины ступицам свойственно изнашиваться по следующим причинам:

– естественный износ подшипника;
– установка больших колес, чем рекомендовано заводом-изготовителем (низкий профиль резины, большая ширина диска);
– эксплуатация авто на плохом дорожном покрытии (ступичный узел принимает на себя удары);
– некачественное изделие;
– сильная или слабая затяжка ступичного болта или гайки [1,2,3,4].

Целью работы является поверхностное упрочнение ступицы колеса для повышения её долговечности.

В качестве образца была взята ступица из материала 60С2ХФА, где основными элементами сплава являются:

Железо ~95%, кремний 1,4-1,8%, хром 0,9-1,2%, магний 0,4-0,7%, углерод 0,56-0,64, ванадий 0,1-0,2%, медь до 0,2%, никель до 0,25%, а также сера и фтор до 0,025%. Упрочнение её проводили лишь в определенных зонах, таких как внутренняя поверхность, где происходит соединение шруса и ступицы, а также торец и внешнюю поверхность вала.

Твердость в закалочной части составляет ≈ 62,1 HRC, а в основной ≈ 37,5 HRC. Также после закалки методом ТВЧ происходят изменения в волокнах детали.

Проведенные исследования показали, что метод ТВЧ повышает твердость в зонах подверженных циклическим нагрузкам в 1,6 раза, и составляет 62,1 HRC. Таким образом повышается долговечность работы ступицы.

Исследование процесса электроэрозионной обработки с использованием высокочастотного генератора импульсов

Иванов С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волгин В.М.
ТулГУ, Тула

С ростом спроса на микродетали и развитием микроэлектромеханических систем микроэлектроэрозионная обработка приобретает все большее значение. Однако микроэлектроэрозионная обработка имеет низкую скорость удаления материала из-за использования обычных генераторов импульсов [1].

В электроэрозионной обработке обычно используются два типа генераторов импульсов: генераторы импульсов релаксационного (RC) типа и транзисторные генераторы импульсов. Изготовление деталей размером менее нескольких микрометров требует минимизации энергии импульса, подаваемой в зазор между заготовкой и электродом. Это означает, что микроэлектроэрозионная обработка требует длительности импульса в несколько десятков наносекунд. В связи с этим разработка высокочастотных генераторов импульсов для микроэлектроэрозионной обработки в настоящее время является актуальной задачей [1]. Поскольку RC-генератор импульсов может генерировать такую малую энергию разряда просто за счет минимизации емкости в цепи, он широко применяется в микроэлектроэрозионной обработке [2].

С другой стороны, генератор импульсов транзисторного типа широко используется в обычной электроэрозионной обработке. По сравнению с генератором RC-импульсов он обеспечивает более высокую скорость удаления материала из-за высокой частоты разряда, поскольку нет необходимости заряжать конденсатор. Более того, длительность импульса и ток разряда могут произвольно изменяться в зависимости от требуемых характеристик обработки. Это свидетельствует о том, что применение генератора импульсов транзисторного типа в микроэлектроэрозионной обработке может обеспечить резкое улучшение скорости удаления материала за счет увеличения частоты разряда более чем в несколько десятков раз. Кроме того, можно легко получить равномерную отделку поверхности, так как импульсы разряда изоимпульсной длительности легко генерируются с помощью генератора транзисторного типа.

Список использованных источников:

1. Han F., Wachi S., Kunieda M. Improvement of machining characteristics of micro-EDM using transistor type isopulse generator and servo feed control // Precision Engineering. 2004. V.28(4). P.378-385.

2. Любимов В.В., Курочкин А.И., Волгин В.М., Садовников Р.В. Разработка и исследование генератора наносекундных импульсов для электроэрозионной микрообработки. // Электронная обработка материалов. 2018. Т.54(4). С.59-64.

Анализ анизотропии прессованных полуфабрикатов из сплава системы Al-Zn-Mg-Cu, полученных по различной технологии

Кладухин А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кунявская Т.М.
МАИ, Москва

Высокопрочные алюминиевые сплавы Al–Zn–Mg–Cu (типа В95, серии 7000) находят широкое применение в ведущих областях промышленности, главным образом в аэрокосмической, благодаря таким качествам как высокая прочность, отличным показателям конструкционной жесткости и обрабатываемости.

Как правило, полуфабрикаты из высокопрочных сплавов используют для изготовления ответственных узлов и деталей, несущих большую нагрузку. Однако, одной из серьезных проблем массивных полуфабрикатов из сплавов серии 7000 является большая разница между долевыми и поперечными и высотными механическими свойствами. Поэтому изучение и

совершенствование способов производства в контексте их влияния на свойства массивных полуфабрикатов имеет большое значение.

В данной работе были проведены сравнительные исследования полуфабрикатов, изготовленных по двум технологическим схемам:

1.Традиционная технология получения прессованных полуфабрикатов, полученных прессованием из слитка, полученного полунепрерывным литьем:

2.Технология быстрой кристаллизации (RSR/PM) методом Osprey Deposition, при которой прессованные полуфабрикаты изготавливают из компактной заготовки, полученной методом струйного компактирования быстрозакристаллизованных чешуек.

В качестве образцов исследования использовались прутки из сплава 7075 Т6, диаметром 130 мм. Первый образец был изготовлен по традиционной технологии прессованием из слитка; второй - прессованием из заготовки, полученной методом струйного компактирования Osprey Deposition.

Технология Ospray Deposition (струйного компактирования) реализует процесс быстрой кристаллизации, суть которого заключается в высокоскоростном распылении расплава с помощью инертного газа; благодаря моментальной кристаллизации (со скоростью свыше 10^5 град/с) расплава происходит своеобразное намораживание частиц друг на друга с формированием из них круглой заготовки. В отличие от слитка, образуется низкопористая мелкозернистая структура, лишенная грубых включений, чрезмерной вытянутости зерен в направлении теплоотвода и прочих макросегрегационных дефектов.

В результате быстрой кристаллизации удалось значительно понизить уровень анизотропии и повысить уровень прочностных и высотных свойств сплавов, полученных методом быстрой кристаллизации. Так, в продольном направлении полуфабриката из деформированного слитка предел прочности составляет 643-584 МПа, в поперечном — 499-494 МПа. В то время как аналогичные характеристики образца, изготовленного по технологии струйного компактирования, насчитывают 603-584 и 534-519 МПа соответственно. Для предела текучести значения изменяются от интервала в 573-488 МПа в продольном сечении и 398-386 МПа в поперечном до 568-543 и 479-458 Мпа соответственно. Снижение анизотропии в высотном направлении также компенсирует существенный недостаток сплавов системы Al-Zn-Mg-Cu — пониженную сопротивляемость к расслаивающей коррозии.

Сравнительный анализ механических свойств прессованных заготовок из сплава 7075, полученных по традиционной технологии с использованием в качестве литой заготовки слитка и заготовок из быстрозакристаллизованных чешуек показал, что технология струйного компактирования обеспечивает производство более изотропных и совершенных изделий по своим механическим свойствам: предел прочности в среднем повысился на 6%, предел текучести на 20%. Вкупе с возможностью выпускать широкий сортамент сплавов повышенного качества до 1000–2500 кг/ч, Ospray Deposition по праву может считаться высокоэффективной и перспективной технологией производства.

Список использованных источников:

1. Ю Лью, Юаньчунь Хуан, Чженбин Сяо. Влияние ультразвуковых колебаний расплава при литье на микроструктуру и коррозионные свойства Al–Zn–Mg–Cu сплава // Физика металлов и металловедение. 2017. Т. 118. № 11. С. 1164–1174.

2. Крайников А.В., Нейков О.Д. Быстрозакристализованные сплавы на основе алюминия для применения при повышенных температурах // Порошковая металлургия. 2013. № 9/10. С. 66–80.

3. Лехенихт Ф., Шарф Г., Зебровски Д., Шалимов А. Струйное компактирование – перспективный процесс производства сталей и сплавов повышенного качества // Металлург. 2010. № 10. С. 36–43.

Влияние параметров осаждения на выход по току и микротвердость электроосажденных Fe-W покрытий

Климова А.В., Алтухова О.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Силкин С.А.
Костромской государственный университет, Кострома

Для защиты деталей от коррозии, а также повышения их износостойкости и уменьшения коэффициента трения можно найти альтернативу хромированию поскольку оно отрицательно сказывается на окружающей среде, что накладывает запрет на применение данной технологии в ряде стран [1]. Всем необходимым условиям в виде высокой износостойкости. коррозийной устойчивости и твердости обладают сплавы металлов группы железа с вольфрамом или молибденом [2].

Особенность электроосаждения данного сплава является возможность получения сплава только соосаждением металла группы железа с вольфрамом, потому как самостоятельное осаждение вольфрама из его водных растворов невозможно [3].

Целью данной работы является экспериментальное определение оптимального значения показателя pH раствора электролита и выхода по току для получения наилучших значений выхода по току и микротвердости полученного электроосажденного Fe-W покрытия.

В ходе проведения эксперимента используется цитратный электролит, так как лимонная кислота в его составе образует комплексные соединения как с железом, так и с вольфрамом, что дает наилучшее качество покрытия с высоким содержанием вольфрама в сплаве.

Получены следующие выводы:

Наибольший выход по току был получен при pH=7,6, он равен 46%

Наибольшая твердость покрытия 970 HV была получена при pH=7,0, выход по току при этом был равен 20%

В ходе эксперимента с плотностями тока наибольший выход по току наблюдался при 4А/дм2 и составлял 48%, при этом наибольшая микротвердость 1139 HV была получена при 2А/дм2.

Список использованных источников:

1. Бобанова Ж.И., Петренко В.И., Силкин С.А., Ющенко, С.П., Яхова Е.А. //Электронная обработка материалов, 2005, № 6, С. 86–91.

2. Busey R. H. and Keller L. J. // Chem. Phys., 41, 1964, p.715

3. Grimm R.D., Landolt D., Surf. Coat. Technol. 1987, 31, 151.

Износостойкие порошки для лазерной наплавки

Козин В.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Наплавка является самым распространенным способом восстановления деталей на судоремонтных и машиностроительных предприятиях. Её широкое применение объясняется высокими технико-экономическими показателями. Наплавкой можно нарастить слой практически любой толщины, различного химического состава и физико-механических свойств.

Технология 3D лазерной наплавки металлических порошков (Laser Metal Deposition – LMD или Direct Metal Deposition - DMD) позволяет с высокой точностью создавать детали практически любой сложности. Особая роль этой технологии связана с необходимостью восстановления изношенных частей деталей с хорошей прочностью и износостойкостью. Однако выпускаемые отечественной промышленностью порошки не всегда отвечают нужным требованиям.

Целью данной работы было рассмотрение тенденций в разработке новых составов порошков для лазерной наплавки, обеспечивающих необходимые функциональные свойства наплавочных слоев.

Поиск патентов и их анализ позволил установить составы порошковых материалов, обеспечивающих износостойкость широкого круга деталей из стали и сплавов на никелевой основе.

Это механические смеси: порошка алюминия и ильменита (оксидов железа и титана) (патент РФ №2090646 от 20.09.1997); агломерированного карбида вольфрама и кобальта (патент РФ №2503740 от 10.01.2011) или сплава на основе кобальта (патент РФ № 2503740 от 10.01.2014). Однако эти составы не обеспечивают нужную износостойкость и твердость при эксплуатации деталей в условиях больших ударных нагрузок при температуре выше 500°С. При более высоких температурах эксплуатации лучшим составом является механическая смесь порошка сплава на никелевой основе с размером частиц 40-150 мкм и карбида тантала наноразмеров в количестве 10-40% от общего объема (патент РФ №2015104069/02 от 09.02.2015). Эксперименты показали, что наплавка этого состава значительно повышает износостойкость при выбранных режимах лазерной наплавки.

Электроискровое легирование с введением в межэлектродный промежуток химических соединений

Корешков А.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Бойцов А.Г.
МАИ, Москва

При рассмотрении физико-химических аспектов легирования, до настоящего времени уделялось мало внимания влиянию веществ, вводимых в межэлектродный промежуток, на формирование упрочненного слоя и массоперенос с анода на катод. В тоже время известно, что наличие на упрочняемой поверхности загрязнений (жировых пятен, частиц различного происхождения) приводит к резкой интенсификации электроразрядного процесса, причем он протекает более стабильно. Введением веществ, обладающих низким потенциалом ионизации, можно увеличить к.п.д. процесса (долю рабочих импульсов, тепловыделение). Немаловажное значение имеет возможность синтеза химических соединений из вводимых веществ и материалов сопряженных электродов с целью получения специальных свойств упрочненного слоя, например, антифрикционности. Эффективность применяемых веществ зависит от их химического взаимодействия с поверхностями электродов. Важно также, чтобы они не образовывали соединений, снижающих служебные свойства легированного слоя.

Внешняя среда увеличивает электрическое сопротивление контакта, ухудшая его служебные свойства. Очевидно, что процессы могут иметь место при легировании, когда из-за многократного воздействия электрических разрядов, вызывающих диссоциацию и ионизацию межэлектродной среды, у анода происходят окислительные процессы, а у катода — восстановительные. Окисление анода приводит к формированию соединений, увеличивающих переходное сопротивление зоны газ–анод, что влечет увеличение тепловыделения и усиление полярного эффекта, т.е. большей эрозии анода по сравнению с катодом. В некоторых случаях удается в десятки раз увеличить перенос материала с анода на катод применением веществ, образующих на аноде соединения, обладающие меньшими проводимостью и сопротивлением электрической эрозии. Без введения таких веществ, перенос эрозионно-стойких материалов (медь, молибден, вольфрам и др.) очень мал, либо отсутствует вовсе.

Стоит отметить, что намазывание на упрочняемую поверхность различных веществ неоднозначно сказывается на величине массопереноса. При использовании слюды, например, удается увеличить массоперенос в 10 и более раз.

Столь значительное повышение массопереноса, может быть, объяснено с нескольких позиций:

• Интенсифицируется нагрев легирующего электрода вследствие возрастания электрического сопротивления переходной зоны газ–анод, из-за образования на поверхности анода химических соединений;

• Диссоциированные и ионизированные электрическими разрядами вещества производят химическое разрушение материалов сопряженных электродов, в первую очередь анода, с образованием соединений, имеющих более низкую электроэрозионную стойкость, чем исходный материал анода;

• Введенные в межэлектродный промежуток вещества увеличивают к.п.д. электроразрядного процесса за счет снижения потенциала ионизации;

• Происходит дополнительное тепловыделение из-за разложения вводимых веществ и протекания химических реакций в межэлектродном промежутке.

Эффективность различных веществ будет зависеть от проявления указанных факторов. Следует отметить, что процессы в межэлектродном промежутке зависят от количества вводимых веществ, т.е. необходима соответствующая их дозировка регулированием технологии намазывания.

Список использованных источников:

1. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей: Учеб. пособие / А.Г. Бойцов, А.П. Ковалев, А.С. Новиков и др. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 584 с.: ил.

2. Физико-химические основы создания электродных материалов для электроискрового легирования / А.Д. Верхотуров, И.А. Подчерняева // Электронная обработка материалов. 1987. N5. С. 11-14.

3. Денисов Л.В., Силуянова М.В., Курицына В.В., Курицын Д.Н. Обеспечение равномерности электроискрового упрочнения поверхностей деталей двигателей летательных аппаратов. СТИН. – 2019. – № 10. – С.41-44.

Разработка и исследование бортовой вычислительной машины, реализующей концепцию интегрированной модульной авионики

Корнеев И.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Акилин В.И.

МАИ, Москва

В современном авиационно-космическом приборостроение широкое применение находят пилотажно-навигационные комплексы и системы управления. Важнейшим отличием перспективных от существующих авиационных комплексов является значительное расширение совокупности и качества выполняемых задач, решение которых, в свою очередь, обеспечивается за счет применения новых вычислительных систем.

На сегодняшний день одной из наиболее перспективных концепций построения комплексов авиационного бортового оборудования является концепция интегрированной модульной авионики (ИМА), которая базируется на использовании открытой архитектуры и единой вычислительной среды. В соответствии с концепцией ИМА вычислительная платформа реализуется в виде базовой конструкции (крейта), имеющей набор сменных электронных модулей (процессорных модулей, модулей памяти, модулей сетевого коммутатора, модулей электропитания). При этом конструкция модуля строится в соответствии с единым стандартом, обеспечивающим принципы унификации и взаимозаменяемости. Модульный подход при построении аппаратной и программной частей вычислительного комплекса позволяет при его разработке широко использовать принцип унификации и за счет этого существенно снизить затраты на проектирование и производство изделий новой техники.

АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (АО «РПКБ») относится к числу ведущих отечественных разработчиков бортовой вычислительной авиационной техники. В АО «РПКБ» на протяжении длительного времени было создано несколько поколений бортовых вычислительных систем (БВС), которые нашли применение практически во всех производимых самолетах и вертолетах.

На предприятии АО «РПКБ» в настоящее время проводятся работы по созданию бортовых цифровых вычислительных машин на основе концепции ИМА с применением

отечественной элементной базы и использованием операционной системы реального времени.

Современные электрорадиоизделия (ЭРИ), применяемые в БВС, при работе часто нагреваются до значительных температур, что неблагоприятно отражается на их выходных характеристиках и может даже стать причиной термического повреждения процессора.

В данной работе рассмотрены вопросы состояния и тенденции развития в области разработки бортовой цифровой вычислительной техники летательных аппаратов, рекомендации к вопросам доведения параметров БЦВМ, разработанного в АО РПКБ «Раменское приборно-конструкторское бюро», до требований перспективных вычислительных систем нового поколения. Для этого разработана математическая модель основных параметров прибора и проведен расчет тепловых полей, рассмотрены технологические аспекты конструкции, данной БЦВМ, на основании анализа которых предложены пути ее модернизации, позволяющие уменьшить тепловую нагрузку на высоконагруженные ЭРИ.

Генераторы наносекундных импульсов для микроэлектроэрозионной обработки

Королева О.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Любимов В.В.
ТулГУ, Тула

В связи с растущим спросом на микродетали и развитием микроэлектромеханических систем микроэлектроэрозионная обработка (МЭЭО) становится все более популярной. Однако микроэрозионные установки имеют довольно низкую производительность из-за использования генераторов импульсов, не учитывающих особенности процесса микрообработки. В настоящее время доказано, что для получения наилучшего соотношения качества обработанной поверхности и производительности обработки наиболее эффективным методом является уменьшение длительности импульса. В связи с этим разработка генераторов ультракоротких импульсов для МЭЭО в настоящее время является актуальной задачей [1].

При электроэрозионной обработке (ЭЭО) обычно используют два типа генераторов импульсов: RC-генераторы импульсов и генераторы импульсов транзисторного типа. Поскольку RC- генератор может генерировать импульсы с малой энергией, что достигается за счет уменьшения емкости в цепи, он широко применяется при МЭЭО. Однако обработка с использованием RC-генератора импульсов имеет следующие недостатки [1]: чрезвычайно низкая производительность обработки, сложность достижения однородности качества поверхности, возможность термического повреждения обрабатываемой заготовки.

Генераторы импульсов транзисторного типа по сравнению с RC-генераторами обеспечивают более высокую производительность из-за высокой частоты следования импульсов [1]. Кроме того, длительность импульса и ток разряда можно произвольно изменять в зависимости от требуемых характеристик обработки. Применение генераторов данного типа в МЭЭО может обеспечить увеличение производительности обработки за счет повышения частоты импульсов на несколько порядков, а так же получить однородную поверхность детали, поскольку возможно реализовывать импульсы разряда заданной длительности. Применение генератора транзисторного типа в МЭЭО впервые было изучено в работе [2].

В работе [3] показано, что импульс разряда, используемый для обработки, может быть получен путем периодического включения транзистора с периодом 1000 нс при длительности импульса 100 нс. Однако в этом исследовании генерировали импульс только за счет периодического включения транзистора, поэтому было сложно убедиться, что электрический пробой происходит всякий раз, когда подается на электроды подается напряжение, поскольку время задержки разряда не всегда меньше длительности импульса.

В работе [4] был исследован изоимпульсный генератор транзисторного типа применимого для чистовой обработки МЭЭО. Для генерации изоимпульса напряжение на промежутке отслеживается для обнаружения возникновения разряда, и после заданной длительности разряда полевой транзистор выключается. Однако существует задержка в передаче сигнала от возникновения разряда до выключения полевого транзистора. Предложенная схема генератора импульсов для МЭЭО позволила существенно уменьшить время задержки. В результате время задержки было значительно сокращено, и была получена минимальная длительность импульса около 30 нс.

В работе [5] был разработан высокочастотный генератор биполярных импульсов, который может создавать положительные импульсы с длительность нескольких сотен наносекунд и возможностью управления скважностью и пиковым напряжением.

На кафедре «Электро – и нанотехнологий» ТулГУ был разработан транзисторный генератор для МЭЭО с полумостовой схемой в оконечном каскаде [6]. Данная схема позволяет получить одинаковую длительность переднего и заднего фронта, и тем самым, учитывая характеристики современных транзисторов, получить импульс длительностью менее 10 нс.

Список использованных источников:

1. Kumar D, Singh NK, Bajpai V (2020) Recent trends, opportunities and other aspects of micro-EDM for advanced manufacturing: a comprehensive review. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 42(5)б 1-26.

2. Masuzawa T, Fujino M (1980) Micro pulse for EDM. Proc Japan Society for Precision Engineering Autumn Conference, pp 140–142

3. Nakazawa K, Han F, Kunieda M (2000) Micro-EDM using transistor type pulse generator. In Proceedings of the Japan Society for Precision Engineering Spring Conference, p. 259.

4. Han F, Wachi S, Kunieda M (2004) Improvement of machining characteristics of micro-EDM using transistor type isopulse generator and servo feed control. Precision Engineering, 28(4), 378–385.

5. Chung DK, Shin HS, Park MS, Chu CN (2011) Machining characteristics of micro EDM in water using high frequency bipolar pulse. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 12(2), 195–201.

6. Патент РФ № 2697314, 28.06.2108

Формирование номенклатуры объектов аддитивного производства

Краснова Е.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саушкин Б.П.

Московский Политехнический университет, Москва

Имеющийся опыт создания аддитивных производств (АП) указывает на то, что технико-экономическая эффективность использования аддитивной технологии (АТ) в значительной степени зависит от функциональных и конструктивных свойств изготовляемого изделия, его технологичности с точки зрения АП и годового объема выпуска [1−4].

При постановке новых изделий на производство на этапе его технологической подготовки необходимо выделить изделия, которые целесообразно изготавливать по технологиям АП. С другой стороны, на предприятии должна проводиться плановая работа по переводу ряда изделий основного и вспомогательного производства на АТ. В результате формируется перечень (номенклатура) изделий АП (НИАП). Этот перечень призван обеспечить устойчивое планирование и функционирование АП, рациональное распределение ресурсов предприятия, формирование его политики в области развития машинно-аппаратурного парка.

При построении модели формирования НИАП приняты следующие условия и допущения:

1. Номенклатура должна включать изделия, как изготовляемые на предприятии, так и находящиеся на стадии проектирования или технологической подготовки производства, и

ранжировать их по срокам запуска в производство. Это позволит, с одной стороны, осуществлять перспективное планирование АП и вовлекать в него новые изделия, а с другой−осуществлять принцип отработки таких изделий на технологичность с позиций АП на стадии проектирования.

2. Многоаспектность задачи предполагает использование векторного критерия выбора НИАП, представленного системой единичных скалярных критериев.

3. При определении системы критериев выбора и разработке шкал для них целесообразно использовать экспертный метод, так как эти процедуры трудно формализовать.

4. Необходимым и достаточным условием перевода изделия на АП являются повышение прибыли предприятия при сохранении или повышении уровня качества изделия и запланированного объема выпуска продукции.

5. Поскольку на стадии формирования НИАП получение адекватных значений некоторых технологических характеристик АТ, таких, например, как трудоемкость и себестоимость, затруднено, разработка НИАП осуществляется методом последовательного приближения, с соответствующим изменением и уточнением единичных критериев выбора изделий. На первом этапе производится предварительное формирование групп изделий, на втором–уточняется их состав с учетом пополнения базы технологических знаний и уточнения технологических показателей изготовления изделий каждой группы, на третьем–выполняется технико-экономическая оценка эффективности перевода изделий на аддитивное производство и планирование с учетом срока запуска [5]. Понятно, что от этапа к этапу количество изделий в группе может сокращаться.

В качестве возможных объектов рассматриваются два вида изделий: детали и сборочные единицы. На этом этапе решаются следующие основные задачи:

1. Исключаются из дальнейшего рассмотрения изделия, которые заведомо нецелесообразно переводить на АП (низкая конструктивная сложность, малая трудоемкость изготовления по имеющимся технологиям, высокий уровень серийности производства).

2. На основании классификационной модели каждому изделию присваивается идентификационный индекс ИАП, характеризующий возможность его изготовления по АТ.

3. Выделяются и ранжируются по степени важности для развития производства несколько групп изделий, схожих по конструктивно-технологическим и функциональным признакам.

3. Оценивается количество изделий в каждой группе, осуществляется предварительный выбор типа и модели оборудования, подходящего для их изготовления, и потребного количества этого оборудования.

4. Ориентировочно оценивается объем работ по достижению конечных свойств изделия.

Задавая значения разрядных индексов или накладывая на них ограничения в виде неравенств, можно автоматически выделять множество изделий с заданными свойствами для предварительного формирования группы изделий, которые можно изготовить одним методом и на одном оборудовании.

Разработка (уточнение) классификационной модели для конкретного предприятия и использование ее для идентификации изделий производится экспертной группой, включающей в себя конструкторов, технологов, экономистов, хорошо знакомых с методами и технологиями АП.

Список использованных источников:

1. Atzeni E. and Salmi A., Economics of Additive Manufacturing For End-Usable Metal Parts, Int. J. Adv. Manuf. Tech., 62 [9], 1147-1155 (2012).

2. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Аддитивные технологии: освоение и внедрение в производство/Ритм машиностроения. 2016, № 9.С. 26–31.

3. Brandt, M. Laser Additive Manufacturing: Materials, Design, Technologies, and Applications/под редакцией M. Brandt–Woodhead Publishing, 2016.498 pp.

4. W. E. Frazier, Metal Additive Manufacturing: A Review, J. Mater. Eng. Performance, 23 [6], 1917-1928 (2014).

5. Краснова Е.В. Методика формирования номенклатуры изделий аддитивного производства предприятия (отрасли)/Молодежь и будущее авиации и космонавтики. Сб. аннотаций. – М.: МАИ. 2019.С.225−227.

Предпосылки и характерные особенности процесса выявления и анализа приоритетных направлений развития промышленных технологий в целях создания перспективных космических средств

Куликова Д.В., Жигарь А.Н., Шевченко И.И.
Научный руководитель — Рахмилевич Е.Г.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Необходимость более высокого уровня космических средств (КС) и промышленных технологий их изготовления определяет рост эффективности методов организации процессов разработки и постановки на производство КС. В настоящее время в отрасли не разработана в полном объеме методология, программно-математическое и нормативное обеспечение эффективной организации процесса выявления, анализа и выбора приоритетных направлений развития промышленных технологий изготовления КС. В 80-х годах в отрасли [1,2] были разработаны основные положения систем «формирования перспектив научно-технического развития», «обеспечения опережающего технологического развития» и разработаны планы создания и внедрения программно-математического и нормативного обеспечения. Однако данные разработки в отрасли не были доведены до внедрения.

При решении задач прогнозирования развития КС необходимо учитывать возможности и последствия формирующихся и существующих направлений научно-технического прогресса, которые целесообразно исследовать в качестве объектов прогноза, поскольку они оказывают существенное (а нередко и определяющее) влияние на показатели облика разрабатываемых систем и их компонентов.

При анализе приоритетных направлений развития промышленных технологий изготовления космических средств необходимо учитывать следующие тенденции развития КС и промышленных технологий их изготовления:

1. существенное сокращение «реализационных циклов» КС (времени от разработки технического задания до постановки на производство);

2. существенное усложнение задачи выбора наиболее перспективного направления развития КС в связи с ростом числа альтернатив обеспечивающих научно-технологических исследований;

3. существенное возрастание рисков неконтролируемого роста времени и затрат на разработку и постановку на производство в связи с усложнением структуры КС и системы организаций, участвующих в кооперации.

С учетом указанных тенденций период упреждения научно-технических прогнозов развития КС составляет от 15-20 до 20-30 и более лет. То есть по критерию периода упреждения процесс выявления, анализа и выбора приоритетных направлений развития промышленных технологий изготовления КС рассматривается как система дальнесрочного прогнозирования.

Для составления прогноза развития космических средств за основу был взят перечень прорывных технологий, которые включены в «Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации до 2030 года» (Топ-10).

Условно перечень прорывных технологий (Топ-10) можно разделить на следующие укрупненные направления (группы):

1. автоматические космические аппараты;
2. средства выведения и транспортировки;
3. пилотируемые полеты;
4. междисциплинарные исследования.

К группе создания автоматических космических аппаратов (АКА) можно отнести следующие направления развития космических средств: аддитивные технологии с использованием материалов из космоса; обслуживаемый космос; создание многоспутниковой многофункциональной системы на базе малоразмерных космических аппаратов; технологии совершенствования целевых приборов и служебных систем АКА и их целевого применения.

К группе создания средств выведения и транспортировки можно отнести следующие направления: межсредные гиперзвуковые летательные аппараты; технологии плазменных двигателей большой мощности; ракеты-носители сверхлегкого класса; технологии длительного хранения криогенных топлив; ракеты-носители с многоразовыми блоками первой ступени.

К группе обеспечения пилотируемых полетов можно отнести следующие направления: технология автономного медико-биологического обеспечения длительных полетов; технология роботизированных средств с элементами искусственного интеллекта; технология защиты экипажа от длительного воздействия радиоактивного излучения; технология длительно работающих в автономном режиме систем жизнеобеспечения.

К группе междисциплинарных исследований можно отнести такие направления как: технология управления космическим движением, технология навигационного обеспечения.

Настоящий прогноз необходимо сформировать по двум основным периодам – до 2028 и до 2035 гг.

Список использованных источников:

1. Исаченко В.А. Новые принципы подхода и формирования научных исследований в области техники и технологии/ Труды XIX чтений, посвященных разработке научного наследия и развития идей К.Э. Циолковского. – М.: ИИЕТ АН СССР,1985. – с.17-23.

2. Денисов А.В. Выбор технологических процессов на ранних стадиях проектирования изделий при многокритериальной оценке вариантов// Тез. докл. Всесоюз. семинара «Проектирование систем ракетного и артиллерийского вооружения». М.: МВТУ. 1987.

Оптимизация технологических параметров селективного лазерного сплавления на основе нейросетевой генерации шероховатости профиля

Кулиманов И.Е.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.

РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Современное авиационное двигателестроение является отраслью, для которой характерно непрерывное совершенствование выпускаемых изделий по критериям повышения надежности, работоспособности и экономичности. Технологии изготовления ответственных деталей сложной формы являются одними из наиболее наукоёмких отраслей с высокой удельной стоимостью продукции. Это связано со следующими особенностями наукоемкого машиностроения: большая доля создания новых материалов с исследованием свойств и способов их формообразования; новые методы изготовления и обработки поверхности. В то же время требуется снижение времени изготовления конкурентоспособной продукции при обеспечении ее качества. Технологии аддитивного производства позволяют сократить сроки выпуска нового изделия на этапах проектирования и изготовления. С их помощью можно создавать изделия сложной формы и заданной точности без предварительных затрат на подготовку технологического оборудования.

В настоящее время широко используются различные аддитивные технологии для изготовления деталей: SLA, FDM, SLS и другие. Технология SLM (Selective Laser Melting), позволяющая получать детали сложной формы из металлического порошка, является одним из перспективных направлений в авиационном двигателестроении.

Метод селективного лазерного сплавления интенсивно исследуется с целью обеспечения заданных показателей качества деталей, к которым предъявляются повышенные требования. В работе [1] было проведено исследование зависимости шероховатости, морфологии

поверхности и количества дефектов структуры от различных параметров изготовления деталей с помощью селективного лазерного сплавления. В работе [2] были выявлены зависимости размера получаемого образца от его расположения на платформе. Основным методом исследования является регрессионный анализ, позволяющий связывать исследуемые параметры с помощью полиномиальных зависимостей.

Для исследования многофакторных зависимостей различных параметров качества детали от технологических параметров SLM предложено использовать методы машинного обучения. С целью моделирования полного профиля шероховатости, а не только отдельных параметров, был применен генеративный подход с возможностью вероятностно-статистического анализа процесса изготовления. В качестве модели была использована глубокая сеть доверия (DBN). DBN это порождающая графовая модель, состоящая из нескольких скрытых слоев, в которых нейроны внутри одного слоя не связаны друг с другом, но связаны с нейронами соседнего слоя. Следовательно, DBN подходит для обучения на неразмеченных данных с сохранением состояний каждого слоя. Для различных сочетаний технологических параметров (угол поворота платформы, толщина слоя) и соответствующих параметров шероховатости поверхности обучается своя модель, выполняющая генерацию профиля поверхности для заданной формы детали.

В результате применения модели появляется возможность более полного анализа профиля шероховатости и исследования влияния технологических параметров на качество поверхности с целью их оптимизации.

Список использованных источников:

1. Д.И. Сухов, С.В. Неруш, С.В. Беляков, П.Б. Мазалов. Исследование параметров шероховатости поверхностного слоя и точности изготовления изделий аддитивного производства// Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – Москва. – 73-84 с.

2. И. В. Горбатов, Ю. А. Орлов, В. А. Антюфеев, Т. В. Тельгерекова, Н. Ю. Орлова. Определение геометрической точности и шероховатости поверхности малогабаритных деталей круглого и квадратного сечения, получаемых в зависимости от расположения в рабочем пространстве принтера по технологии селективного лазерного плавления из стали марки 12Х18Н10Т// Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». – 2019г. 59-67 с.

Применение в конструкции лопасти несущего винта литий-полимерных сплавов

Курганенко В.С.

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

КНИТУ–КАИ, Казань

Лопасти несущего винта вертолета должны быть сконструированы таким образом, чтобы, создавали требуемую подъемную силу, могли выдерживать все нагрузки и имели запас прочности для случаев, которые прописаны в разделах C и D АП-27, и могли использоваться. в полете и во время технического обслуживания вертолета возникают на земле (например, сильный порыв ветра, поднимающийся воздушный поток, резкий маневр, обледенение лопастей, невозможность повернуть винт после запуска двигателя и т. д.).

Лопасть несущего винта работает в очень сложных условиях. На нее действуют аэродинамические силы, которые действуют при изгибе, кручении и разрушении. Кроме того, существуют факторы, которые увеличивают нагрузку на лопасть, поэтому лопасть делают достаточно прочной. В неблагоприятных погодных условиях работа лопасти еще больше усложняется. Например, капли дождя, которые на высокой скорости ударяют по лопасти, сбивают с нее краску. Когда происходит обледенение, образуются ледяные наросты на лопастях, тем самым искажая профиль, влияя на маховое движение лопасти и увеличивая ее вес. Когда вертолет хранится на земле, резкие перепады температуры, влажность и действия солнечных лучей губительны для лопасти.

Решаемая задача - разработать лопасть, которая максимально выдержит воздействие внешней среды, сохранив при этом свою эффективность и весовую отдачу.

Известны такие решения, как:

• Для металлической лопасти, например, можно сделать специальное антикоррозийное покрытие.

• Лопасть из соображения меньшего веса изготовляют полой.

Типичная конструкция металлической лопасти – представляет собой сборную конструкцию. Основным силовым элементом является металлический лонжерон, обычно стальная труба переменного сечения, площадь которой постепенно или ступенчато уменьшается от корневой части к концу лопасти. В качестве основного продольного силового элемента лопасти лонжерон воспринимает перерезывающие силы и изгибающий момент. В результате вращения винта центробежные силы действуют также на лонжерон, чего нельзя сказать, например, о лонжероне крыла самолета.

Предлагается конструктивное решение в части применяемых материалов, из которых изготовлена конструкция лопасти. Алюминий-литиевые сплавы представляют собой перспективный класс известных алюминиевых систем и характеризуются отличным сочетанием механических свойств: низкой плотности, повышенного модуля упругости и довольно высокой прочности. Это позволяет изготавливать вертолетную технику с меньшей массой, что позволяет экономить топливо, увеличивать несущую способность и улучшать другие характеристики летательных аппаратов.

К настоящему времени создан целый класс сплавов с низкой плотностью для самых разных целей: сплавы для изготовления сварных деталей; высокопрочные сплавы для замены сплавов Al-Zn-Mg-Cu типа В95; Сплавы с повышенной трещиностойкостью, как замена сплавам типа Д16 системы Al-Cu-Mg; жаропрочные сплавы. Оригинальный сплав 1420 был разработан на основе системы Al-Mg-Li. Он самый легкий (плотность 2,47 г/см^3), коррозионностойкий, свариваемый, имеет относительно высокую прочность (по сравнению с предыдущими сплавами) и повышенный модуль упругости (7500 кг/мм^2). Сплав закаливается как при охлаждении в воде, так и на воздухе.

Алюминиево-литиевые сплавы наиболее эффективно используются в вертолетной технике. Это связано с тем, что они имеют более высокую стоимость, но в то же время более низкую плотность и более высокий модуль упругости по сравнению с обычными алюминиевыми сплавами систем Al-Cu-Mg и Al-Zn-Mg-Cu.

Список использованных источников:

1. Бохоева Л.А. ИСПЫТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ И УЗЛОВ ВЕРТОЛЕТА НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ / Л.А. Бохоева, В.Ю. Курохтин, А.В. Перевалов, В.Е. Рогов, А.М. Покровский, А.С. Чермошенцева // Вестник Московского авиационного института. 2017. Т. 24. № 1. С. 7-16.

2. Левшонков Н.В. МЕТОДЫ ВЕСОВОЙ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРА СВЕРХЛЕГКОГО ВЕРТОЛЕТА С СООСНЫМИ ВИНТАМИ / Н.В. Левшонков // Вестник Казанского государственного технического университета им.А.Н.Туполева. 2013. №2-1. С. 5-7

3. Халиулин В.И. АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЕТА НЕТРАДИЦИОННОЙ КОМПОВНОВКИ. / В.И. Халиулин, А.М. Гирфанов, Н.В. Левшонков // Авиационная промышленность. 2019. № 2. С. 16-19.

Применение полимерных композиционных материалов в двигателях летательного аппарата

Лезнов С.Н.

Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.

МАИ, Москва

Развитие авиации получило новый виток с изобретением двигателей, которые помогли уйти от неуправляемого полёта к управляемому, а также возможность создания первых самолётов. Первоначальные требования к материалу планера были легкость и прочность, которые со временем, а точнее с развитием промышленности, добавлялись и другие, например, радио-прозрачность (для связи самолёта с диспетчером), термостойкость,

огнеупорность и др. С новыми требованиями пришли и новые материалы с особенностями [1] и ограничениями [2, 3] по их обработке. Обычно они изготавливались на базе уже известных – дюралевые сплавы, стали, титановые сплавы.

Особое место заняли полимерные композиционные материалы – полимерные смолы, упрочнённые тканями или волокнами. Обладая большей удельной прочностью, позволяющие уже на стадии конструирования армировать деталь по оси нагрузки на деталь. Главным их преимуществом является удельная прочность – при той же массе детали, что и металлическая, она способна выдерживать гораздо большие нагрузки. Данное преимущество позволяет существенно снизить расход топлива крупных самолётов, что имеет огромное значения в условиях современной авиации [4], но связано с определёнными рисками [5, 6] и в большей степени техническими (хотя не ограничивается только этим видом рисков).

По этой причине доля полимерных композиционных материалов в авиации с каждым годом всё более возрастает [7], а многие конструкторские бюро, принимая возникающие при этом технические риски [8, 9], исследуют возможность замены как можно большего числа деталей из металла на композиционные.

На данный момент в двигателестроении полимерные композиционные материалы ещё не нашли широкого применения. Хотя большое значение придаётся другой группе материалов: керамическим композитам и углерод-углеродным композиционным материалам, в первую очередь из-за высокой температуры эксплуатации, и всё той же возможности «закладывать» армирования вдоль оси нагрузок.

Полимерные композиционные материалы так же можно использовать в конструкции двигателей летательного аппарата. Но из-за ограничения температуры эксплуатации (до 300°С) их внедрения необходимо начинать с наименее нагретых участков двигателя – внешнего обвода. В данной работе рассмотрены полимерные связующее, которые позволят использовать полимерные композиционные материалы при температурах 300-350°С.

Список использованных источников:

1. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Воздействие электроэрозионного фрезерования на обработку деталей ГТД из титановых сплавов // Авиационная промышленность, 2019. № 1. С. 45-47.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние электрофизических методов обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность. 2018. № 2. С. 41-43.

3. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность, 2018. № 3-4. С. 35-37.

4. Применение полимерных композиционных материалов в конструкциях летательных аппаратов / Г.М. Гуняев, В.В. Кривонос, А.Ф. Румянцев, Г.Ф. Железина. – ВИАМ, 2003. – 16 с.

5. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003. С. 193-194.

6. Маликов С.Б., Юрин В.Н. Риски параллельного выполнения работ конструкторско-технологической подготовки опытного производства авиационных двигателей / Применение ИПИ-технологий в производстве. 2007. С. 117-118.

7. Применение полимерных композиционных материалов при производстве и ремонте машин: учеб. пособие / Н.И. Баурова, В.А. Зорин. – М.: МАДИ, 2016. – 264 с.

8. Маликов С.Б. Метод анализа технического риска при организации подготовки опытного производства деталей: диссертация... канд. техн. наук. – М.: МАТИ, 2012. – 195 с.

9. Маликов С.Б., Юрин В.Н. Оценка последствий внесения изменений документов конструкторско-технологической подготовки производства в условиях параллельного выполнения работ / Применение ИПИ-технологий в производстве. 2008. С. 75-76.

Совершенствование метрологии для развития аддитивного производства в авиадвигателестроении

Лысяков М.А., Токмакова Е.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Токмакова Т.В.
МАИ, Москва

В настоящее время в авиационном двигателестроении начинают получать широкое распространение аддитивные технологии, основанные на добавлении материала, из которого создается объект по данным его компьютерной модели. С помощью аддитивного производства получены модели воздухозаборных устройств, компрессоров, завихрителей камер сгорания, лопаток, крыльев, шевронных сопел и деталей аэродинамических стендов. Аддитивные технологии значительно уменьшают потребность в сырье и материалах, дают экономию средств при запуске производства, позволяют быстро корректировать производственный процесс на любом его этапе по сравнению с технологиями, основанными на удалении материала с заготовки [1,2].

Для повышения эффективности использования аддитивных технологий в данной работе рассмотрены направления совершенствования системы национальных стандартов, а также возможности применения соответствующих методов и средств метрологического обеспечения.

Метрология и стандартизация в сфере аддитивных технологий должны развиваться по следующим связанным между собой направлениям: определение характеристик материалов, управление технологическими процессами в режиме реального времени, сертификация продукции и системная интеграция.

Целесообразно развивать возможности существующих методов определения характеристик металлических порошковых материалов и механических свойств металлических деталей, полученных аддитивными технологиями [3].

В сфере управления технологическими процессами в реальном времени следует внедрять метрологические инновации, обеспечивающие контроль количественных параметров с целью проверки моделей процессов, калибровки датчиков, используемых при контроле, определения оптимальных условий для процессов [4]. Необходимо разработать систему показателей и методов испытаний для оценки эффективности используемого метрологического обеспечения. Модели, прошедшие испытания и основанные на физической сущности процессов, будут использованы для получения алгоритмов управления в реальном времени.

В области сертификации продукции требуется создать основы для установления эквивалентности с помощью сертификации материалов, деталей и процессов, применяемых в аддитивных технологиях, используя новые методы испытаний, а также для получения баз данных для обмена информацией об аддитивных производствах между участвующими сторонами. Необходимо разработать методы, объединяющие предварительную обработку, процесс производства, а также измерения.

В области системной интеграции целесообразно упорядочить объединение систем аддитивных технологий для снижения стоимости разработки и использования данного метода производства.

Одной из главных задач метрологии является анализ возможностей имеющейся эталонной и испытательной базы, существующих методов и средств неразрушающего контроля (в том числе, с использованием стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов), нанотехнологий, компьютерных технологий для решения задач применения аддитивных методов производства в авиационном двигателестроении.

Список использованных источников:

1. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Воздействие электроэрозионного фрезерования на обработку деталей ГТД из титановых сплавов // Авиационная промышленность. – 2019. – № 1. – С. 45-47.

2. Высоцкая В.И., Маликов С.Б., Токмакова Т.В. Влияние электрофизических методов обработки на свойства КМ на основе высокотемпературных карбидов с металлическими наполнителями // Авиационная промышленность. – 2018. – № 2. – С. 41-43.

3. Токмакова Е.Н., Рогачев С.О. Исследование характера разрушения слоистого композита из азотсодержащей стали 08Х17Т и сплава Fe-20Cr-5V после отжига. // Перспективное развитие науки, техники и технологий: сборник научных статей 10-й Международной научно-практической. – Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020. – С. 244-247.

4. Лодянова В.И., Токмакова Т.В. Повышение качества изготовления сложнопрофильных поверхностей деталей двигателей летательных аппаратов // В книге: Гагаринские чтения - 2018. Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции. – 2018. – С. 193-194.

Исследование фотокаталитических свойств покрытий, сформированных методом плазменно-электролитных покрытий на сплавах магния и алюминия

Медвецкова В.М., Кондрацкий И.О.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Крит Б.Л.
МАИ, Москва

В настоящее время исследование о возможности создания методов нанесения покрытий с самоочищающейся поверхностью о очень актуально для всего мирового сообщества возникновением и развитием пандемии заболевания Covid-19, вызываемого вирусом SARS-CoV-2. Для борьбы с различными вирусными инфекциями ведущими странами мира выделяются достаточно большие средства.

Использование в общественных местах масок, перчаток и других средств индивидуальной защиты улучшает эпидемиологическую обстановку, но правила ношения средств индивидуальной защиты и, в особенности, их утилизацию невозможно контролировать при большом потоке людей. Установлено, что около 70% больничных инфекций переносятся через руки медперсонала, в том числе при регулярном использовании перчаток [1].

Самым действенным путём борьбы с распространением вирусной инфекции является создание условий для невозможности закрепления вирусов. Поэтому получение антивирусных покрытий на различных материалах поможет уменьшить распространение инфекций воздушным и контактным способами. Все чаще в исследованиях всплывает термин «фокаталитическая дезинфекция». «Фотокаталитическая дезинфекция» оказалась весьма действенным способом дезоктивации многих организмов.

Одним из максимально эффективных способов для придания самоочищающихся способностями считаются формирование покрытий, проявляющими фотокаталитические свойства. Наиболее исследованным является оксид титана.

На данный момент существует немного технологий по получению фотокаталитического оксида титана. Прогрессивным способом формирования фотокаталитических покрытий является применение метода плазменно-электролитной обработки (ПЭО) поверхности [2].

Многие исследователи считают, что фотокаталитические свойства проявляют не только ПЭО-покрытия сформированные на титане, но и ПЭО-покрытия на основе магния, цинка и некоторых других элементах.

Исследование фотоиндуцированных бактерицидных свойств плазменно-электролитных покрытий на сплавах магния и алюминия проводили на образцах в форме пластин с размерами 30х30х3 мм. Образцы, с сформированным покрытием, были переданы для проведения микробиологических исследований.

Список использованной литературы:

1. Musu M., Lai A., Mereu N.M., Galletta M., Campagna M., Tidore M., Piazza M.F., Spada L., Massidda M.V., Colombo S., Mura P., Coppola R.C. Assessing hand hygiene compliance among healthcare workers in six Intensive Care Units. J Prev Med Hyg. 2017, 58(3), E231-E237

2. Curran J., Chipasa K., Leigh A., Patent US 2015/0068906 Al, 2015; Jiang H, Shao Z, Jing B. Effect of electrolyte composition on photocatalytic activity and corrosion resistance of micro-arc oxidation coating on pure titanium // Procedia Earth and Planetary Science (2011) 2(1) 156-161 DOI: 10.1016/j.proeps.2011.09.026.

Подходы к моделированию потоков порошковых частиц в аддитивных технологиях

Мельников А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Аддитивные технологии с применением порошковых материалов позволяют с высокой точностью и эффективностью изготавливать функциональные изделия. В литературе [1] аддитивные методы классифицируют по способу нанесения порошка. Технологии «Direct Deposition» заключаются в прямой подаче порошка в область расплава. Наиболее распространённые среди них (SLM, EBM, SLS) в настоящее время сопровождаются развитием процессов послойного синтеза мезо-, микро- и наноструктур, в том числе функционально-градиентных материалов. Поэтому возникает необходимость понимания происходящих при этом физических явлений. Различные подходы математического моделирования обеспечивают наиболее полное рассмотрение этих процессов.

Для решения отдельных задач газовые потоки с небольшой объёмной концентрацией частиц удобнее рассматривать по аналогии с подходом Лагранжа, когда по отдельности рассматривается динамика параметров каждой частицы вдоль её траектории. При этом могут быть приняты во внимание только внешние макроскопические взаимодействия между частицами, так как в такой математической модели частицы представляют собой материальные точки. Движение частиц и фазовые переходы могут описываться уравнениями переноса и баланса энергии, приведёнными в работе [2]. Ключевыми параметрами на выходе являются координаты и скорость частиц, их диаметр или масса, температура. Для описания объёмного испарения частиц, достигших температуры кипения, используется классическое уравнение баланса энергии, а для испарения с поверхности, происходящего при любой температуре, применяется кинетическая теория Ленгмюра – Кнудсена [3]. Последняя редко учитывается, но необходима для обеспечения точности и физичности модели.

Плотные потоки частиц могут рассматриваться и как непрерывная среда. Таким же образом моделируются расплавленные и парообразные состояния материала. Тепломассоперенос моделируется путём решения нестационарных уравнений Навье – Стокса и теплопроводности или обобщённых уравнений сохранения энергии.

Совместное использование двух подходов может оказаться полезным для определения оптимальных режимов работы аддитивных установок и управления параметрами.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020 (номер темы fzsu-2020-0020).

Список использованных источников:

1. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. – СПб.: «Питер», 2016. – 400 с.

2. Boulos M. I. The inductively coupled R. F. (radio frequency) plasma. 1985, Pure & Appl. Chem., Vol. 57, No. 9, pp. 1321–1352

3. ANSYS Fluent Theory Guide. ANSYS, Inc. 2013

Обзор и преимущество опытно-промышленной технологии получения диоксида циркония, стабилизированного оксидом кальция

Митрофанов А.Л.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
АО «Композит», Москва

Высокая тепловая и эрозионная нагрузка в окислительной среде в двигательных установках (ДУ) ракетоносителей требует применения специальных эрозионностойких теплозащитных покрытий (ЭТЗП). На качество и характеристики ЭТЗП, полученных методом плазменного напыления, наибольшее влияние оказывает порошок, используемый при напылении. На сегодняшний день для этих целей разработаны защитные покрытия на основе стабилизированного диоксида циркония.

Более 30 лет применяются порошки диоксида циркония, стабилизированные оксидом кальция, полученные путем высокочастотного переплава бадделеитовой руды, с последующим дроблением и размолом на фракции 40-100 мкм и 40-20 мкм.

Первоначально промышленная технология разработана в Украинском научно-исследовательском институте огнеупоров им А.С. Бережного в 1988 году. В настоящей работе проведен сравнительный анализ технологий применяемых на промышленном и опытно-промышленном производствах.

В работе представлено описание оборудования, используемого в опытно-промышленном производстве, его эффективности. Для более детального анализа составлены технологические схемы процессов для точного подсчета количества операций, затраченного времени и выхода готовой продукции.

Показано, что технология является более эффективной при опытно-промышленном производстве и экономически выгоднее промышленной, за счёт меньшего количества операций, простоты применяемого оборудования для переработки слитка, что даёт меньшие затраты по времени. Оригинальная методика дробления на прессе позволяет получать порошки лучшего качества, за счет меньшего соприкосновения материала с мелющими частями. Фазовый анализ порошков рассмотренных технологий показал большее соотношение кубической фазы полученных по опытно-промышленной технологии.

Анализ пар трения с твёрдосмазочными покрытиями для различных условий функционирования

Мишаков С.Ю.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Хопин П.Н.
МАИ, Москва

Для проектирования и ввода в эксплуатацию оборудования, работающего в различных, в том числе, и экстремальных условиях, прежде всего, связанных с высоким уровнем действующих напряжений, вибрациями, агрессивными средами, ионизирующим излучением, большим градиентом температур и воздействием вакуума, предъявляются повышенные требования к материалам, в частности, к надёжности и износостойкости узлов трения. Так, по данным статистики, большая часть конструкций и узлов (85-90%) теряют работоспособность в результате износа сопряжённых поверхностей [1]. Разработка конструкций, которые не требуют капитального ремонта, позволит существенно сэкономить количество финансовых и трудовых ресурсов, требующихся для поддержания изделия в рабочем состоянии.

Одним из методов, направленных на повышение надёжности и долговечности, а также износостойкости оборудования, является нанесение твёрдосмазочных покрытий (ТСП) на поверхности фрикционных сопряжений деталей и узлов. В свою очередь, ТСП представляют собой композицию веществ (или отдельное вещество), которое в условиях граничного трения отделяет две перемещающиеся поверхности друг от друга и уменьшает их износ.

В рамках данной работы были рассмотрены как наиболее широко применяемые в настоящее время в промышленности ТСП на основе дисульфида молибдена (MoS_2) и

графита, так и значительно более реже встречающиеся, носящие, зачастую, экспериментальный характер ТСП, основанные на металлических плёнках, сульфидах, нитриде бора (BN), окиси свинца (PBO), фталоцианинах и др. Также были проанализированы различные способы нанесения подобных ТСП для определения наиболее сильных и слабых сторон каждого из них. Рассмотрено влияние эксплуатационно-технологических факторов на триботехнические характеристики ТСП, а также исследована работоспособность пар трения с ТСП в различных условиях эксплуатации, с целью выявления наиболее перспективных покрытий, применение которых позволит существенно повысить ресурс работы деталей и узлов трения.

Список использованных источников:

1. Чичинадзе А. В., Браун Э. Д., Буше Н. А. и др. Основы трибологии (трение, износ, смазка), Учебник. 2-е изд., переработанное и доп. М.: Машиностроение. 2001. – 664 с.

2. Брейтуэйт Е.Р. Твёрдые смазочные материалы и антифрикционные покрытия. М., Химия, 1967, 320с.

3. Хопин П.Н. Комплексная оценка работоспособности пар трения с твердосмазочными покрытиями в различных условиях функционирования / П.Н. Хопин. – М.: МАТИ, 2012. – 255 с.

Анализ эффективности трохоидального фрезерования при обработке деталей компрессора высокого давления

Моргачев О.А.

Научный руководитель — к.т.н. Маликов С.Б.

МАИ, Москва

Трохоидальное фрезерование (ТФ) можно охарактеризовать как круговое фрезерование с одновременным линейным перемещением. Инструмент многократно производит снятие материала за счет последовательно спиральных проходов в радиальном направлении.

Данная технология является более выгодной для обработки пазов, чернового фрезерования узких полостей и карманов при условии высокой вероятности возникновения вибраций в корпусных деталях КВД.

На современном оборудовании программируется траектория движения инструмента со входом и выходом из резания по дуге с малым радиальным шагом (w), но при этом [1]:

• Контролируя длину дуги контакта, ограничивается сила резания и это позволяет работать с большей радиальной глубиной резания;

• Используя всю длину режущей кромки инструмента, гарантируется равномерное распределение температуры и износа, способствующее увеличению стойкости инструмента в отличие от классического фрезерования поверхностей;

• Максимальная ширина фрезерования (ae) не должна превышать 20% от диаметра фрезы.

Разработаем в CAM – системе две стратегии обработки пазов – классическая и ТФ для двух мест обработки поверхности [2].

Применение классической фрезерной обработки пазов, уступов, карманов приемлемо при условии, когда диаметр фрезы чуть меньше ширины паза примерно на 5-10% и соответственно при более щадящих режимах резания. Для определения параметров инструмента и режимов ТФ, руководствуемся важными факторами такими, как [7]:

• Начальная подача на зуб fz;

• Максимальная ширина фрезерования ae;

• Осевая глубина резания ap;

• Радиальный шаг перемещения w;

• Максимальный диаметр фрезы Dc.

По результатам исследования можно сказать, что классический метод уступает место высокоскоростной обработке (ВСО), так как обработка таких элементов оснастки и сложных деталей с обычными режимами резания может длится по несколько десятков часов, а значительно сократить время обработки позволяет метод ВСО. В составе материалов,

представленных в докладе, содержится соответствующих график результатов. При этом требуется принимать во внимание возможные ограничения внедряемых методов [3] в соответствии с предполагаемыми для обработки материалами. Необходимо учитывать, что фактический переход на прогрессивные технологии, в условиях промышленных предприятий вызывает риски [4, 5].

ТФ является более надежным методом по сравнению с классическим фрезерованием пазов или тем же самым фрезерованием плунжерным, так как оно обеспечивает более высокую стойкость и низкие расходы на инструмент.

В ТФ инструмент производит вращение с постоянной скоростью Vc, но он не выполняет линейных движений с постоянной скоростью подачи vf, характерное для классических инструментов при фрезеровании канавок и кромок, а скорее быстро движется по спиральной траектории, называемыми трохоидами

Классическая система управления не может осуществлять такую последовательность движений, и поэтому при работе с современным ПО для автоматизированного программирования важно определить сочетание указанных параметров, при котором средняя толщина стружки и, следовательно, нагрузка на режущие пластины оставались постоянными. Это позволит избежать чрезмерной нагрузки на шпиндели и неравномерного распределения усилия, прикладываемого к режущим пластинам. Кроме того, в отличие от классического фрезерования, где при врезании в заготовку инструмент подвергается резкой механической нагрузке, а в ТФ такой неблагоприятный эффект отсутствует [6].

Список использованных источников:

1. Болотов М.А. Высокоскоростная и высокопроизводительная обработка (режимы, характеристика станков, инструмент). Издательство Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010. – 88 с.

2. Серебреницкий П.П. Программирование для автоматизированного оборудования / Под ред. Соломонцева Ю.М., 2003. – 593 с.

3. Бойцов А.Г., Токмакова Т.В., Высоцкая В.И., Маликов С.Б. Влияние режимов электроэрозионного фрезерования на производительность прошивки отверстий малого диаметра в деталях ГТД // Авиационная промышленность, 2018. № 3-4. С. 35-37.

4. Юрин В.Н., Маликов С.Б. Анализ взаимосвязей информации конструкторских и технологических документов / Четвертый Международный Аэрокосмический Конгресс, 2003. С. 193-194.

5. Маликов С.Б., Юрин В.Н. Оценка последствий внесения изменений документов конструкторско-технологической подготовки производства в условиях параллельного выполнения работ / Применение ИПИ-технологий в производстве. 2008. С. 75-76.

6. Потапов В.А. Высокоскоростное фрезерование и электроэрозионная обработка: союзники или соперники [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ecatalog.volgatech.net/ (дата обращения: 15.02.2021).

7. Инструкция по эксплуатации Sandvik Coromant Heat resistant super alloys [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.manualsdir.ru/manuals/407509/ (дата обращения: 20.02.21).

Исследование точности и качества поверхности при электроэрозионно-химической обработке

Надеина В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волгин В.М.

ТулГУ, Тула

На сегодняшний день в связи с растущими требованиями к точности и качеству получаемых изделий широкое распространение получили гибридные способы обработки, основанные на совмещении нескольких технологических воздействий, позволяющих осуществлять прецизионную обработку. Одним из таких методов является электроэрозионно-химическая обработка (ЭЭХО) – комбинированный процесс

электроэрозионной и электрохимической обработки, сочетающий преимущества этих двух технологий для достижения высокой эффективности, точности и качества поверхности. Одним из основных применений данного метода является создание отверстий в охлаждаемых компонентах, используемых в авиационной и ракетно-космической промышленностях. Так, при использовании электроэрозионной обработки (ЭЭО) на получаемой поверхности образуются различные дефекты: микротрещины, наслоения вытесненного из лунки материала, остаточные напряжения, применение ЭЭХО позволяет получать улучшенное качество и точность поверхности, избегать образования заусенцев и остаточных напряжений. В исследованиях Gupta [1] выяснено, что на точность и качество ЭЭХО оказывают влияние такие параметры, как: геометрия, смачиваемость и скорость подачи электрод-инструмента (ЭИ), температура и концентрация электролита и другие. В работе предложены некоторые будущие возможности усовершенствования метода обработки, включая уменьшение износа ЭИ и использование магнитного поля для повышения точности и качества ЭЭХО. В свою очередь, эксперименты, проведенные Yang [2], показали, что использование ЭИ с наконечником сферической формы позволяет избежать образования микротрещин, характерных при использовании в процессе ЭЭХО электрод-инструмента цилиндрической формы. Исследования Laio [3] показали, что при добавлении в электролит поверхностно-активного вещества (ПАВ) додецилсульфата натрия (SDS) наблюдалось увеличение плотности тока, что приводило к: большему образованию пузырьков в межэлектродном зазоре (МЭЗ), впоследствии образующим при слиянии стабильную газовую пленку, и, как следствие, улучшенному протеканию электрических разрядов и повышению точности и качества обработки. В работе [4] исследовалось влияние напряжения и длительности импульса при ЭЭХО на изменение зоны термического влияния (ЗТВ) при постоянных параметрах скорости подачи, диаметра ЭИ, типа, концентрации и температуры электролита. Наблюдалось, что увеличение напряжения и длительности импульса приводят к выделению большего количества тепловой энергии в зоне обработки и его распространению в другие участки заготовки, не подлежащие обработке, и, как следствие, возрастанию ЗТВ, что приводит к ухудшению качества и точности обработки. Так, в исследовании [5] сообщается, что выбор оптимального напряжения обработки, позволяющего достичь высокого качества, точности и стабильности ЭЭХО, зависит от материалов ЭИ и заготовки. Для электрод-инструментов из вольфрама, карбида вольфрама и нержавеющей стали оптимальные значения напряжений составили 41 В, 40 В и 38 В соответственно. В исследовании [6] проводились эксперименты по снижению ЗТВ благодаря использованию импульсного источника питания. Выяснено, что снизить шероховатость поверхности позволяет уменьшение рабочего цикла обработки. Также исследование показало, что энергия возникающего электроискрового разряда, оказывающая влияние на размеры и шероховатость получаемой поверхности – ее увеличение ведет к повышению производительности и снижению точности и качества обработки – зависит от толщины газовой пленки и ее стабильности. Более стабильная газовая пленка может быть получена путем уменьшения уровня и концентрации электролита, используемых при ЭЭХО.

Список использованных источников:

1. Gupta PK, Dvivedi A, Kumar P (2014) Developments on electrochemical discharge machining: A review of experimental investigations on tool electrode process parameters. P I Mech Eng B-J Eng, 105, 1-13. doi: 10.1016/j.procir.2013.03.002

2. Yang CK, Wu KL, Jung JC (2011) Enhancement of ECDM efficiency and accuracy by spherical tool electrode. Int J Mach Tool Manu, 51, 528-535. doi: 10.1007/978-981-32-9471-4_25

3. Goud M, Sharma AK., Jawalkar C (2016) A review on material removal mechanism in electrochemical discharge machining (ECDM) and possibilities to enhance the material removal rate. Precision Engineering, 1-54. doi: 10.1016/j.precisioneng.2016.01.007

4. Gupta PK, Debnath K (2019) Electrochemical discharge machining of glass fiber-reinforced epoxy composites: a challenging approach. Journal of Physics: Conf. Series, 1240, 1-6. doi: 10.1088/1742-6596/1240/1/012044

5. Paliwal S, Rao PS., Mittal KK (2020) Study of electrochemical discharge machining of glass. Materials Today: Proceedings, 1-6. doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.409

6. Sundaram M, Chen YJ, Rajurkar K (2019) Pulse electrochemical discharge machining of glass-fiber epoxy reinforced composite. CIRP Annals, 68 (1), 169-172. doi: 10.1016/j.cirp.2019.04.113

Повышение эффективности обработки деталей блока топливной форсунки из закаленных сталей с применением режущего инструмента из поликристаллических сверхтвердых материалов на основе кубического нитрида бора

Никишов С.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волков Д.И.

РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Актуальной проблемой машиностроения является совершенствование прогрессивных методов обработки деталей, позволяющих повысить точность, производительность и качество обработанной продукции. При обработке изделий из труднообрабатываемых материалов использование инструментов из поликристаллических сверхтвердых материалов на основе кубического нитрида бора является перспективным направлением. Их применение позволяет в ряде случаев повысить скорость резания и производительность в несколько раз по сравнению с твердосплавными инструментами. Кроме того, замена доводочных операций токарными при обработке закаленных сталей с использованием резцов, оснащенных пластинами из поликристаллических сверхтвердых материалов (ПСТМ) на основе кубического нитрида бора (КНБ) способствует обеспечению лучшего состояния поверхностного слоя и исключает возможность шаржирования и возникновения дефектов, присущих процессам шлифования. Между тем, в настоящее время ощущается недостаток в научно обоснованных рекомендациях по выбору рациональных режимов резания, и их назначение выполняется главным образом на основе экспериментальной практики, зачастую весьма противоречивой. Помимо этого слабо отражено влияние такого существенного недостатка, ограничивающего области применения пластин из ПСТМ на основе КНБ, как их значительный разброс по режущим свойствам, даже в пределах одной партии. Следовательно, исследование возможности прогнозирования режущих свойств, пластин из ПСТМ на основе КНБ и разработка теоретических зависимостей для выбора рациональных режимов обработки является актуальной задачей.

В соответствием с изложенным, а также в связи с реальными потребностями конкретного производства, целью работы является повышение эффективности точения закаленных сталей инструментом из КНБ на основе определения рациональных режимов резания, учитывающих формирование требуемых параметров качества и физико-механических свойств поверхностного слоя изготавливаемых деталей.

Для достижения поставленной цели на основе проведенных теоретико-экспериментальных исследований решены две основные задачи:

• Разработан теоретический алгоритм определения рациональных и оптимальных режимов резания при точении закаленных сталей с учетом распределения степени пластической деформации снимаемого припуска, методика, включающая определение оптимальной и средней температуры резания, расчетное определение оптимальных режимов обработки закаленных сталей при высокоскоростном резании инструментом из поликристаллических сверхтвердых материалов на основе кубического нитрида бора;

• Экспериментально исследованы количественные связи процесса резания с определением рациональных режимов эксплуатации инструмента.

Результаты исследований позволили разработать методические рекомендации по повышению точности и качества поверхностного слоя при обработке деталей из закаленных сталей на основе совершенствования процесса резания, что определяет практическую значимость работы. Ее научная новизна заключается в установлении закономерностей,

определяющих зависимость требуемых параметров качества от входных параметров инструмента и условий обработки.

В конечном итоге, планируется разработка комплексных мер по рекомендациям назначения режимов обработки для деталей из закаленных сталей с учетом требований к параметрам качества.

Список использованных источников:

1. Силин С. С. Метод подобия при резании материалов. — М.: Машиностроение, 1979. — 152 с.

2. Зубарь В.П., Тимчук А.Г., Боярунас М.А., Шарамко С.А. Лезвийная обработка инструментом из СТМ и перспективы ее развития // Проблемы резания материалов в современных технологических процессах (тезисы докладов). В 2-х ч. Ч. 1. ХПИ — 1991. — с. 120 - 124.

3. Силин С. С. Исследование областей рационального использования инструментальных пластин из ПСТМ на основе КНБ // Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы технологии машиностроения 2000 года»: Тезисы докладов. – Н. Новгород: НГТУ, 2000.

4. Шемегон В.И. Работоспособность резцов из белбора при обработке закаленных сталей // Сверхтвердые материалы. — 1993.— №2. — с. 44 - 47.

Исследование параметров струи микроплазмотрона

Николаев А.Л.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.

СФ МАИ, Ступино

На поверхности деталей машин, деталей авиационной техники, медицинских изделий и др. для повышения их качества используют различные функциональные и защитные покрытия. Одним из прогрессивных методов, позволяющих создавать по-крытия из широкой номенклатуры материалов и их композиций, является плазменное напыление. При всех своих преимуществах данная технология обладает недостатками, например, низким коэффициент использования материала (КИМ) при напылении по-крытий на поверхности малогабаритных деталей. Для решения этой проблемы — повышения КИМ и увеличения эффективности процесса предлагается использовать микро-плазмотрон. Особенностью микроплазмотрона является малый диаметр плазменной струи и невысокие мощности. С целью оценки возможности применения микроплазмотронов для создания плазменных покрытий из порошков металлов, сплавов и кера-мики в работе проводились исследования параметров струи микроплазмотрона. Наиболее важными для практических приложений в технологии характеристиками струи плазмы являются его температура, теплосодержание, динамический напор, скорость, длина и интенсивность нарастания толщины струи. Распределение этих пара-метров вдоль оси струи и в поперечных сечениях позволяют понять, как будет осу-ществляться прогрев и ускорение частиц порошка при плазменном напылении. В настоящей работе проводились исследования распределения этих параметров в струях плазмы гелия, полученных с помощью специального хирургического микроплазмотрона с диаметром струи 1,3 мм Температурой струи Т = 5000К и скоростью потока С = 1800 м/с.

Для измерения температуры и скорости использовался динамический контакт-ный метод. С этой целью применялась специальная установка, позволяющая перемещать датчик температуры и скорости поперек плазменной струи с определенной скоростью. В качестве первичного датчика температуры использовалась незащищенная вольфрамо-рениевая (ВР 5/20) термопара с диаметром проволоки d_T = 0,05 мм. Показа-ния термопары впоследствии обрабатывали расчетным путем с учетом температуры торможения, скорости прогрева и динамики ее движения в потоке плазмы.

Измерение распределения скорости в поперечном сечении струи горячего газа малого диаметра задача сложная и трудоемкая. В данной работе для измерения скоро-сти течения

газа использовали реакцию поперечно обтекаемого цилиндра малого диаметра (использовался вольфрамовый цилиндр диаметром dv = 0,3 мм). Вольфрамовый цилиндр размещался на специальном упругом элементе, который под воздействием скоростного напора плазменной струи отклонялся. Величина отклонения регистрировалась с помощью фотоэлемента и шлейфового осциллографа. По полученным осциллограммам с помощью тонировочных кривых строилось для различных зон по методу Пирса распределение силы действующей на цилиндрический датчик по сечению струи. Далее по известному распределению температуры методом последовательных приближений рассчитывали распределение динамического напора и скорости по ра-диусу и вдоль струи.

Проведенные исследования показали, что:

1. Динамический напор, скорость и температура на оси струи достаточно быстро убывают (при использовании гелия). Однако имеется начальный участок, на котором параметры струи можно считать постоянными.
2. Снижение расхода плазмообразующего газа, например в 2,5 раза, приводит к резкому падению коэффициента полезного действия плазмотрона (более чем в 3 раза).
3. При постоянном давлении плазмообразующего газа перед истечением через плазмотрон температура газа на срезе сопла плазмотрона с увеличением мощности существенно растет, а скорость слабо падает.

Аддитивные технологии: электронно-лучевое плавление

Ногуманов Р.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов В.К.
КНИТУ–КАИ, Казань

На сегодняшний день аддитивные технологии играют немаловажную роль в современной промышленности. Суть аддитивных технологий состоит в послойном выращивании изделия. С помощью аддитивных технологий все стадии реализации проекта находятся в единой технологической среде, что существенно облегчает производство [1].

Аддитивное производство позволяет получать изделия со сложной геометрической формой, что в случае с традиционными методами получить невозможно или экономически нерентабельно. Так, одним из методов аддитивного производства является селективное электронно-лучевое плавление (EBM – electron-beam melting). В качестве порошковых материалов применяются сплавы на основе кобальта, меди, никеля, титана и др.

EBM – это процесс аддитивного производства, в котором частицы порошка выборочно расплавляются электронным лучом (электронный пучок работает в вакууме). Изделие изготавливается послойно, при этом каждый слой генерируется в 4 этапа. На первом этапе на предварительно нагретую площадку наносится тонкий слой порошка. Второй этап – осуществление нагрева путем сканирования электронного пучка. Далее электронный луч сканирует слой порошка с меньшей скоростью и расплавляет частицы в местах, где должна образоваться твердая материя. После завершения последнего слоя деталь охлаждается [2].

Технология электронно-лучевого плавления получила широкое распространение во всех сферах производства: в медицине для изготовления биосовместимых имплантатов и протезов, авиации в качестве лопаток турбин, космической технике за счет низкого удельного веса изделий и т.д.

Авторами [3] было проведено сравнительное исследование реконструктивных пластин для имплантатов, полученных методами аддитивных (порошок Ti6Al4V) и традиционных технологий. При использовании литья часто возникают дефекты в виде микропузырьков, которые ведут к уменьшению прочности протеза, а также присутствуют ограничения по форме. Но применение аддитивных технологий позволяют получить пластины без ограничения по форме, а также удешевляют производство на 35% по сравнению с традиционными методами [4]. При этом показатели предела текучести и временного сопротивления у образцов, полученных с помощью аддитивных технологий, выше по сравнению с литыми, а показатели твердости находятся на одном уровне.

Но далеко не всегда изделия, полученные методом ЕВМ, имеют более лучшие механические свойства по сравнению с традиционными методами. Исследования авторов [4] показали, что предел текучести и временное сопротивление образцов ЕВМ, а также показатель пластичности заметно ниже литых образцов (на 15%, 21% и 84% соответственно). Это может быть связано с тем, что были подобраны неоптимальные параметры процесса.

В определенных случаях для достижения наилучшего сочетания свойств возможно комбинирование аддитивных и традиционных технологий. Способ изготовления турбинной лопатки с хвостовой частью с особыми аэродинамическими свойствами методом ЕВМ был предложен авторами [5]. Данный метод представляет собой получение сборного элемента. Аэродинамическая часть лопатки может быть представлена методом ЕВМ, с оптимально подобранными параметрами и жаропрочным порошком. А хвостовая часть лопатки может быть сделана с помощью литья, т.к. именно такое сочетание технологий является наиболее оптимальным (детали между собой соединяют посредством сварки).

К преимуществам селективного электронно-лучевого плавления относят: изготовление сложнопрофильных изделий с высокими показателями механических свойств (большая мощность электронного пучка), а также удешевление производства и экономия расходуемого материала. К недостаткам можно отнести относительно высокую стоимость оборудования и ограниченность используемых материалов (только металлические порошки).

Список использованных источников:

1. Зленко М.А., М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш Аддитивные технологии в машиностроении // пособие для инженеров. – М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. – 6-40 с.

2. Körner C. Additive manufacturing of metallic components by selective electron beam melting – a review // Journal International Materials Review, 2016, vol. 61(5), pp. 361–377.

3. Khaja Moiduddin, Abdulrahman Al-Ahmari, Emad S. Abouel Nasr, Mohammed Al Kindi, Mohammed Hamid Evaluation of titanium alloy fabricated using electron beam melting and traditional casting technique // Biomedical Research 2016; Special Issue: pp. 68-74.

4. Marie CR, Mikael BA, LarsErik RA. Production of customized hip stem prostheses – a comparison between conventional machining and electron beam melting (EBM). Rapid Prototyp. J. 2013; 19: 365–372.

5. Патент Европы EP3170559A1, МПК B22F7/06, F01D5/14. Method for producing a turbine blade by means of electron beam melting / Christian Brunhuber, заявитель; Siemens AG, патентообладатель. – № 102015210744; заявл. 12.06.2015; опубл. 27.04.2016.

Моделирование стратегии сканирования в процессе 3D печати по технологии SLM

Орехов А.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Рабинский Л.Н.

МАИ, Москва

Для численного моделирования пробежки лазерного пятна в рамках одного слоя в процессе селективного лазерного плавления металла использовалось ПО Comsol Multiphysics с использованием модуля Heat Transfer и Solid Mechanics. Геометрия модели включает в себя платформу построения с характерным размером сечения 250х250 мм, а также слой порошка толщиной 30 микрон, что соответствует заданным технологическим параметрам печати. Слой порошка равномерно нанесен на платформу построения. При численном моделировании использовалась плотная сетка с типом элементов Tetrahedron, состоящая из 446 826 элементов с минимальным размером 0.001 мм. В качестве материала для порошка и платформы построения использовался алюминий – материал из стандартной библиотеки COMSOL Multiphysics. Траектория движения лазерного пятна задавалась с использованием координат из g-кода и встроенных в программный комплекс функции интерполяции.

Для моделирования затвердевание материала, находящегося изначально в расплавленном состоянии, или наоборот, если материал изначально находится в твердом состоянии и его необходимо расплавить используется встроенная функция активации. Ее смысл заключается в том, чтобы смоделировать отсутствие материала при расчете механики, что достигается путем снижения коэффициента упругости материала до пренебрежимо малых значений. У функции активации имеется два параметра: условие активации и масштабный коэффициент активации. Первый представляет собой заданное логическое выражение. Это логическое условие проверяется в каждой точке интегрирования расчетной сетки и определяет, активен материал в этой точке или нет. Параметр масштабного коэффициента активации задает значение множителя, на который умножается коэффициент упругости. Значение по умолчанию равно 10^-5.

Результаты численных расчетов показали эффективность использования g-кода для моделирования стратегии сканирования в ходе трехмерной печати по технологии селективного лазерного плавления металла, а также возможность анализа возникающих полей температуры. Разработанный способ задания подвижной нагрузки в программном комплексе COMSOL Multiphysics учитывает такие характеристики лазера как мощность и диаметр пятна.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-31-90142).

Синтез композитных частиц посредством испарения материала при электронно-лучевом нагреве

Орлова М.С., Разумова Д.А., Данилов А.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Цивильский И.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время в аддитивной промышленности широко применяются различные композитные порошки. Частицы таких порошков имеют изменяющийся в объеме компонентный состав, то есть состоят из нескольких химических элементов с четко выраженной границей раздела. Любые композитные частицы можно разделить на три типа: плакированные, конгломерированные и частицы со смешанной структурой, объединяющие два предыдущих типа. Суть конгломерирования заключается в налипании или диффузионном проникновении частиц одного материала в частицу другого материала более крупного размера. При плакировании из различных по химическому составу веществ образуется ядро и покрывающая его цельная оболочка. Данный процесс может осуществляться различными химическими, электролитическими, термическими, акустическими и физическими методами [1].

Наибольшее развитие в последнее время получил метод, основанный на испарении материала в вакууме при нагревании материала термическим или электронно-лучевым методом. При электронно-лучевом нагреве (ЭЛН) происходит передача кинетической энергии электронного пучка к поверхности вещества, где она преобразуется тепловую энергию. Таким образом, при правильном подборе параметров электронного луча через определенное время начнется процесс интенсивного испарения с поверхности облучаемого материала. Испаряющиеся частицы вещества могут, конденсируясь, оседать на других частицах и поверхностях, так с помощью ЭЛН могут создаваться композитные частицы и тонкие пленочные покрытия [2]. Неотъемлемым плюсом электронно-лучевого процесса является отсутствие в камере посторонних примесей из-за наличия вакуума, что так же увеличивает степень адгезии материала.

В качестве облучаемой подложки могут использоваться материалы с различными температурами плавления и испарения, что позволяет создавать композитные частицы и материалы различных составов [3]. Частицы, созданные в процессе испарения при ЭЛН обладают высокой химической однородностью, что повышает ее физические свойства и ставит по качеству покрытия в один ряд с плазменным напылением. Поэтому осаждение испаряемого материала при ЭЛН используется не только для создания композитных частиц,

но и для нанесения тонких покрытий, обладающих уникальной деформационной устойчивостью [4].

Существует также комбинированный метод синтеза композитных частиц, в котором осаждение материала посредством испарения при ЭЛН используется вместе с химическими методами. Воздействие электронного пучка позволяет скомпенсировать разницу в скорости восстановления различных металлов, что делает возможным создание биметаллических частиц [5].

Таким образом, использование ЭЛН для синтеза композитных частиц путем осаждения испаряемого материала с подложки является эффективным методом, позволяющим создавать частицы с уникальными свойствами и структурой.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению №075-03-2020-051/6 от 06.11.2020

Список использованных источников:

1. Nie, K. B., Wang, X. J., Deng, K. K., Hu, X. S., & Wu, K. (2020). Magnesium matrix composite reinforced by nanoparticles – A review. Journal of Magnesium and Alloys.

2. Reinhold, E., & Faber, J. (2011). Large area electron beam physical vapor deposition (EB-PVD) and plasma activated electron beam (EB) evaporation — Status and prospects. Surface and Coatings Technology, 206(7), 1653–1659.

3. Shi, G., Wang, Z., Liang, J., & Wu, Z. (2011). NiCoCrAl/YSZ laminate composites fabricated by EB-PVD. Materials Science and Engineering: A, 529, 113–118.

4. Xu, Z. H., Zhou, X., Wang, K., Dai, J. W., & He, L. M. (2014). Thermal barrier coatings of new rare-earth composite oxide by EB-PVD. Journal of Alloys and Compounds, 587, 126–132.

5. Ohkubo, Y., Shibata, M., Kageyama, S., Seino, S., Nakagawa, T., Kugai, J., & Yamamoto, T. A. (2011). Radiation induced synthesis of Au–Pd nanoparticles of random alloy structure supported on carbon particles using the high-energy electron beam. Materials Letters, 65(14), 2165–2167.

Технологическое обеспечение точности шлицевых соединений путем повышения износостойкости зуборезного инструмента ионно-плазменным напылением

Пачина А.В., Толстихин Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва

Шлицевые эвольвентные соединения занимают особое место в агрегатах авиационной техники, и в большинстве случаев работают в условиях больших окружных скоростей и высоких нагрузок. Качество соединения обуславливается такими важными показателями работы двигателя как долговечность, уровень вибраций, шума и т.д.

На точность обработки непосредственное воздействие оказывает точность режущего инструмента. Несмотря на довольно жесткие допуски изготовления режущих инструментов, их погрешности в большинстве случаев переносятся на обрабатываемую деталь. Точность зуборезного долбяка должна быть в разы выше требуемой точности изготавливаемой детали.

С увеличением износа долбяка возрастают все погрешности зубчатого колеса, в том числе и шероховатость поверхности. По мере увеличения износа долбяка шероховатость поверхности несколько уменьшается, а потом возрастает, причём в начале зубодолбления она заметно выше, это можно объяснить следующим: в начальный момент при острозаточенном долбяке на шероховатость эвольвентных поверхностей зубьев соединения оказывает влияние собственная шероховатость режущих кромок инструмента. При износе по задней поверхности выходной кромки лезвия долбяка 0,04…0,06 мм величина шероховатости поверхности минимальна, а с увеличением износа возрастает площадь контакта режущих кромок металлорежущего инструмента с заготовкой, и это увеличение влечет за собой изменение процесса стружкообразования, что оказывает решающее влияние

на формирование микронеровностей эвольвентных поверхностей зубьев обрабатываемой детали.

Существует ряд технологических методов обработки рабочей поверхности режущего инструмента, которые позволяют значительно повысить износостойкость. Метод нанесения износостойкого покрытия на режущую поверхность инструмента напылением в вакууме является одним из наиболее высокоэффективных и прогрессивных методов [1].

Покрытия на основе нитридов, карбидов и карбонитридов титана TiN, TiC, TiCN толщиной 5…8 мкм обладают одними из наиболее высокими эксплуатационными характеристиками. Использование титана в качестве напыляемого вещества рационально исходя из доступности и снижения затрат по сравнению с другими веществами [2].

Перед нанесением покрытия на зуборезной долбяк основной материал самого режущего инструмента должен иметь высокую твёрдость. Для получения такого свойства необходимо произвести термобработку зуборезного долбяка, которая состоит из закалки и отпуска [3].

Изучая исследования, связанные с износостойкостью напыленных поверхностей долбяков, можно сделать вывод, что долбяки с покрытием обладают значительно меньшим износом рабочих поверхностей, чем долбяки без покрытия. Повышение износостойкости режущего инструмента в свою очередь позволяет значительно снизить расходы, связанные с инструментообеспечением производства.

Список использованных источников:

1. Белый, А. В. Структура и методы формирования износостойких поверхностных слоев [Текст] / А.В. Белый, Г.Д. Карпенко, Н.К. Мышкин. – М.: Машиностроение, 1991. – 335 с.

2. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений [Текст] / под ред. Б.Н. Арзамасова. – М.: Машиностроение, 2005. – 481 с.

3. Прогрессивные технологии нанесения покрытий – наплавка, напыление, осаждение [Текст] / П.А. Тополянский, А.П. Тополянский // РИТМ. – 2011. – № 1. – 63-68 с.

Контроль параметров чистоты воздуха обеспечивающего жизнедеятельность экипажа и пассажиров летательного аппарата

Петров Л.С.

Научный руководитель — Чулин И.Н.

МАИ, Москва

К современным летательным аппаратам предъявляются высокие требования надежности и безопасности эксплуатации. Один из пунктов таких требований – это контроль параметров чистоты воздуха, подаваемого от компрессора газотурбинного двигателя (ГТД) в кабину пилота для обогрева и поддержания жизнедеятельности экипажа, а при необходимости и в пассажирский салон.

Чистота подаваемого воздуха должна быть проанализирована на содержание вредных примесей, в частности, являющихся продуктами разложения авиационного масла, применяемого для смазки подшипников ГТД. Степень загрязнения воздуха не должна превышать предельно допустимым концентрациям (ПДК) в соответствии с авиационными правилами АП-25 и методическими указаниями МУ 1.1.258—99 [1] сертифицированными РОСТЕСТ.

Используя накопленный опыт эксплуатации средств отбора и анализа проб воздуха [2] на предприятии АО «ММП имени В.В. Чернышева» был разработан новый автоматизированный лабораторный комплекс для отбора и газохроматографического анализа проб воздуха при стендовых испытаниях ГТД с применением современных цифровых средств измерения. На данный комплекс оформлено пять патентов на изобретение и один патент на полезную модель.

Лабораторный комплекс состоит из следующих основных частей:

- Комплекс для отбора проб воздуха;
- Комплекс для газохроматографического анализа проб воздуха;
- Установка для прокачки поверочной газовой смеси;

• Установка для определения рабочих объёмов вакуумируемой части;
• Установка для подачи газов.

Комплекс для отбора проб воздуха располагается непосредственно на испытательном стенде. Отбор воздуха происходит на различных режимах работы, включая переходные режимы.

Метод отбора проб воздуха заключается в концентрировании вредных примесей в пробоотборниках путем продувки через них воздуха.

Осуществляется следующий контроль вредных примесей: паров топлива, паров и аэрозоля масла, трикрезилфосфата, альдегидов, кетонов, ароматических углеводородов и окиси углерода.

Остальные установки и комплекс для газохроматографического анализа проб воздуха располагаются в лаборатории химического анализа.

Создание автоматизированного лабораторного комплекса для отбора и газохроматографического анализа проб воздуха при стендовых испытаниях ГТД с применением современных средств измерения позволило обеспечить:
• Сокращение времени отбора проб воздуха из компрессора ГТД;
• Экономию авиационного топлива;
• Высокую точность измерения;
• Высокую автоматизацию и производительность процесса отбора и анализа проб;
• Оптимизацию процесса контроля и хранения данных, получаемых при анализе проб;
• Оперативность сбора и обработки большого объема аналитической информации.

Список использованных источников:

1. Методические указания МУ 1.1.258—99 «Двигатели газотурбинные авиационные. Порядок отбора и газохроматографического анализа проб воздуха из компрессора двигателя при стендовых испытаниях».

2. Журнал «Двигатель» №3 (27) 2003 год, ООО «Редакция журнала «Двигатели»», С. 14.

3. Патент RU №2497097; 2013 год.

Технология испытаний на птицестойкость элементов авиационной техники и узлов ГТД на специальных стендах

Петров Н.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лепешкин А.Р.
МАИ, Москва

Опасность столкновения с птицами является серьезной проблемой для современной авиационной техники. Проведение технологических и исследовательских работ в области птицестойкости элементов авиационной техники, остекления кабины и узлов газотурбинных двигателей, а также проведение специальных исследований и испытаний позволяют уменьшить вероятность и серьезность таких повреждений и последствий, а так же повысить безопасность полетов [1, 2]. Рассматривается технология специальных испытаний на птицестойкость и испытательное оборудование с пневматической пушкой. Технология стендовых испытаний обеспечивает траекторию полета в назначенную область элемента или узла с определенной скоростью птицы (или ее модели) с применением пневматической пушки [1]. В условиях этих испытаний реализуется сбор исследовательских и технологических параметров испытуемого узла. Одним из важных параметров в данном виде исследований является измерение скорости птицы. Проведен осмотр повреждений и анализ результатов испытаний на птицестойкость остекления кабины, элементов планера и хвостового оперения.

Также рассматривается технология испытаний на птицестойкость узла ГТД – рабочего колеса вентилятора на разгонном стенде. Технология указанных испытаний заключается в обеспечении заданной максимальной частоты вращения рабочего колеса вентилятора ГТД с помощью электропривода стенда и заброса птицы с заданной скоростью с помощью пневмопушки в заданную лопаточную область рабочего колеса. После испытаний был

проведен анализ повреждений лопаток рабочего колеса. В целом эти испытания прошли успешно.

Список использованных источников:

1. Шершаков С.М., Лепешкин А.Р., Кулаков В.В., Петров С.Б. и др. Устройство для заброса птиц и других посторонних предметов при испытаниях летательных аппаратов. Патент РФ № 2452931. 2012. Бюл. №16.

2. Лепешкин А.Р., Ильинская О.И., Маликов С.Б. Динамика и прочность авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие. М.: МАИ. 2020. 100 с.

Инновационные решения климатического оборудования

Петухова О.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.

МАИ, Москва

С начала 2000-х годов начали внедрять в бытовых сплит-системах, а потом в промышленном климатическом оборудовании инверторные компрессоры. С помощью них изменяют холодопроизводительность агрегата в сопоставлении с реальной тепловой нагрузкой в комнате. Кроме повышения холодильного коэффициента данный способ увеличивал срок службы оборудования за счет резкого снижения количества циклов запуска и остановки компрессора. Ранние инверторные компрессоры носили малую мощность, что препятствовало их распространению. С течением времени были созданы более мощные оборудования, область их применения расширялась.

Преимущества технологии J-TECH INVERTER:

1. Высокая точно при контроле температуры

Инверторное устройство компрессора позволяет автоматически подстраивать изменения температуры. В этом случае учитывается открытие и закрытие дверцы, что позволяет изменять режим работы за счет изменения частоты вращения двигателя. Изменение температуры в данном компрессоре варьируется за счет изменения скорости работы компрессора от 0 до 4500 оборотов в минуту.

2. Существенное снижение энергопотребления

Цифровой инверторный компрессор позволяет повысить энергетическую эффективность процесса охлаждения на 30% за счет замедления работы в случаях, когда нет необходимости сильно охлаждать воздух. Компрессор меньше работает ночью или в зимний период, когда температура значительно ниже.

3. Бесшумная работа холодильника ночью

Цифровой инверторный компрессор может полностью выключаться ночью или работать в бесшумном режиме с пониженной скоростью до самого утра, или даже весь день, если вы не открываете дверцу в течение дня и не запускаете в камеру теплый воздух.

4. Габаритный размер устройства

Основное достоинство инверторных компрессоров, основанных на цифровых технологиях, это небольшие габаритные размеры устройства, так как в него входит только мотор и механическая часть.

Современные инверторные компрессоры требуют довольно длительных исследований, в связи с этим имеется небольшое количество производителей, которые выпускают данную продукцию, а именно: LG, Samsung, Sharp, Hitachi, Mitsibichi. Инверторные компрессоры могут применяться не только в бытовой технике, например, в холодильниках, кондиционерах или сушильных машинах, но и в автомобилях, на кораблях и даже в базовых станциях сетей мобильной связи.

Технические параметры инверторного компрессора: габаритные параметры 650*680*1670 мм; поддержание исходных температурных показателей при внезапном отключении электроэнергии (автономная работа) до 14 часов; масса устройства 64 кг.

В настоящий момент самой перспективной инновационной технологией в компрессорах являются инверторные компрессоры. Производители Японии уже выпускает устройства с технологией J-TECH INVERTER для пользователей. В России также выпускаются подобные устройства. В перспективе разработки ведутся в направлении шумоподавления для технологии J-TECH INVERTER.

Влияние ультразвуковых колебаний на процесс обработки труднообрабатываемого материала

Пиванов П.В.
Московский Политех, Москва

В Авиационной, космической и машиностроительной промышленности все больше используют труднообрабатываемые материалы. И вопрос о выборе наиболее целесообразного метода обработки таких материалов один из самых актуальных на многих предприятиях. Электроэрозионная обработка является наиболее предпочтительным методом труднообрабатываемых деталей, так как не происходит непосредственного контакта между инструментом и заготовкой. Но и у этого метода существуют свои недостатки.

Во время электроэрозионной обработки металла в межэлектродном промежутке остаются продукты эрозии, которые отрицательно влияют на рабочую жидкость. Загрязненность рабочей жидкости ухудшает качество обработки поверхности, а если в зоне обработки скопится еще больше шлаков между электродом и заготовкой, то на обрабатываемой поверхности возникнут прижоги и качество рабочей поверхности не будет соответствовать требуемой.

Для проведения эксперимента был использован электроэрозионный станок, предназначенный для сверления отверстий в токопроводящих материалах электродами Ø 0,1 — 3,0 мм.

Для наложения ультразвуковых колебаний был использован генератор, с частотой ультразвуковых колебаний 1…100 кГц, амплитудой ультразвуковых колебаний 1…30 мкм.

Электроэрозионная обработка с наложением ультразвуковых колебаний при одинаковых режимах с методом без наложения УЗ снизила машинное время обработки. При чем снижение этого времени в большей степени заметно при наибольшем углублении электрода в заготовку, то есть в тех условиях, когда продукты эрозии скапливались в больших количествах и их вывод из межэлектродного промежутка был затруднен процесс обработки все равно был стабилен. При обработке меньших глубин методы ЭЭО и ЭЭОНУ уравниваются.

Время обработки отверстия малого диаметра при ЭЭО, достигая определенной глубины начинает снижаться, в то время как при режиме обработки с наложением ультразвуковых колебаний время не изменяется с достижением той же глубины, что означает стабильность процесса и эффективный вывод продуктов эрозии.

Подводя итоги можно сказать, что главным достижением наложения ультразвуковых колебаний является снижения машинного времени обработки в 1,5…2 раза. Процесс обработки металла стал более эффективным и стабильным: поле рассеяния значений машинного времени снижается в 5,5 раз, также повышается качество обработанной поверхности. Все эти преимущества достигнуты за счет более однородного характера рабочей среды в которой происходит процесс расплавления металла.

Список использованных источников:

1. Мицкевич М.К., Бушин А.И., Бакуто И.А. и др. Электроэрозионная обработка материалов. Минск: Наука и техника. 1988. 286 с.

2. Gruzdev A.A., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P Tools for electrical-discarge hole drilling / Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2018. № 9783319956299. P.1467-1473.

3. Hao Ni, Gong Hu., Dong Y. H., Fang F.Z., Wang Yi. A comparative investigation on hybrid EDM for drilling small deep holes. Int J Adv Manuf Technol. 2018, (95),1465–1472.

4. Забельян Д.М., Рогов В.В., Митрюшин Е.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Скоростная электроэрозионная обработка пазов системы охлаждения жаровой трубы камеры сгорания / Металлообработка, 2012. №3 (69). – С. 14–19.

5. Груздев А.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Особенности электроэрозионной обработки разрядными импульсами малых энергий Наукоемкие технологии в машиностроении. 2017. №9 (75). – С. 17-20.

6. Груздев А.А., Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П. Оптимизация операций электроэрозионной обработки по критерию производительности / СИЖ. 2017.- №5 (242). – С.16-18.

7. Моргунов Ю.А., Саушкин Б.П., Саушкин Г.Б. Микрообработка элементов конструкций из титановых сплавов/ Вестник машиностроения, 2018, № 11. –С.65–68.

8. Gruzdev A.A., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. Electrical Discharge Drilling of Small Diameter Holes upon Ultrasonic Field Application. Part 1. Results of Technological Experiments /Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2020, Vol. 56, No. 2, pp. 166–170.

9. Gruzdev A. A., Morgunov Yu.A., Saushkin B.P. and Khomyakova N.V.

Electrical Discharge Drilling of Small Diameter Holes upon Ultrasonic Field Application: Part 2. Technologies of Multielectrode Treatment of Holes/ Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2020, Vol. 56, No. 5, pp. 541–546.

Анализ мероприятий по повышению надежности и ресурса вертолетных двигателей с учетом разных условий эксплуатации

Поперечный С.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лепешкин А.Р.

МАИ, Москва

Анализ результатов исследования и разработки мероприятий по предупреждению появления неисправностей вертолетных двигателей является необходимым условием по поддержанию летной годности, повышения ресурса и надежности вертолетных двигателей, что является актуальным в данной работе с учетом разных условий эксплуатации: жаркого климата и температур ниже –50 °С, характерных для условий крайнего Севера, Якутии, Арктики. Кроме того, на работу вертолетных двигателей влияют условия запыленности и влажности воздуха, условий обледенения, дождя или града. Анализ научно-технической литературы показал, что необходимо учитывать и особенности работы лопаток турбин, лимитирующих ресурс двигателей, условия возникновения помпажа в компрессоре и особенности технических систем обеспечения: топливной, масляной систем и других вспомогательных систем [1-5].

Работа посвящена проблеме повышения ресурса и надежности вертолетных двигателей с учетом выявленных эксплуатационных, конструктивных недостатков и сделана попытка классификации дефектов и неисправностей вертолетных двигательных установок. Это дает возможность разработать требования и рекомендации для промышленности по совершенствованию конструкции двигателей и технологического процесса изготовления деталей и изделий и модернизации систем диагностики.

В работе приведены для вертолетных двигателей характерные неисправности, проведен анализ причин их возникновения в разных условиях эксплуатации и предложены некоторые рекомендации и мероприятия по повышения ресурса и надежности вертолетных двигателей и безопасности полетов.

Список использованных источников:

1. International Institute for Strategic Studies. The Military Balance 2016 / James Hackett. — London: Taylor&Francis, 2016. —504 с. — ISBN 9781857438352.

2. Ильеня М.Ю., Лепешкин А.Р., Ильинская О.И. Системы контроля вертолетной двигательной установки // Тезисы 19-ой МК «Авиация и космонавтика-2020», 23-27 ноября 2020г. М.: Издательство «Перо». 2020.– С. 159-160.

3. Лепешкин А.Р., Ильинская О.И., Маликов С.Б. Динамика и прочность авиационных газотурбинных двигателей. Учебное пособие. М.: МАИ. 2020. 100 с.

4. Таран Е.М., Ильинская О.И. К вопросу влияния неравномерности полного давления на входе на параметры ТРДД // Авиационная промышленность. 2017. № 3. - С.15-23.

5. Лепешкин А.Р., Ильеня М.Ю., Ильинская О.И. Совершенствование контроля параметров вертолетной двигательной установки // Материалы IV отраслевой конференции по измерительной технике и метрологии для исследований летательных аппаратов. 10–11 ноября 2020 г., ЦАГИ, Жуковский. 2020. – С. 293-296.

Новые материалы и технологии в области аддитивного производства

Поршнев С.П.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гротова О.Н.
МАИ, Москва

Развитие аддитивных технологий оказывает существенное влияние на как приборостроение, и. в частности, электроники. Основные преимущества остаются такими же, как, например, в строительстве или дизайне, но системы и материалы, необходимые для получения результатов, очень разные.

Для того, чтобы аддитивное производство вошло в мир электроники, требуется несколько функций, не входящих в традиционный набор для аддитивного производства. Так, разрешение печати должно быть выше, на одном устройстве необходимо печатать одновременно несколькими материалами, а сами материалы должны выдерживать высокие температуры и иметь определенные диэлектрические свойства.

Очевидно, такой подход должен предоставить ученым и инженерам способы ускорить создание прототипов, возможность создания их в домашних условиях, а также открыть двери для совершенно новых способов проектирования и производства электроники.

Современные технологии аддитивного производства основаны на точном нанесении материалов. Это процесс послойного синтеза, при котором определенные материалы размещаются в заданных местах для создания интегрированной функциональной части за один печатный процесс. Для ускорения реализации базовой функциональности в обход большей части ожидания, связанного с традиционным аутсорсинговым прототипированием, может позволить проводить анализ системы в целом за считанные часы, что особенно важно в авиационном производстве.

Примером материалов, использующимися при печати плат являются чернила, наносимые по технологии Aerosol Jet, использующиеся в принтерах модели Aerosol Jet 5X Systems. Для создания корпусов плат используются пластики со сниженным риском электростатического разряда по технологии FDM используются модификации инженерных пластиков Ultem, PPS, PVDF, PC, POM.

Электронно-лучевой нагрев и области его применения

Разумова Д.А., Орлова М.С., Данилов А.Е.
Научный руководитель — доцент, Цивильский И.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

Электронно-лучевой нагрев (ЭЛН) является одной из перспективных технологий обработки поверхности материала. Использование направленного потока электронов обеспечивает возможность концентрации энергии и малоразмерную зону воздействия луча на материал. Однако, из-за высокой стоимости и сложности эксплуатации, а также необходимости использования высокого вакуума, ЭЛН применяют только там, где выполнить операции иными способами невозможно или трудно достичь необходимого эффекта: для сварки и термообработки тугоплавких и химически активных металлов, испарения металлов и оксидов, выращивания монокристаллов, металлизации, напыления и т. д.

В работе [1] упоминается об использовании многоэлектронно-лучевого нагрева, включающего несколько электронных пучков. Такая модификация источника тепла позволяет влиять на распределение остаточных напряжений, которые отрицательно сказываются на механических свойствах сварной конструкции.

Для получения монокристаллов тугоплавких металлов применяют метод зонной плавки, где нагрев осуществляется с помощью электронного луча, т.к. необходимым условием для получения совершенных монокристаллов является сочетание высокого вакуума и высоких температур [2].

Сварка с помощью электронного пучка может быть использована как технология сварки в космических условиях, преимущества которой определяются характеристиками

космической среды, включающими микрогравитацию, условия вакуума и колебания температуры [3].

С помощью ЭЛН также возможно получать наноразмерные порошки металлов и сплавов. При этом для испарения материала используются как импульсные, так и непрерывные электронные пучки [4].

Сочетание принципов аддитивного производства и электронно-лучевой технологии позволяет изготавливать сложные металлические детали из материалов превосходного качества [5].

Таким образом, технология электронно-лучевого нагрева, несмотря на высокую стоимость и трудности в эксплуатации, нашел широкое применение в различных областях промышленности.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению №075-03-2020-051/6 от 06.11.2020

Список использованных источников:

1. JianLin, Ninshu Ma, Xin Li, Yongping Lei. Modification of residual stress distribution in welded joint of titanium alloy with multi electron beam heating // Journal of Materials Processing Technology. - 2020.

2. Труханов С.В. Технологии получения монокристаллов тугоплавких металлов методом зонной плавки с применением электронно-лучевого нагрева // Инновации и инвестиции. - 2018. - №12. - С. 200-203.

3. Liu Xiaomeng, Dong Quanlin, Wang Pengfei, Chen He. Review of Electron Beam Welding Technology in Space Environment // Optik. - 2021.

4. Волков Н.Б., Фенько Е.Л.,Яловец А.П. Моделирование генерации металлических нанопорошков при электронно-лучевом нагреве // Челябинский физико-математический журнал. - 2009. - №25(163). - С. 34-42.

5. Manuela Galati, Luca Iuliano, Alessandro Salmi, Eleonora Atzeni. Modelling energy source and powder properties for the development of a thermal FE model of the EBM additive manufacturing process // Additive Manufacturing. - 2017.

Автоматизированное проектирование и расчет пластинчатого теплообменника МГТД с учетом технологии изготовления

Ремчуков С.С., Грунин А.Н., Алендарь А.Д.
Научный руководитель — д.т.н. Лепешкин А.Р.
МАИ, Москва

Малоразмерные газотурбинные двигатели (МГТД) в настоящее время привлекают к себе все большее внимание отечественной малоразмерной авиации. Для повышения топливной эффективности до уровня, достигаемого авиационными поршневыми двигателями, МГТД оснащают теплообменником системы регенерации тепла [1]. Наиболее часто МГТД выполняются с трубчатым или пластинчатым теплообменником.

Разработанная методика используется для автоматизированного проектирования и расчета пластинчатого теплообменника [2]. Конфигурация теплообменника выбирается индивидуально для каждой задачи. Расчетный комплекс, лежащий в основе разработанной методики, позволяет осуществлять подбор наиболее подходящей конфигурации теплообменника для конкретной задачи в автоматическом режиме. Основной задачей разработанной методики является тесная увязка всех стадий создания теплообменника. Помимо проектирования и расчета теплообменника в методике рассмотрен этап создания технологической оснастки для его изготовления. Таким образом, результатом работы расчетного комплекса являются не только модель и параметры пластины, но и 3D модели формообразующих элементов технологической оснастки для изготовления теплообменного аппарата [3].

Анализ технологии создания теплообменника обеспечивает выбор рационального метода его изготовления и разработку требуемой технологической оснастки.

По разработанной методике проектируется 3D модель пластины теплообменника. Далее, опираясь на геометрию пластины, моделируются формообразующие элементы штампа (матрица и пуансон). С учетом геометрии входного и выходного коллекторов воздуха, формируется оснастка для чеканки подводящего канала. С целью получения качественного сварного шва проектируется оснастка для прижима сварочных полок, с учетом размеров и геометрии последних.

Сформированные пластины подвергаются сварке в конверт на лазерном станке с ЧПУ мощностью до 300 Вт. Применение такого оборудования позволяет обеспечить высокое качество швов при сварке тонкостенных пластин.

При прохождении комплексных испытаний, изготовленный по представленной методике демонстрационный теплообменник, обеспечил все заявленные по проекту расчетные параметры.

Внедрение этапа разработки технологической оснастки в методику автоматизированного проектирования и расчета теплообменника позволяет значительно сократить время и ресурсы, затрачиваемые на его создание.

Список использованных источников:

1. Тихонов А.М. Регенерация тепла в авиационных ГТД. — М., "Машиностроение", 1977, 108 с.

2. 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.

3. Ремчуков С.С., Лебединский Р.Н., Ярославцев Н.Л. Внедрение технологии изготовления пластинчатого теплообменника МГТД в методику автоматизированного проектирования и расчета // Авиационная промышленность. 2019. № 2. С. 26-30.

Процесс топологической оптимизации с целью уменьшения массы кронштейна

Романова А.М., Поникаров А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Результат проектирования любого изделия – это всегда ряд компромиссов:

• Высокая прочность при минимальной массе детали;

• Обеспечение высокой надежности при длительном сроке службы;

• Уменьшение итоговой стоимости изделия, соблюдая требования к технологичности конструкции.

Идеально спроектированная конструкция на практике часто обладает технологическими и экономическими ограничениями. Таким образом, это приводит к упрощению конструкции и соответственно к увеличению ее массы и снижению «идеальных» характеристик.

Одним из решений данной проблемы является комплексное использование (применение) топологической оптимизации и аддитивных технологий.

Топологическая оптимизация (ТО) – это процесс реинжиниринга конструкции (изделия), направленный на уменьшении массы за счет удаления материала, который не испытывает значительные нагрузки. Итоговая конструкция сохраняет те же прочностные характеристики, что и исходное изделие.

Аддитивные технологии являются одним из наиболее перспективных способов создания изделий методом 3D–печати. SLM (селективное лазерное плавление) и DMD (прямое нанесение металла) технологии позволяют производить изделия со сложной внутренней и внешней геометрией, а также изготавливать цельные узлы, которые ранее состояли из сборочных элементов.

Один из примеров ТО с применением аддитивных технологий – кронштейн крепления разъёмов, изготовленный из титанового порошка ведущим производителем коммерческих самолётов Airbus для A350 XWB. Массу детали удалось уменьшить более чем на 30% [1].

Также, в качестве примера можно рассмотреть кронштейн антенны телеметрии, инфокоммуникационного спутника EUROSTAR E3000, масса которого уменьшена на 45%. Несколько спутников с данной конструкцией уже на орбите [2].

На данный момент существуют различные программные обеспечения (ПО), позволяющие создавать изделия методом ТО: Siemens NX, Siemens Solid Edge, CATIA 3DEXPERIENCE, SOLIDWORKS, Autodesk Fusion 360, ANSYS Mechanical, solidThinking Inspire и т.д.

В данном тезисе поставлена следующая задача: повышение прочностных характеристик авиационных кронштейнов.

PH1 – нержавеющая сталь с высокими механическими характеристиками. Эта сталь нашла широкое применение в медицинской и аэрокосмической отрасли. В работе использовался порошок с размером частиц от 20 до 50 мкм.

Для проведения ТО было использовано следующее ПО: Ansys Mechanical и SpaceClaim.

ANSYS Mechanical – это программа, которая позволяет производить ТО, при этом учитывать множественные статические нагрузки, удовлетворить требования к минимальной толщине материала, моделировать деформацию изделия под нагрузкой.

ANSYS SpaceClaim – это многофункциональное приложение для трехмерного моделирования, основанное на технологии «прямого моделирования» (Direct Modelling).

Первоначально в ANSYS SpaceClaim была смоделирована трёхмерная модель кронштейна. Далее из модели формируется сетка, для расчёта напряжений в теле при ее рабочих нагрузках методом конечных элементов. После расчета значений напряжения подключается модуль ТО, который исключает элементы фасетного тела не испытывающие напряжения. Получается модель с оптимизированной геометрией, которая при этом обладает требуемыми прочностными характеристиками с массой вдвое меньше исходной детали. Далее производится наложение полученного фасеточного тела на исходную 3D модель. Данная операция необходима так как фасетное тело требует доработки для последующей печати и проще доработать твёрдое тело. Поэтому модель оптимизированной детали производится путем наложения фасетного тела на исходную модель с последующей ручной обрезкой по контуру.

На этапе изготовления были напечатаны не оптимизированные и оптимизированные детали кронштейна на SLM принтере EOS M 270.

В результате проделанной работы спроектированы и изготовлены авиационные кронштейны методом аддитивных технологий с применением топологической оптимизации. Данные детали имеют новую форму, по сравнению с оригинальным кронштейном, за счет чего удалось уменьшить массу детали на 40%. При этом оптимизированный кронштейн выдерживает все требуемые нагрузки. Использование стандартных методов производства для изготовления модернизированной детали было бы не рациональным и не имело бы смысла, так как повышается время и сложность создания изделия. А использование аддитивных технологий позволяет производить изделия с оптимизированной геометрией. Данную технологию можно применять в авиационной, космической, автомобильной промышленностях и др.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению №075-03-2020-051/6 от 06.11.2020

Список использованных источников:

1. Liu R., Wang Z., Sparks T., Liou F., Newkirk J. Aerospace applications of laser additive manufacturing // Laser Additive Manufacturing, 2017. P. 351-371.

2. AIRBUS. Airbus Defence and Space optimising components using 3D printing for new Eurostar E3000 satellite platforms [Электронный ресурс]: https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2015/03/airbus-defence-and-space-optimising-components-using-3d-printing-for-new-eurostar-e3000-satellite-platforms.html

Разработка технологии изготовления изделий с регулируемой ячеистой структурой из алюминиевых сплавов

Рослова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Изотов В.А.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Повышение экономичности и надежности летательных аппаратов неразрывно связано с возможностью уменьшения массы конструкции при сохранении или даже повышении прочности. Решение проблем в этом направлении связывают с разработкой новых видов облегченных конструкций.

Деталь из ячеистого материала – это новый элемент, обеспечивающий высокую удельную прочность конструкции в сочетании с низкой плотностью.

Актуальной задачей является разработка и получение ячеистой структуры с оптимальными геометрическими параметрами для обеспечения максимальной технологичности конструкции.

За последний год детали с равномерной ячеистой структурой начали изготавливаться с помощью технологии прямого лазерного спекания металлического порошка, преимущества которой – обеспечение более высокой точности и пористости изделия, изготовление деталей сложной геометрии с тонкими стенками (менее 2 мм). Основной недостаток – невозможность получения монолитного изделия, ввиду чего не удается обеспечить прочность, соответствующую литым экземплярам.

Внедрение в производство новых гибридных технологий (аддитивные + литейные) позволяет выполнить эту задачу.

Технология заключается в создании выжигаемой пластиковой модели с помощью FDM-печати и последующей заливкой гипсовой формы расплавленным металлом с помощью вакуумного всасывания с затвердеванием под давлением в специальной заливочной камере.

С помощью литья с использованием выжигаемой пластиковой модели получается материал с заданной регулируемой ячеистой структурой металлического изделия с заданной прочностью и жесткостью. Литой материал обеспечит увеличенный срок эксплуатации, повышение надежности, удельной прочности и энергетической эффективности детали. Кроме того, себестоимость продукции значительно снизится по сравнению с зарубежными аналогами.

В результате исследования влияния геометрических параметров ячеистой структуры на механические свойства конструкции установлено:

1. При расчете механических свойств алюминиевых образцов с ячейками разной геометрии с помощью программы прочностного конечно-элементного анализа механических испытаний APM FEM шестиугольный вид ячеек показал наиболее высокие прочностные характеристики по сравнению с круглым и квадратным видом ячеек при пористости порядка 25%.

2. Для деталей с шестиугольной ячеистой структурой обосновано с позиции синергетики применение сплава АК7ч с термообработкой для предотвращения трещинообразования при минимальной толщине стенки 2 мм.

3. Для оценки прочностных характеристик проведены испытания образцов из алюминиевого сплава АЛ9 с ячейками разного размера. Максимальной удельной прочностью обладают образцы с ячейками диаметром 5 мм.

4. Для детали кронштейн оценена возможность применения ячеистой структуры с размером соты 5 мм с целью уменьшения массы и сохранения прочностных характеристик. При пористости 40% максимальные напряжения в детали составили 52 МПа, что не превышает разрушающее допускаемое напряжение материала АЛ9 при смятии ((100-170) МПа).

5. Опытным путем установлено, добавка соли в количестве (7-12) % снижает величину прочности на изгиб без прокаливания образцов примерно в 5 раз. После прокаливания добавка примерно в 6 раз повышает прочность по сравнению с прочностью до прокаливания и примерно в 2,5 раза по сравнению с прочностью после прокаливания без соли.

Интеллектуальный полупроводниковый прожектор для применения в условиях недостаточной видимости в следствии повышенного количества атмосферных аэрозолей

Саинский А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Солдаткин В.С.
ТУСУР, Томск

На сегодняшний день на рынке представлен большой ряд светодиодных прожекторов, их стоимость определяется дальностью действия, но эти данные приводятся производителями без учёта влияния на дальность действия атмосферных аэрозолей. Влиянием атмосферных аэрозолей на прохождение света на протяжении длительного времени занимаются в ИОА СО РАН. Известно, что аэрозоли делятся на конденсационные (образуются в результате присоединения молекул вещества в паре или конденсации пара на присутствующих в нём ионах или частицах вещества, с жидкой дисперсной фазой – туман, с твёрдой – дым) и диспергационные (образуются в результате измельчения твёрдых тел – пыль или в результате распада струй или плёнок жидкостей – спреи). Атмосферные аэрозоли принято классифицировать следующим образом: облака, туманы, дымка, морось и осадки, осадки делятся на дождь и снег. В зависимости от плотности и типа аэрозолей пропускание света будет различным на разных длинах волн. Именно по этой причине для обеспечения быстрого, а главное безопасного поиска космических капсул необходимо провести исследования и разработать интеллектуальный полупроводниковый прожектор для применения в условиях недостаточной видимости в следствии повышенного количества атмосферных аэрозолей. Управление спектром излучения, управление силой излучения как в ручном режиме с помощью мобильного устройства, так и автоматизированное управление с помощью интеллектуального программного обеспечения. Спектр излучения будет меняться путем включения и выключения светодиодов с разной люминофорной композицией.

Применение детектора обнаружения углов FAST для алгоритмов компьютерного зрения в задаче поиска краев детали

Семашко В.С., Молотков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Третьякова О.Н.
МАИ, Москва

Установки SLM (Selective Laser Melting) помогают решать сложные производственные задачи промышленных предприятий, работающих в авиакосмической, энергетической, машиностроительной и приборостроительной отраслях. В настоящее время одна из задач в технологии SLM является проблема распознавания выступов и провалов в слое детали после нанесения порошка.

В данной работе изучается применение детектора FAST обнаружения углов в задаче компьютерного зрения для извлечения углов и определения характеристик изображений различных деталей, созданных при помощи лазерных технологий.

FAST (Features from Accelerated Segment Test) - это метод обнаружения углов, который можно использовать для извлечения характерных точек, а затем использовать для отслеживания и сопоставления объектов в задачах компьютерного зрения. Впервые данный метод был представлен Е.Ростеном и Т. Драммондом в 2005 [1], где было показано, что преимуществом углового детектора FAST является его вычислительная эффективность.

Чтобы определить, является ли пиксель-кандидат на самом деле углом, детектор углов FAST использует алгоритм генерации круга из 16 пикселей целочисленного радиуса (круг Брезенхема с радиусом 3), Каждый пиксель в круге помечен числом от 1 до 16 по часовой стрелке. Если набор из нескольких смежных пикселей в круге ярче, чем интенсивность пикселя-кандидата плюс пороговое значение интенсивности, (или темнее, чем интенсивность пикселя-кандидата минус пороговое значение), то пиксель-кандидат классифицируется как угол. Пороговое значение интенсивности излучения задается в

программе. Существует компромисс между выбором количества смежных пикселей и порогового значения. С одной стороны, количество обнаруженных угловых точек не должно быть слишком большим, с другой стороны, высокая производительность не должна достигаться за счет снижения вычислительной эффективности.

Создано программное обеспечение на языке C#, позволяющее проводить анализ с помощью данного метода.

Список использованных источников:

1. Rosten E., Drummond T. Machine learning for high speed corner detection // In 9th European Conference on Computer Vision, vol. 1, 2006, pp. 430–443.

Получение охлаждающих отверстий в турбинных лопатках с помощью лазерной обработки

Сидоров В.Н.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Любимов В.В.
ТулГУ, Тула

Турбинная лопатка является важным компонентом авиационного двигателя. Поскольку двигатель работает в экстремальных температурных условиях, охлаждение лопаток турбин необходимо. Это позволит снизить температуру лопаток турбин, что повысит тепловой КПД и продлит срок службы двигателя [1].

Пленочное охлаждение является одним из широко используемых методов охлаждения лопаток турбин. При этом методе охлаждения воздух протекает сначала по внутренним каналам, а затем часть его выходит через ряды отверстий на поверхность пера лопатки, создавая тонкую защитную воздушную пленку между горячим газом и поверхностью лопатки.

Для получения высококачественных охлаждающих отверстий используются следующие способы обработки: лазерная, электрохимическая и электроэрозионная.

Лазерное сверление – это термический процесс, при котором в заготовке происходят следующие явления: поглощение энергии лазера, нагрев заготовки за счет теплопроводности, плавление и кипение, испарение, образование плазмы и выброс расплавленного материала.

Для получения отверстий с помощью лазера применяют следующие схемы: одноимпульсная, многоимпульсная и трепанирование. Последняя схема используется для сверления отверстий большого диаметра, в которых лазерный луч перемещается по окружности предполагаемого отверстия относительно детали или наоборот.

Основными дефектами, вызванными традиционным лазерным сверлением на воздухе, являются появление оксидного слоя, заусенцы, трещены и зона остаточного термического воздействия [2].

Для уменьшения этих дефектов используют лазеры с ультракороткими импульсами нано, пико и фемтосекундной длительности, однако их применение приводит к увеличению времени обработки [3]. Также для уменьшения дефектов лазерный процесс может сопровождаться коаксиальной обдувом газом и применением жидкости, которая под давлением соосно с лазерным лучом подается в зону обработки. В качестве жидкости в основном применяется деионизированная вода [4-6].

Список использованных источников:

1. Gurav M. M., Gupta U., Dabade U. A. Quality evaluation of precision micro holes drilled using pulsed Nd: YAG laser on aerospace nickel-based superalloy //Materials Today: Proceedings. – 2019. – V. 19. – P. 575-582.

2. Liu Y. Z. Coaxial waterjet-assisted laser drilling of film cooling holes in turbine blades //International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2020. – V. 150. – P. 103510.

3. Yu Z., Hu J., Li K. Investigating the multiple-pulse drilling on titanium alloy in picosecond laser //Journal of Materials Processing Technology. – 2019. – V. 268. – P. 10-17.

4. Liu Y. et al. Overview on the development and critical issues of water jet guided laser machining technology //Optics & Laser Technology. – 2021. – V. 137. – P. 106820.
5. Subasi L., Gokler M. I., Yaman U. Multi objective optimization of water Jet guided laser micro drilling on Inconel 718 using Taguchi method //Procedia CIRP. – 2020. – V. 94. – P. 505-510.
6. Zhang Z. et al. Investigation on geometric precision and surface quality of microholes machined by ultrafast laser //Optics & Laser Technology. – 2020. – V. 121. – P. 105834.

Разработка методика немеханической постобработки деталей, изготовленных аддитивными технологиями

Смирнов А.С.
Научный руководитель — Васильева Т.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

В настоящее время все большую популярность в сфере производства ракетно-космической техники приобретает исследование метода трехмерной печати металлом, основанного на технологии селективного лазерного плавления [1]. Данный метод изготовления обладает рядом недостатков, одним из которых является низкий класс шероховатости получаемых изделий. По данным источника [2] технические возможности самых передовых промышленных принтеров, основанных на методе SLM, ограничиваются четвертым классом шероховатости, который является слишком низким для деталей гидравлических систем и сопрягаемых деталей (подшипников, шарниров, валов и так далее).

Решением данной проблемы могут стать методы немеханической обработки:

• Химическое полирование – процесс химического растворения поверхностного слоя металла раствором кислот [3];

• Электрохимическое полирование – процесс анодного растворения поверхности металла, протекающий в электролите [4];

• Электролитно-плазменное полирование (ЭПП) – способ, который основывается на эрозионном методе удаления неровностей с помощью электрического разряда, протекающего между деталью и электролитом через паровой карман, образованный испарением электролита вблизи поверхности обрабатываемой детали [5].

В связи с тем, что структура неровности поверхностей образуется хаотичным расположением частичек спекаемого порошка, которые бывают весьма крупными [6], методы химического и электрохимического полирования не подходят в качестве основного метода обработки. Все дело в том, что из-за равномерного покрытия поверхности кислотой или электролитом скорость снятия материала на поверхности выступающей крупной частички порошка и на общей поверхности будет одинакова, что не приведет к снижению шероховатости.

ЭПП является оптимальным для обработки поверхностей деталей, изготовленных аддитивными технологиями, так как в отличие от химического и гальванического растворения, в этом методе обработка производится газовым разрядом, протекающим через слой пара электролита. С помощью регулирования напряжения между катодом и анодом возможно устранять локальные неровности постепенно, снимая сначала высокие выступы, где напряженность поля максимальна, затем неровности меньше. Это позволяет обеспечивать однородность процесса эрозии материала, а также способствует устранению дефектов.

Существующие методики ЭПП не всегда применимы к аддитивным изделиям, поскольку изначально разрабатывались для массового применения к простым по своей конфигурации деталям. В связи с этим ведется работа над созданием новой методики немеханической обработки аддитивных деталей.

На данный момент проектируется экспериментальная установка, с помощью которой будет разрабатываться новая методика ЭПП. Она будет основываться на уже существующих, но с необходимыми для повышения эффективности процесса доработками:

1) изменение состава существующих электролитов под часто используемые для печати сплавы;

2) создание циркуляции электролита в полостях изделия для повышения стабильности процесса эрозии и поддержания температурного режима;

3) создание системы стимуляции электрического разряда в паровом кармане сверхвысокочастотным излучением для повышения работоспособности метода в длинных полостях (отверстиях, пазах), где из-за низкой плотности тока ионизация газа может не происходить.

На данный момент были изготовлены методом SLM печати из сплава AlSi10Mg две жидкостные форсунки. Одна из ни была разрезана на электроэрозионном станке для определения шероховатости с помощью двойного микроскопа Линника методом светового сечения. Общая шероховатость составляет 38,6 мкм по шкале Rz, что соответствует четвертому классу шероховатости. Вторая форсунка предназначена для испытания на ней будущей методики и контрольного сравнения полученной после обработки шероховатости с исходной шероховатостью до обработки.

Список использованных источников:

1. Чумаков Д.М. Перспективы использования аддитивных технологий при создании авиационной и ракетно-космической техники/ Д.М. Чумаков// Электронный журнал «Труды МАИ». – 2013. – № 78. – С. 1-22.

2. Исследование параметров шероховатости поверхностного слоя и точности изготовления изделий аддитивного производства/ Д.И. Сухов, С.В. Неруш, С.В. Беляков, П.Б. Мазалов// Известия высших учебных заведений. – 2017. – №9. – С.73-84.

3. Бартл Д. Технология химической и электрохимической обработки поверхностей металлов / Д. Бартл, О. Мудрох. – Москва: Машгиз, 1961. –128 с.

4. Пяндрина Т.Н. Электрохимическая обработка металлов/ Т.Н. Пяндрина – Ленинград: Машгиз, 1961. – 68 с.

5. Куликов И.С. Электролитно-плазменная обработка материалов / И.С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. – Минск: Беларус. наука, 2010. – 232 с.

6. Исследование зависимости шероховатости, морфологии поверхности и количества дефектов структуры от мощности лазера, скорости сканирования и типа штриховки в жаропрочном сплаве, синтезированном методом СЛС/ М.А. Лаптева, Н.А Белова, А.Н. Раевских, Е.В. Филонова// Труды ВИАМ. – 2016, № 9. – С. 72-84.

К вопросу модернизации системы запуска авиационных двигателей с использованием цифровых технологий

Столбов А.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.

МАИ, Москва

В данной работе рассмотрена возможность замены электромотора стартера авиационного двигателя на двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Выбор той или иной системы запуска определяется различными факторами: мощность, размеры двигателя, тип летательного аппарата и многими другими.

Электростартер относится к агрегатам, обеспечивающим предварительную раскрутку ротора газотурбинного двигателя (ГТД). Для питания электростартера необходимы мощные источники электроэнергии, такие как аккумуляторные батареи, бортовые или аэродромно-пусковые генераторные установки. Требуемое большое количество электроэнергии аккумуляторных батарей необходимо восполнять после каждого запуска. С этой задачей справляются генераторные установки самолета, которые в процессе зарядки аккумуляторов нерационально расходуют топливо. Кроме того, ёмкость аккумуляторных батарей существенно зависит от параметров состояния окружающего воздуха, в частности, температуры. Это необходимо учитывать при эксплуатации в условиях пониженных температур.

Расход топлива можно значительно сократить, используя вместо электростартера двигатель внутреннего сгорания. Двигатель внутреннего сгорания с автоматической коробкой передач способен обеспечить широкий диапазон пусковых оборотов авиационного двигателя с достаточной мощностью.

В данной работе производится оценка необходимой мощности ДВС для эффективного и быстрого запуска ГТД с рациональным потреблением топлива. Особое внимание уделяется цифровым технологиям. Для регулировки частоты вращения выходного вала ДВС необходимо использовать специальный микропроцессорный контроллер и датчики, отслеживающие процесс запуска авиационного двигателя.

Для передачи крутящего момента от ДВС к ротору газотурбинного двигателя автор предлагает использовать электромуфту со специальным блоком управления, способную сократить ударные нагрузки на привод в начальный момент запуска ГТД.

С помощью данной модернизации мы ускоряем процесс запуска ГТД и сокращаем расход авиационного топлива, повышаем экономическую выгоду.

Список использованных источников:

1. Системы запуска авиационных двигателей: Метод.указания/ Самар.гос. аэрокосм. ун-т. Сост. И.В.Таммекиви. Самара, 2002.- 34с.

2. Щетинин Т.А. Электромагнитные муфты скольжения — М.: Энергоатомиздат, 1985. 272 с.

Технологическое обеспечение качества деталей при обработке глубоких отверстий

Суворов А.Н.

Научный руководитель — доцент, Ильинская О.И.

МАИ, Москва

В данной работе рассмотрены технологические аспекты обеспечения требований качества при производстве детали агрегата контроля подачи топлива. Технологический процесс изготовления указанной детали включает сверление глубокого отверстия Ø 10,9. Операция сверления выполняется за два установа.

В связи с уводом сверла от оси отверстия, сложностью подвода СОЖ и выводом стружки из зоны резания глубокое сверление считается проблемной операцией и требует особого внимания при выборе схемы обработки, типа применяемого сверла, марки охлаждающей жидкости и т.д.

Рассматриваемая деталь изготавливается из нержавеющей высоколегированной стали аустенитного класса. Для получения глубокого отверстия использовался двухшпиндельный токарный станок с числовым программным управлением CTX alpha 500 компании DMG MORI. Обработка осуществлялась по схеме с вращением детали и сверла в противоположных направлениях.

При сверлении глубоких отверстий в нержавеющей стали с высоким содержанием хрома ружейными сверлами с использованием специально разработанной СОЖ Blaser Blasocut 4000 Strong происходит появление дефектов на опорных поверхностях инструмента. Проблема заключается в химической реакции СОЖ с материалом заготовки, которая пагубно воздействует на твердосплавный инструмент, приводя к образованию лунок на опорных поверхностях ружейного сверла.

Для решения возникшей проблемы автором проведен анализ возможностей применения разных типов сверл, видов охлаждающей жидкости. С учетом малых габаритов рабочей зоны станка автор предложил обработку глубокого сквозного отверстия проводить за два установа с предварительным сверлением пилотного отверстия на первом установе.

В работе приведены расчеты режимов резания, определены силы закрепления заготовки в 3-х кулачковом патроне. В среде SolidWorks построены силовые схемы воздействия на деталь усилий закрепления и сил резания, построены эпюры результирующего перемещения детали на каждом этапе операции сверления отверстия, выполнена оценка коэффициента

запаса прочности. По результатам исследования был предложен наиболее экономически выгодный и производительный способ обработки глубоких отверстий в нержавеющей стали с высоким содержанием хрома, а также была подобрана СОЖ, обеспечивающая эффективность обработки в сочетании с улучшением качества обрабатываемой поверхности.

Список использованных источников:

1. А.Г. Бойцов, А.П. Ковалёв, А.С. Новиков и др. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 538 с.

2. А.Н. Петухов, О.И. Ильинская Влияние технологической наследственности на эксплуатационные свойства основных деталей ГТД / Авиационная промышленность, №2 − 2016. С.30-34.

3. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие /И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев; — Рыбинск: РГАТА, 2010.— 220 с.

4. Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Обработка резанием в автоматизированном производстве: учебник. М.: Машиностроение, 2009−372 с.

Применение средств индивидуальной защиты при работе с 3D-принтерами

Судукова К.А., Ворошилин А.П.

Научный руководитель — доцент, к.б.н. Мессинева Е.М.

МАИ, Москва

Все варианты устройств для 3D-печати могут создавать опасность для здоровья и безопасности человека, характер и уровень который зависит от типа используемого сырья и механических процессов, задействованных в печати.

Моделирование деталей методом наплавление (FDM) представляет собой один из наиболее популярных видов 3D-печати. В этом процессе обычно используется термопластическая нить, хотя в зависимости от принтера могут использоваться и другие типы сырья. Термопластическая среда генерирует сверхмелкозернистые частицы (UFP), наночастицы и летучие органические соединения в различных концентрациях, которые могут откладываться в тканях организма человека, что в дальнейшем может вызывать различные нарушения в организме. [1]

Несмотря на широкое использование 3D-принтера в настоящее время, на основании анализа законодательно-правовой базы было выяснено, что применение средств индивидуальной защиты для работы на 3D-принтерах до сих пор четко не регламентировано.

На данный момент известно, что при работе на 3D-принтере на работника могут воздействовать следующие вредные и (или) опасные факторы:

Физические:

• Режущие и колющие предметы (при снятии модели с платформы, удалении поддержек, необработанные части модели);

• Электромагнитное излучение;

• Термические ожоги;

• Повышенный шум;

• Отлетающие частицы обрабатываемого материала.

Химические:

• Испарения (например, стирол, акрилонитрил или формальдегид и т.д.);

• Пыль (например, металлические наночастицы).

Изучив инструкции по эксплуатации [2,3,4], представленные производителями 3D-принтеров, можно объединить их рекомендации по использованию средств индивидуальной защиты (СИЗ) в следующий перечень:

• Перчатки рабочие строительные;

• Респиратор;

• Перчатки нитриловые;
• Очки защитные.

Использование средств индивидуальной защиты поможет обезопасить работников. В данном случае рекомендуется применить специализированные уплотненные перчатки с длинными манжетами и фильтрующие маски-респираторы (FFP1, FFP2 и FFP3), которые могут защитить рабочих от вдыхания пыли, дыма и аэрозолей. Необходимость в респираторах зависит от типа 3D-принтера и размера частиц, излучаемых машиной. [5]

Триботехнические свойства ионно-плазменных покрытий в системе Mo-(Hf,Zr)-Si-B

Сытченко А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кирюханцев-Корнеев Ф.В.
НИТУ МИСиС, Москва

Одним из направлений современного материаловедения является создание жаростойких покрытий для повышения срока службы и рабочих характеристик узлов и деталей ракетно-космической техники и сверхзвуковых летательных аппаратов. Одними из наиболее эффективных считаются покрытия системы Mo-Si-B [1,2]. В работе [3] были получены композиционные покрытия на основе Mo-Si-B, которые сохраняли защитные свойства в среде ионизированного воздуха при температуре 1800-2100 °C в течение 100 с. Покрытия Mo-Si-B с высоким содержанием кремния обладали высокой жаростойкостью до 1700 °C при выдержке 10 мин [4]. Однако детали авиационной и ракетно-космической техники также необходимо защищать от эрозионного воздействия частиц пыли и других загрязнений атмосферы. Настоящая работа направлена на изучение триботехнических характеристик, в том числе износо- и эрозионной стойкости, покрытий системы Mo-(Hf,Zr)-Si-B.

Покрытия Mo-Si-B, Mo-Hf-Si-B и Mo-Zr-Si-B были получены методами магнетронного распыления в режиме постоянного тока (DCMS) и высокомощного импульсного магнетронного распыления (HIPIMS) мишеней 90%MoSi2+10%MoB, (90%MoSi2+10%MoB)+5%(20%)HfB2 и (90%MoSi2+10%MoB)+5%(20%)ZrB2. Мишени диаметром 120 мм и толщиной 10 мм были изготовлены методом горячего прессования с использованием измельчённых продуктов СВС-реакции. Эксперименты по нанесению покрытий в режимах DCMS и HIPIMS проводили в атмосфере Ar (99,9995%) на вакуумной установке на базе откачивающей системы УВН-2М с помощью модулей питания Pinnacle Plus (DCMS) и TruPlasma 4002 Huttinger TRUMPF (HIPIMS). В качестве материала подложки использовались пластины из Mo размером 10×10×5 мм.

Структурные исследования с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) выполняли на микроскопе «Hitachi» S-3400N, оснащенном прибором NORAN 7 Thermo. Испытания по определению коэффициента трения покрытий проводили на трибометре CSM Instruments (Швецария) по схеме «стержень-диск» при нагрузке 1 Н. Стойкость к ударно-динамическому воздействию исследовали с помощью прибора Impact Tester CemeCon при частоте 50 Гц и количестве ударов 105. Нагрузка при этом составляла 1000 Н. Для определения параметров и дорожек износа использовали оптический профилометр WYKO-NT1100. Исследование эрозионной стойкости покрытий проводили на ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2Т. В качестве абразивного материала использовали SiO2, WC, Si3N4, Al2O3, и B4C.

Согласно данным СЭМ и ЭДС, все покрытия обладали бездефектной плотной равномерной структурой без выраженных столбчатых элементов. Трибологические испытания показали, что образцы Mo-Si-B и Mo-Hf-Si-B характеризовались относительно высоким коэффициентом трения (f) на уровне 0,7-0,8. В свою очередь, испытание покрытие Mo-Zr-Si-B прервалось на 30 с в результате скачка f> 1. Тем не менее, образец Mo-Zr-Si-B показал лучшую стойкость к ударно-динамическому нагружению. Согласно результатам эрозионных испытаний максимальную потерю массы при абразивном воздействии SiO2, равную 4,7 мг, показало покрытие Mo-Si-B. Лучшими показателями абразивной стойкости к

SiO2 обладало покрытие Mo-Hf-Si-B (Δm=2,2 мг). Потеря массы покрытия Mo-Zr-Si-B составила 3,4 мг.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-19-00117).

Список использованных источников:

1. J.H. Perepezko, High temperature environmental resistant Mo-Si-B based coatings, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Volume 71, 2018, Pages 246-254,

2. Patrick Ritt, Ridwan Sakidja, John H. Perepezko, Mo–Si–B based coating for oxidation protection of SiC–C composites, Surface and Coatings Technology, Volume 206, Issues 19–20, 2012, Pages 4166-4172,

3. B.E. Zhestkov, V.S. Terent'eva, Multifunctional coating MAI D5 intended for the protection of refractory materials, Russ. Metall. 2010 (2010) 33–40.

4. P.V. Kiryukhantsev-Korneev, I.V. Iatsyuk, N.V. Shvindina, E.A. Levashov, D.V. Shtansky, Comparative investigation of structure, mechanical properties, and oxidation resistance of Mo-Si-B and Mo-Al-Si-B coatings, Corros. Sci. 123 (2017) 319–327.

Оптимизация сроков освоения производственных технологий на ранних этапах проектирования

Тарасенко А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шемонаева Е.С.

МАИ, Москва

В условиях современного производства изделий аэрокосмической отрасли предприятия стремятся повысить эффективность своего производства, снизить издержки, увеличить темпы производства, развить его гибкость, что в конечном итоге позволит занять устойчивое положение на мировом конкурентном рынке. Учитывая тот факт, что многие предприятия авиакосмической отрасли начинали образовываться еще в советское время, а затем переживали период резкого спада производства, некоторые подходы к освоению новых изделий устарели. В связи с этим, задача определения сроков производства нового изделия, находящегося только на начальных этапах проектирования, а также оценка потребной производственной мощности для его изготовления в заданные сроки, является актуальной.

Для точного определения сроков производства, т.е. времени, которое необходимо для изготовления нового изделия предлагается прибегнуть к методике, которая включает следующие основные этапы.

1. Запуск этапа отработки на технологичность проектируемого изделия в рамках этапа разработки аванпроекта. Такой подход позволяет минимизировать риск внесения изменений в утвержденную проектную и конструкторскую документацию, а также значительно сокращает этап технологической подготовки производства в дальнейшем.

2. Предварительная оценка состояния производственных (в том числе технологических, технических) и организационных показателей предприятия экспертным методом. На данном этапе определяются основные показатели, от которых в первую очередь зависит длительность производственного цикла изделия. К ним относятся вид производства (единичное, серийное), тип рабочего места (с полным участием человека, с частичным участием или без участия человека – роботы), вид оборудования, степень готовности производства, а также сюда следует отнести норму времени каждой операции. После чего следует определить наиболее важные календарно-плановые показатели и выделить такие, которые значительно влияют на срок изготовления изделия, а также те показатели, которые являются ключевыми и влекут риск срыва сроков изготовления изделия.

3. Выявление узких мест производственных мощностей и существующих технологий. Разработка плана мероприятий по их устранению при наладке и запуске производства проектируемого изделия. На этом этапе должна учитываться специфика рассматриваемого предприятия. Кроме того на этом этапе следует проработать решения, позволяющие вынести неэффективные для предприятия процессы на аутсорсинг.

4. Составление комплекса мероприятий по организации и пуско-наладке производственного процесса проектируемого изделия.

Анализ методов формирования новых конструкторско-технологических решений в аэрокосмическом производстве

Толстихин Д.С., Пачина А.В., Тропынин Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва

Каждый современный этап развития науки и техники характеризуется усложнением технологии и техники создаваемых технических средств.

Проектирование любой конструкции или технологии любого назначения связано с выбором решения из ряда альтернативных вариантов решения. Главная особенность таких методов это ограниченность информации о самом исследуемом объекте.

В настоящее время экспертное оценивание широко применяется для решения важных проблем различного характера. В различных отраслях, объединениях и на предприятиях действуют постоянные или временные экспертные комиссии, формирующие решения по различным сложным проблемам. Метод требует тщательного анализа целей и задач деятельности, путей и средств их достижения, оценки влияния различных факторов на повышение эффективности и качества работы.

В настоящее время известно множество методов поиска новых технологических решений, из наиболее применяемых в производственной практике, мной были выделены одиннадцать методов, такие как: метод эвристических приемов; ТРИЗ; АРИЗ; тенденционное моделирование [1]; морфологический анализ; генетический алгоритм; метод фокальных объектов; метод аналогий; метод проб и ошибок; метод коллективной оценки; анализ чувствительности [2].

Используя морфологический анализ и экспертное оценивание, была проведена классификация, ранее рассмотренных методов поиска новых технических решений. Наиболее перспективным методом, для решения сложных изобретательских задач, является тенденционное моделирование. Данный метод заключается в моделирование физико-технических эффектов, на которых основана работа конструкций. Работа ведется с малоразмерными моделями, что делает такое моделирование рабочим инструментом самого конструктора (а не исследователя или расчетчика). Адекватность моделей обеспечивается соблюдением принципа однородности. [3].

Изобретательская деятельность многогранна, это не только решение задач. Нужно найти задачу, решить ее, превратить новую идею в работоспособную конструкцию, внедрить новую машину, прибор или способ.

Список использованных источников:

1. Юрин В.Н. Тенденционное моделирование – технология автоматизированного поиска инновационных конструкций. / Информатика и технологии. Сборник научных трудов: материалы Международной научно-технической конференции «Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике». Московский технологический университет, Физико-технологический институт. Вып. 2 (XXII). / Под ред. д.т.н., проф. В.С. Кондратенко – М.: МТИ, 2016. – С. 284-287.
2. Ефимов В.В. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством. 2011 г. – 132 с.
3. Юрин В.Н. Анализ альтернативных решений. Методические указания для практических занятий, курсового и дипломного проектирования. МАТИ, 2015 г. – 3 с.

Сквозные цифровые технологии в задачах проектирования технологических процессов машиностроения

Тропынин Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицына В.В.
МАИ, Москва

В рамках «Национальной технологической инициативы» СТ были определены как ключевые научно-технические направления, которые оказывают наиболее существенное влияние на развитие рынков. Большинство современных производств, занимающихся автоматизированным проектированием, в качестве конечного продукта, реализуют

2D документацию. Такое несоответствие принципов автоматизации с реальностью снижает качество продукции и отрицательно влияет на внедрение новых технологий [1]. Для проведения анализа был взят конкретный пример, обобщённый названием «Выполнить КП». Методом разработки функциональной модели диаграммы (IDEF0) была выстроена логика процесса. Сама методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм - единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром (контекстная диаграмма), после чего проводится функциональная декомпозиция - система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно (диаграммы декомпозиции). Затем каждая подсистема разбивается на более мелкие и так далее до достижения нужной степени подробности [3].

Анализом собственного опыта выполнения технологического проектирования – КП, мною были выявлены части для построения начальной (контекстной) диаграммы А-0 ее входы (I), вы-ходы (O), управления (C) и механизмы (M). Далее была произведена декомпозиция контекстной диаграммы. Которая является связью между функциональными блоками необходимыми частями КП (главы курсовой работы). А также была показана декомпозиция наиболее значимых блоков (А2-А5) из контекстной диаграммы А0 (следующий подуровень).

Основой организации сквозного проектирования является применение ДЦ, в анализируемом процессе сильное положительное влияние оказывает на такие механизмы как: М5 «Прикладные информационные ресурсы»; М4 «Технологическое и программное обеспечение» (не все могут быть обеспечены всеми обеспечениями на текущем этапе внедрения технологий). Также очень важную роль имеют материалы на «входе» на основе которых производится вся работа начиная с I5 «заводской ТП» и I6 «Заводские эскизы и чертежи с спецификацией» — от типа получаемой информации очень сильно зависит эффективность выполнения КП (если чертежи и ТП с описанием условий работы узла итд) был бы в электронном виде (3D модель объекта производства и все технологические эскизы в 2D чертежах), все I2-I4 в своем текущем положении это справочники и другие источники но если бы была единая база которая автоматически рекомендовала и отбрасывала ненужные в зависимости от твоих нужд (заготовки, инструменты, и оборудование) то это бы значительно повысило бы доступность данных в процессе и позволило бы объединить (на диаграмме как пример) I2-I4 в один источник материалов [2]. Качество входных материалов значительно влияет на производительность в задаче «Выполнить КП».

Для наглядности возможностей внедрения технологии был создана таблица (Анализ источников информации для функционирования разработанного комплекса диаграмм) показывающая все используемые источники информации, если конкретнее, то показан их вид и связи в механизме работы диаграммы. Зачастую пользование справочниками стандартами, книгами, каталогами, методическими материалами и прочими источниками информации крайне неудобно и запутано в бумажном виде, но и в электронном виде может возникать путаница без баз данных и удобной навигации в «электронном архиве». Вершиной эффективности выполнения данной задачи является - создание программно-аппаратного комплекса (М5). Выявить наиболее удобный набор программ и последовательность их использования.

На основе полученных в результате анализа данных экспертной группой из четырех студентов магистрантов был произведен анализ альтернатив (по периодам развития технологий «прошлое, настоящее и бедующее – применение ДЦ) используя методики. Результатом анализа определения эффективности использования СТ (оценивалась легкость выполнения и доступность обеспечения критериев при создании конструкторско-технологических документов в учебном процессе на примере трёх вариантов выполнения КР [1], [3]. Экспертный анализ показал, что внедрение ДЦ повысит эффективность учебного процесса на 28%.

Следует отметить, что время дистанционного обучения из-за пандемии были продемонстрированы перспективы сквозных технологий было подмечено и доказано, что

только при эффективном использовании ДЦ можно облегчить студентам рабочую среду и повысить их эффективность обучения.

Список использованных источников:

1. Цифровые технологии в жизненном цикле Рос конкурентоспособной авиационный техники. Монография. Под ред. акад. РАН М.А. Погосяна. Авт.: Братухин А.Г., и др. - М.: Изд-во МАИ, 2020. – 448 с.

2. Бойцов А.Г., Курицына В.В. и др. Проектирование технолог. процессов и оснащения в производстве двигателей ЛА: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2018. – 52 с.

3. Силуянова М.В., Курицына В.В., Бойцов В.А. Модели и методы технолог. аудита наукоемких производств. – М.: Изд-во МАИ, 2017. – 160 с.

Дефекты и их контроль при изготовлении деталей методом печати и их влияние на прочностные характеристики готового изделия

Трубников П.М.

МАИ, Москва

Применение новых технологий одна из важнейших задач современного производства. Аддитивные технологии широко применяются в машиностроении. Они являются передовыми в области современных производственных технологий и способны кардинально изменить правила проектирования. 3D печать металлами можно сгруппировать в две основные категории: Powder Bed Fusion (PBF) и Direct Energy Deposition (DED). В процессах PBF наносятся слои порошка, а источник тепла (лазерный или электронный луч) избирательно расплавляет нанесенный порошок. Затем опорная плита перемещается вниз и наносится новый слой порошка. В процессах DED добавление материала (порошка или проволоки) происходит напрямую в ванну расплава. Современные инструменты оптимизации дизайна не позволяют в полной мере использовать возможности аддитивного производства, и некоторые проблемы все еще присутствуют в готовом изделии. Эти особенности необходимо учитывать на этапах оптимизации конструкции, моделирования процессов и проверки готового изделия. Одной из основных проблем при печати металлами является наличие дефектов в готовом изделии. Качество конечного изделия зависит от следующих параметров: наличие резкого перехода при разнородном материале, качество сырья и политика его повторного использования. В первом случае рекомендуется постепенный переход между разнородными материалами, это позволит снизить влияние на конечную микроструктуру и поможет избежать плохой интерметаллической связи. Во втором случае качество сырья требует контроля и установления минимальных стандартов качества по морфологии, текучести, размеру и распределению частиц, химическому составу и допустимым изменениям, политике повторного использования порошка и критериям приемлемости дефектов. Растровый электронный микроскоп или компьютерную томографию можно использовать для контроля качества порошка. В итоге готовое изделие все равно требует испытаний так как применение аддитивных технологий подразумевает оптимизацию геометрии детали, а, следовательно, и уменьшение запаса прочности, из-за чего влияние дефектов увеличивается многократно.

Отработка технологии электронно-лучевой сварки для особо важных узлов космического модуля, выполненных из алюминиевого сплава

Усачев Р.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Никитина Е.В.

МАИ, Москва

Целью данной работы являлось получение требуемых механических свойств, отработка технологии и режима сварки для особо важных узлах космического модуля выполненных из алюминиевого сплава.

Проведена отработка технологии и выполнена электронно-лучевая сварка (ЭЛС) заготовок из алюминиевого сплава марки АМг6.

Подготовку свариваемых деталей под сварку выполняли химическим травлением, а непосредственно перед сваркой свариваемые кромки (толщины 12,5 мм и 14,5 мм) и торцы шабрили до металлического блеска. Свариваемые детали собирали на удаляемых "замках" с использованием специального приспособления, которое обеспечивало необходимую соосность и позволяло минимизировать зазоры в стыках.

При ЭЛС сплава марки АМг6 должен быть подобран диапазон параметров режима при котором кроме обеспечения требуемой геометрии сварного шва содержание пор не превышает установленных норм. В значительной степени этот диапазон зависит от характеристик электронно-оптической системы сварочной пушки.

Режимы сварки предварительно подобрали на плоских образцах, а затем проверили на габаритно-подобном макете. Сварку макета и заготовок осуществляли с использованием вращателя оснащённого глобусным столом. За счёт соответствующего угла наклона планшайбы глобусного стола свариваемый стык выставляли в нижнее положение по оси пушки. Выбранные параметры режима позволили обеспечить требуемую геометрию и качество сварных соединений.

В макроструктуре сварного шва недопустимых дефектов не выявлено. Радиографический контроль подтвердил, что содержание пор в сварных швах не превышает допустимых пределов.

При капиллярном контроле дефектов не обнаружено.

При механической обработке скрытых дефектов в сварных швах не выявлено.

Полученные из сварных заготовок узлы представляют собой корпуса стыковочных агрегатов и используются для одного из модулей международной космической станции.

Вывод: В результате работы была отработана технология, подобраны оптимальные параметры режим ЭЛС, которые обеспечили требуемую геометрию и качество сварного шва, требуемые механические свойства, а также отсутствие дефектов.

Перспективы экранопланов

Чубарова П.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рыжков В.В.
ВГТУ, Воронеж

В современном мире не обойтись без современных технологий. Именно поэтому транспорт и техника требуют постоянных обновлений. Предложение Владимира Гутенева усовершенствовать экранопланы не осталось без внимания.

Осенью этого года планируется принять первые меры по созданию прототипа новейшего экраноплана. Такие аппараты могли бы использоваться как для гражданских целей, так и для службы Отечеству, например, в области вооружения. Наделенные целым рядом интересных свойств экранопланы могли бы заинтересовать Министерство обороны. Разработчиком выступает российское Конструкторское бюро им. Р.Е. Алексеева.

Экранопланы или судна на динамической подушке могут похвастаться сочетанием преимуществ, свойственных как самолетам, так и кораблям. Кроме того, их высокую скоростью и экономичность также можно отнести к плюсам. При небольшой высоте над землей, порядка 3-12 метров, конструкция крыла экраноплана позволяет ему переносить достаточно тяжелые грузы с меньшим расходом топлива, в сравнении с обычными самолетами. Помимо воды, экраноплан может перемещаться над рядом других ровных поверхностей.

Еще в 60-х годах российские конструкторы начали освоение экранопланов. В 1961 году Р. Е. Алексеев разработал экраноплан КМ. Свой первый полет он совершил в 1966 году. Имея массу в 540 тонн, он был оснащен 10 турбореактивными двигателями ВД-7. Два из них находились на хвосте, а 8 других - на двух крыльях по обе стороны кабины.

А-90 «Орленок» разрабатывался параллельно с КМ. Он имел длину 58 метров, размах его крыльев достигал 31,5 метра и весил он около 140 тонн. А-90 был оснащен турбовинтовыми двигателями Кузнецова НК-12 на хвосте и двумя НК-8 на корме.

«Орленок» развивал скорость до 400 км/ч. Грузоподъемность его составляла 40 тонн, а дальность полета - 1500 километров.

Экраноплан проекта 903 – «Лунь» был представлен конструкторами в 1986 году. Этот аппарат имел 74 м в длину, размах крыльев 44 м и вес 400 тонн. На его крыльях располагались всего четыре турбовинтовых двигателя НК-87.

Несмотря на все преимущества экранопланов, все же существует ряд недостатков, которые могут негативно влиять на эффективность эксплуатации. Если грамотно продумать и составить маршрут, то экранопланы могут быть гораздо эффективнее другого грузового и пассажирского транспорта. Необходимость тщательного изучения таких машин в определенных областях и условиях является главной на пути к производству и эксплуатации новых экранопланов.

В настоящее время Конструкторское бюро имени Р.Е. Алексеева рассчитывает на возрождение этого интересного и полезного транспортного средства.

Список использованных источников:

1. https://topwar.ru/55986-osenyu-specialisty-obsudyat-perspektivy-ekranoplanov.html.
2. https://fishki.net/2433373-jekranoplan-vozvrawaetsja-rossija-postroit-novuju-modely-samogo-strannogo-samoleta-v-mire.html]
3. https://fishki.net/2433373-jekranoplan-vozvrawaetsja-rossija-postroit-novuju-modely-samogo-strannogo-samoleta-v-mire.html

Технологические аспекты проектирования специального инструмента для обработки керамических материалов

Шейко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинская О.И.
МАИ, Москва

Керамические материалы относятся к перспективным в авиа- и двигателестроении. Технология обработки керамики существенно отличается от технологии обработки металлических материалов и сплавов.

Обработка керамических материалов осложняется их высокой склонностью к растрескиванию и высокой твердостью, а также низкой стойкостью к тепловым ударам. Так, выявлено, что при обработке керамической детали алмазный кругом типа «Комби», который включает в себя два типа кругов 1А1 и 1V1, из-за воздействия ударных нагрузок происходит выкрашивание зерен из круга. Растрескивание на поверхности деталей возникали при высокоскоростной обработке, когда скорость превышала 125 м/с. В связи с этим было принято решение спроектировать специального инструмента для обработки.

Для решения этой проблемы автором был проведен анализ зубчатой и замковой конструкции алмазного диска и выявлена важная зависимость между толщиной алмазоносного слоя и длинной замка. Было предложено использовать принцип золотого сечения, который широко применяют в технике.

В работе были рассмотрены и проанализированы различные типы конструкции алмазного инструмента, произведены расчеты мощности, затраченной на резание прерывистым шлифованием. Рассмотрено влияние режимов обработки на режущие зерна алмазного круга, а также были выявлены изменяющиеся условия работы алмазных зерен после того, как создается фронтальный участок на режущем выступе.

Автором проведены расчеты режимов обработки керамической детали, определено оптимальное соотношение между толщиной алмазоносного слоя и шириной зубчатого венца. В среде SolidWorks построены силовые схемы воздействия ударных нагрузок на алмазоносный слой круга, выполнена оценка запаса прочности круга. По результатам исследования была предложена наиболее эффективная конструкция специального инструмента - алмазного диска, которая позволит наиболее эффективно удерживать алмазоносный слой. Была подобрана оптимальная СОЖ, обеспечивающая эффективную обработку керамических деталей.

Список использованных источников:
1. ГОСТ Р 53923-2010 (ИСО 22917:2004) Круги алмазные и из кубического нитрида бора (эльбора) шлифовальные.
2. А.Г. Бойцов, А.П. Ковалёв, А.С. Новиков и др. Процессы механической и физико-химической обработки в производстве авиационных двигателей – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007.
3. А.Н. Петухов, О.И. Ильинская Влияние технологической наследственности на эксплуатационные свойства основных деталей ГТД / Авиационная промышленность, №2 − 2016.
4. Пивинский Ю. Е., Суздальцев Е. И. Кварцевая керамика и огнеупоры. Том 1. Теоретические основы и технологические процессы: Справочное издание. Под редакцией Ю. Е. Пивинского. — М.: Теплоэнергетик, 2008. — 672 с

Технология применения системы автоматического планирования летательным аппаратом для поддержания заданного круса полёта

Якутов А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Курицын Д.Н.
МАИ, Москва

В связи с непрерывным ростом числа новых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), возникают потребности использования новых систем управления (СУ). К одним из перспективных и малоизученных систем можно отнести метод автоматического планирования с использованием нейронных сетей. Данная СУ представляет собой простые алгоритмы, базирующиеся на несложной математике.

Была поставлена цель использования метода автоматического планирования для создания программного обеспечения (ПО) и испытания его на лётных моделях.

Для решения поставленной цели необходимо построить математическую модель объекта исследования. То есть необходимо понять сущность поведения летательного аппарата (ЛА) в воздухе. В реальном полете самолет движется не в абсолютно спокойном воздухе, на него непрерывно действуют различные случайные силы или возмущения. В следствие чего траектория движения самолета не может быть описана с помощью одного единственного уравнения. Но движение ЛА можно разбить на его простейшие виды (продольное, поперечное, угловые движения и т. д.), которую можно описать простой системой дифференциальных уравнений. Погрешности при таком упрощенном рассмотрении не будут велики.

Следующим этапом является разработка ПО системы управления. Закладывается алгоритм нахождения решений на основе статистических данных (как ведёт себя в полёте БПЛА при отклонении рулей и при воздействии различных внешних возмущений), выводится закономерность и генерируются управляющие воздействия на органы управления для поддержания заданного курса полёта.

После разработки ПО и компьютерных испытаний были проведены испытания на основе двух имеющихся моделей БПЛА, построенных по обычной компоновочной схеме и по схеме “летающее крыло”, которые существенно отличаются друг от друга и по форме и по методу управления, но в нашем случае использование искусственного интеллекта дает возможность получения систему управления для любого типа ЛА.

В дальнейшем разработанное ПО можно будет использовать в производстве для интегрирования в полётные контроллеры новых образцов БПЛА

Следует учесть недостатки и возможные риски в использовании новой системы управления:

1. Поведение объекта управления может быть довольно сложным и непредсказуемым
2. Возможны случаи потери БПЛА
3. Требуется большое количество времени на тестирования и на проверку надежности данного ПО

Секция №8.2 Металловедение и технологии металлургического производства

Диффузионная сварка алюминия в режиме сверхпластичности

Аблаева Л.Т.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Барабанова О.А.
МАИ, Москва

Некоторые подходы при разработке технологии совмещения диффузионной сварки и сверхпластичного деформирования алюминиевых сплавов

Совмещенный метод сверхпластичного деформирования и диффузионной сварки является одним из прогрессивных технологических процессов изготовления изделий авиакосмической техники.

Состояние сверхпластичности металлов и сплавов характеризуется тремя основными признаками:

- повышение чувствительности напряжения течения к изменению скорости деформации;
- относительное удлинение при определенных температурно-скоростных условиях достигается нескольких сотен и даже тысяч процентов;
- напряжение течения в состоянии сперхпластичности значительно меньше предела текучести материала в обычном состоянии.

Одной из важнейших особенностей сверхпластичности является сильная зависимость эффекта от размера и формы структурных составляющих.

В технологии диффузионной сварки и сверхпластичного деформирования используют листовые материалы. Как правило, после обработки листов алюминиевых сплавов на мелкое зерно для придания сверхпластических свойств соответствующий сплав текстурирован. Зерна вытянуты в направлении прокатки. Это затрудняет ведение процесса диффузионной сварки, а именно процесс рекристаллизации с образованием общих зерен на контактной границе. Из энергетических соображений рекристаллизованные зерна растут преимущественно вдоль границы раздела. Такому поведению материала способствует и сравнительно невысокие температуры ведения процесса диффузионной сварки, которые не должны превышать температуру проявления сверхпластических свойств.

Рекристаллизации и образованию общих зерен в значительной степени может способствовать растворяемая тонкая прослойка. Материалом таких прослоек, наносимых методами вакуумного напыления, могут быть Zn, Mg, Ga, Cu.

Высокая прочность соединения имеет место в случае, когда граница раздела перестает существовать как отдельная структурная единица. Добиться этого можно только обеспечив полное растворение промежуточного прослоя в приповерхностных слоях соединяемых материалов.

Толщину промежуточной прослойки и температурно-временной режим диффузионной сварки следует брать из условия полного растворения прослоя и образования общих рекристаллизованных зерен на границе соединений.

Рекристаллизация в значительной степени зависит от толщины используемой прослойки.

Присутствие жидкой фазы также будет способствовать разрушению оксидной пленки, всегда присутствующей на поверхности алюминиевых сплавов.

Совмещение процессов диффузионной сварки и сверхпластичного деформирования позволяет использовать достоинства каждого процесса в отдельности и в результате достигать значительного снижения стоимости и веса конструкций изделий по сравнению с традиционными способами обработки.

Список использованных источников:
1. Казаков, Н. Ф. Диффузионная сварка в вакууме / Н.Ф. Казаков. - М.: Машиностроение, 1975. - 332 с.
2. Михайловская А.В., Синагейкина Ю.В., Котов А.Д., Портной В.К. Алюминиевые сплавы повышенной прочности для сверхпластической формовки. МиТОМ, №7, 2012, 23- 27.

Исследование условий заполнения песчаных литейных форм сплавом МЛ5

Абрамов П.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Моисеев В.С.
МАИ, Москва

Автоматизация проектирования технологических процессов изготовления отливок, являются важным аспектом повышения качества литых заготовок.

В производстве отливок из магниевых сплавов существует множество факторов, влияние которых на качество продукции стоит учитывать при разработке технологического процесса. Одним из них является высокая склонность магния к окислению. При температуре свыше 600 ºС, окисная пленка на поверхности металла разрушается, и сплав активно взаимодействует с кислородом, образуя оксид MgO [1]. Попадание его в тело отливки ведет к снижению механических свойств материала.

Для противодействия данному дефекту существуют различные технологические приемы, одним из которых является обеспечение ламинарного движения расплава в литниковых каналах формы, что снижает площадь контакта расплава с окислителесодержащей средой, а также вероятность замешивания окисных плен в полость отливки. Ламинарный режим течения обеспечивается расчетом параметров литникового хода, входными данными которого являются такие переменные, как масса заливаемого сплава, его температура, количество питателей и расстояние между ними, длина и размеры сечений литникового хода и питателей и др. [2]

Создание таких условий является частью разработки литниково-питающей системы при литье магниевых сплавов.

Для оценки ламинарности движения потока расплава по каналам литниковой системы, разработано программное приложение на основе решения уравнения Бернулли. Реализованная математическая модель позволяет оценить коэффициенты потерь при движении расплава по каналам литниковой системы, как при продольном течении, так и при его повороте на 90º.

Для проверки адекватности работы программы планируется провести эксперименты.

Список использованных источников:
1. Курдюмов А. В., Белов В. Д., Пикунов М. В., Чурсин В. М., Герасимов С. П., Моисеев В. С. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Учебник для вузов. – М.: МИСиС, 2011 – 614 с.
2. Галдин Н.М. Литниковые системы для отливок из легких сплавов. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.

Катодная бороцементация стали 20 в растворе хлорида аммония, борной кислоты и глицерина

Авакян В.С., Шуракова П.М., Пская Е.К.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Кусманова И.А.
Костромской Государственный университет, Кострома

Целью работы является изучение эффективности катодной электролитно-плазменной бороцементации стали 20 в водном растворе электролита на основе хлорида аммония, борной кислоты и глицерина.

Катодной бороцементации подвергались образцы из стали 20 диаметром 11 мм и высотой 15 мм в электролите, содержащем хлорид аммония (10% масс.), борную кислоту (3% масс.) и глицерин (8% масс.). Температура насыщения поддерживалась равной 850°С, а

температура электролита – 30±2°С. Обработка проводилась в течение 5–30 минут в электролитической ячейке в условиях контролируемой гидродинамики. По истечении времени насыщения образцы закалялись в электролите.

Бороцементация стали 20 при 850°С приводит к формированию на поверхности образца наружного оксидного слоя и боридно-мартенситного [1, 2] слоя в структуре стали, толщины которых зависят от продолжительности процесса и возрастают с увеличением времени обработки. Катодный нагрев в боридно-углеродном электролите в течение 5 минут позволяет сформировать диффузионный слой толщиной около 55 мкм. После увеличения продолжительности процесса до 10 минут толщина слоя возрастает практически в 2 раза, до 100 мкм. Бороцементация в течение 20 и 30 минут приводит к формированию слоя толщиной 130 и 140 мкм соответственно.

Средняя Rашероховатость поверхности стали после насыщения в течение 5–20 минут составляет 2,0±0,2 мкм, что в 2 раза превышает шероховатость исходной поверхности (1,0±0,1 мкм). К развитию рельефа на поверхности образцов приводит конкуренция между высокотемпературным окислением и разрушающим действием электрических разрядов в электролитной плазме, в результате которого наружный слой частично отслаивается в процессе химико-термической обработки. Оголенные участки поверхности вновь окисляются и снова подвергаются действию разрядов, что приводит к образованию кратеров на поверхности детали. После бороцементации до 30 минут шероховатость поверхности снижается до 0,9±0,1 мкм, что указывает на преобладание высокотемпературного окисления над действием разрядов. Кроме того, с увеличением времени бороцементации стали от 5 до 30 минут масса образцов уменьшается с 80 до 490 мг в результате эрозии наружного слоя под действием разрядов.

Установлено, что бороцементацией в независимости от продолжительности процесса достигается максимальная микротвердость диффузионного слоя 950–970 HV, что в 6,5 раз превышает значение микротвердости необработанной стали (150 HV) и в 2 раза после локальной закалки стали (около 500 HV) соответственно. При этом, общая толщина упрочненного слоя превышает 400 мкм, а продолжительность процесса влияет только на распределение микротвердости в глубину образца.

Таким образом, проведение катодной электролитно-плазменной бороцементации стали 20 при 850°С в электролите, содержащем 10% хлорида аммония, 3% борной кислоты и 8% глицерина эффективно и позволяет увеличить микротвердость сплава в 6,5 раз за счет диффузии бора и углерода в структуру материала, при этом общая толщина упроченного слоя превышает 400 мкм. Минимальная шероховатость поверхности по параметру Ra0,9±0,1 мкм достигается после бороцементации в течение 30 минут, когда высокотемпературное окисление поверхности наиболее продолжительно и превалирует над действием электрических разрядов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект • 18-79-10094) Костромскому государственному университету.

Список использованных источников:

1. Kusmanov S.A. Anode plasma electrolytic boriding of medium carbon steel / S.A. Kusmanov, I.V. Tambovskiy, V.S. Sevostyanova, S.V. Savushkina, P.N. Belkin // Surface and Coatings Technology. – 2016 – Vol. 291 – pp. 334–341.

2. KusmanovS.A. Anodic electrolytic-plasma borocarburizing of low-carbon steel/ S. A. Kusmanov, I. V. Tambovskii, A. R. Naumov, I. G. D'yakov, I. A. Kusmanova, P. N. Belkin // Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. – 2017 – Vol. 53 – No. 3 – pp. 488–494

Исследование режимов синтеза методом СВС-металлургии и последующей сфероидизации узкофракционного порошка интерметаллидного сплава NiAl-Cr-Co-Mo

Агеев М.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Левашов Е.А.
НИТУ «МИСиС», Москва

Сплавы на основе моноаллюминида никеля являются перспективным материалом для применения в авиадвигательной индустрии. Однако, показатели пластичности и трещинностойкости интерметаллидных сплавов системы NiAl при комнатных температурах являются недостаточно высокими, что может приводить к трудностям при механической обработке и производстве изделий сложной формы. Новые перспективы в получении изделий из интерметаллидных сплавов открываются с развитием технологии селективного лазерного сплавления (СЛС).

В технологии СЛС используются сферические порошки размером 30-50мкм. Для получения таких узкофракционных порошков была апробирована технологическая схема, включающая в себя такие этапы как: (I) - синтез литых заготовок сплава NiAl- Cr-Co-Mo методом центробежной СВС-металлургии из оксидного сырья, (II) — механическое измельчение с последующей воздушной классификацией порошкового материала, и (III) плазменная сфероидизация порошка.

Основной задачей данной работы является исследование технологии получения измельченного порошка интерметаллидного сплава с изучением влияния легирующего компонента Mo на формирование микроструктуры в полученных гранулах. Проанализированы режимы синтеза интерметаллидного сплава методом центробежной СВС-металлургии с дальнейшей сфероидизацией порошка.

Для получения, литых слитков расчетного состава исходного сплава использовали метод центробежной СВС – металлургии. Отличительной особенностью СВС-металлургии является использование оксидного сырья. Синтез проводили на радиальной центробежной установке при воздействии высокой гравитации до 300g. На данном этапе основные исследования были направлены на влияние воздействие массовых сил, создаваемых в центробежных установках, так как это является одним из ключевых инструментов воздействия на формирование структуры и состава сплава. Слитки, полученные в интервале перегрузок 150 – 300 g, имели литой вид без заметных включений и остаточной пористости. Процесс измельчения литых слитков включал поэтапный размол в щековой дробилке и измельчение в шаровой планетарной мельнице, до среднего размера частиц ≤ 45 мкм. Тонкая фракция, дисперсностью 20 – 40 мкм, отбиралась на центробежном классификаторе. Полученный порошок-прекурсор исследуемого сплава имел характерную осколочную морфологию частиц.

На следующем этапе полученный порошок-прекурсор заданного состава обрабатывали потоком термической плазмы электродугового разряда, варьируя показания мощности дугового заряда и скорости подачи порошка-прекурсора. Важно также отметить, что классифицированный порошок не содержал субмикронных частиц, резко ухудшающих технологические свойства конечного порошка и оказывающих негативное влияние на стабильность процесса плазменной сфероидизации, приводя к избыточному испарению материала и его конденсации на поверхности крупных частиц. При оптимальных режимах был получен сферический порошок состава NiAl-Cr-Co-Mo. Показано, что плазменная обработка прекурсора приводит к радикальному изменению морфологии частиц и получению продукта с высокой степенью сфероидизации в диапазонах от 65 до 99% в зависимости от значений расхода обрабатываемого материала. Изменение энтальпии плазменной струи в диапазоне от 1,04 до 1,71 кВтч/м^3 приводит к увеличению степени сфероидизации продукта с 80 до 92%. В результате последующих исследований определены технологические характеристики сферического порошка, такие как текучесть и насыпная плотность, гранулометрический состав, а также исследована микроструктура полученных сферических частиц.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №19-79-10226).

Исследование связующих материалов на водной основее в точном литье

Аглиуллина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Варфоломеев М.С.
МАИ, Москва

В настоящей работе рассматривается проблема металлургического комплекса России и перспективы его развития – в частности экологические и экономические преимущества перехода от системы производства литейных оболочковых форм на основе органических связующих материалов к производству оболочек на водной основе.

В отечественной практике литья по выплавляемым моделям особую популярность завоевало этилсиликатное связующее. Практика показывает, что внедрение в производство экологически безопасных водных связующих приводит к улучшению условий труда, повышению качества литья, сокращению производственных затрат и увеличению рентабельности.

В настоящее время идет работа над внедрением в литейное производство высокотехнологичного связующего Ultracast NSi, производимого отечественной компанией ООО «ТЕХНОПАРК». Это высокостабильное связующее с полимерными и биоцидными добавками применяется для изготовления высокоточных литейных керамических форм.

Связующее Ultracast NSi обеспечивает высокую сырую прочность, высокий класс чистоты поверхности форм и быструю скорость сушки. Однако сохраняет свою актуальность низкая смачиваемость восковых моделей типа ПС 50-50, что объясняется повышенным содержанием в составе модельной композиции «жирного» стеарина.

В процессе исследований были установлены значения условной вязкости суспензии на электрокорунде в пределах 60 – 70 сек. При таких значениях вязкости лицевой слой керамики качественный, гладкий, без пробоин от обсыпочного материала.

Благодаря ряду положительных достоинств, связующее Ultracast NSi можно рассматривать в качестве замены этилсиликатного связующего в литье по выплавляемым моделям.

Пластометры высокого давления

Акмаева А.Ю.
Научный руководитель — Комаров Р.С.
МАИ, Москва

Для исследования основных показателей обработки металлов давлением, учитывающих поведение металла при различных видах пластической деформации, применяются, различные виды устройств, однако всем им присущи определенные недостатки (не обеспечивается постоянство напряженного состояния и монотонность деформации в процессе испытания, большой вес, сложность установки и т.д.) Таких недостатков лишены разработанные на нашей кафедре устройства для исследования сопротивления деформации (σs) и предельной пластичности (Λp) металлов и сплавов при высоких гидростатических давлениях (ВГД). Основными требованиями, положенными в основу создания устройств для испытания металлов и сплавов, явилось постоянство напряженного состояния и сохранение монотонности деформации в течение проведения испытаний, высокая точность определения деформированного состояния в месте разрушения, простота и удобство реализации испытания при ВГД, обеспечивающие изменение показателей напряженного состояния (k) в диапазоне, достаточном для анализа основных методов обработки металлов давлением (ОМД). Для реализации поставленной задачи были разработаны пластометры высокого давления (ПВД).

Выявлены следующие условия для разработки ПВД:

– представленное ныне оборудование для пластометрических исследований и соответствующие методы исследований технологических параметров ОМД не позволяют корректно определить k;

– согласно «гипотезе Людвика», о единой кривой течения, говорится, что k не влияет на σs;

– во время испытаний, проводимых на кулачковых пластометрах, невозможно обеспечить высокие значения степени однородной деформации на протяжении всего цикла испытаний;

– для установления реологических зависимостей необходимо использовать экспериментально-аналитические методы определения соответствующих уравнений;

– данные σs и Λp различаются у разных ученых на 8-31 %.

Принцип работы ПВД основан на достижении ВГД в герметичном контейнере в котором находятся: матрица, вспомогательный образец, который необходим для достижения постоянства скорости деформации во время проведения испытаний, а также испытуемый образец на растяжение, кручение или сжатие. ВГД обеспечены путем сжатия рабочей среды. ПВД позволяют проводить испытания в широком диапазоне температур, степеней и скоростей деформации, имеющих место в реальных процессе ОМД.

Анализ и совершенствование технологии штамповки кронштейна из сплава ВТ22 на основе компьютерного моделирования

Алёшин Д.А., Танков Е.Д.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Овчинников А.В.
СФ МАИ, Ступино

Титановые сплавы относительно давно и прочно вошли в авиационную промышленность как основной конструкционный материал для силовых деталей, обладающий высокой удельной прочностью. Наряду с низкой плотностью и высокой коррозионной стойкостью титановые сплавы обладают низкой технологичностью в процессах пластической деформации. Это обусловлено их высоким сопротивлением деформации и низкой теплопроводностью. Последняя усугубляет остывание поверхности заготовки, что значительно сокращает время, отведённое на формоизменение. В результате ковка даже относительно несложных поковок сопровождается большим числом подогревов, ухудшающих структуру поковок и снижающих механические свойства.

В работе исследована промышленная технология смешанной горячей штамповки кронштейна сложной формы из титанового сплава ВТ22, включающая нагрев цилиндрической заготовки, ковку фасонной заготовки на молоте, подогрев, предварительную и окончательную штамповку в открытом штампе на гидравлическом прессе с подогревами. Цель работы заключалась в определении возможности сокращения количества переходов штамповки и увеличения коэффициента использования металла без изменения конфигурации поковки. В качестве инструмента исследования использовали отечественную CAE - систему моделирования процессов пластической деформации QForm. Твердотельные модели поковки и штампов разработаны в CATIA.

Компьютерное моделирование действующей технологии штамповки показало, что трудоёмкая технология ковки фасонной заготовки обеспечивает удовлетворительное заполнение ручья окончательного штампа только при условии значительного избытка металла в заготовке. Отходы в облой по действующей технологии составили 26% от веса заготовки.

Анализ результатов моделирования показал, что свободная ковка сложной фасонной заготовки может быть заменена высадкой утолщения на прутковой заготовке, а предварительная штамповка – обработкой в более дешёвом заготовительно-предварительном ручье относительно простой конфигурации. Компьютерное моделирование предложенной технологии включало в себя многоэтапную корректировку конфигурации как высадочного, так и заготовительно-предварительного ручьёв, нацеленную на оптимизацию заполнения окончательного ручья. В итоге долю отходов в облой удалось сократить до 10% от веса заготовки, что при высокой рыночной стоимости титановых сплавов, является хорошим результатом.

Влияние условий электролитно-плазменной полировки на шероховатость поверхности нержавеющей стали

Алтухова О.Л., Манукянц А.И., Климова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Силкин С.А.
Костромской государственный университет, Кострома

Электролитно-плазменная полировка (ЭПП) – это высокопроизводительная и экологически чистая технология. Наряду с высокой производительностью, электролитно-плазменная технология имеет лучшие технические характеристики и высокое качество обработанной поверхности: скорость обработки изделия, класс чистоты поверхности, отсутствие внедрения частичек абразива, обезжиривание поверхности. Полировка металлических изделий применяется не только для придания им декоративного блеска, но и для улучшения их эксплуатационных характеристик [1]. Если говорить о перспективах электролитно-плазменной технологии, то она может быть применена практически во всех отраслях промышленности. В первую очередь следует назвать следующие направления: авиастроение, железнодорожный транспорт, судостроение, ракетостроение и космические аппараты, ядерная энергетика, энергетическое машиностроение, ювелирная, химическая промышленность и др. [2]. В отечественной науке существует необходимость в том, чтобы пересмотреть ранее принятые профильные параметры оценки шероховатости поверхности, регламентируемые ГОСТ 2789-73, утвердить новые показатели, описывающие микрогеометрию [3].

Эффективность полировки в работе рассчитывалась как процент уменьшения шероховатости после обработки по сравнению с начальной, отнесенный к убыли массы при обработке в миллиграммах.

Получены следующие выводы:

1. Наиболее предпочтительными параметрами оценки профиля поверхности являются Ra, Rq, Rz, RS и RSm.

2. Для оценки эффективности процесса полировки требуется, чтобы убыль массы с образцов была одинаковая, а для этого целесообразно использовать технологию измерения количества электричества, прошедшего через систему, т.к. при равном количестве кулонов травится одинаковое количество металла по закону Фарадея.

3. Для ЭПП нержавеющей стали марки Х18Н10Т рекомендуется

• Электролит 4масс% сульфата аммония

• Температура электролита 70 °С, причем с увеличением начальной шероховатости оптимальная температура электролита снижается до 50 °С.

Список использованных источников:

1. Куликов, И. С. Электролитно-плазменная обработка материалов // И. С. Куликов, С. В. Ващенко, А. Я. Каменев. – Минск: Беларус. навука, 2010. – 232 с. – ISBN 978-985-08-1215-5.

2. Куликов И.С. Основные особенности и перспективы применения технологии электролитно-плазменной обработки материалов // Современные проблемы железнодорожного транспорта: сборник трудов по результатам международной интернет-конференции. – 2 том., ред. К.А. Сергеев, 2019. – с. 8-14.

3. В.М. Давыдов, В.В. Заев. Анализ международной практики профильной и трехмерной оценки шероховатости поверхности // ТОГУ, Хабаровск. – 2013. – с. 1061-1074.

Влияние технологических режимов получения прутков из титанового сплава на образование и рост поверхностных дефектов

Анацкая А.Я., Иванов А.Е., Дудкин И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва

По результатам УЗ-контроля готовых прутков было выявлено значительное количество дефектов в виде трещин различной протяженности, распространяющихся вдоль оси прутки и поперек.

Образцы от катанки отбирали после разных технологических этапов при изготовлении из катанки Ø12 мм прутков диаметром 10,5 мм.

Были исследованы образцы от прутковых заготовок диаметром от 8 до 12 мм (катанка) и прутки Ø10,5 мм длиной по 100 мм из титанового сплава ВТ16.

На первом этапе работы были проведены исследования качества поверхности катанки Ø12 мм в исходном состоянии и после различных технологических переделов, а именно: предварительной обточки до Ø11,8 мм, волочения до 11,4 мм и после финишной обточки в пруток Ø10,5 мм. При этом, следует обратить внимание, что в процессе механической обработки в обточной линии заготовка проходит три промежуточные правки: на входе в линию, после черновой обточки и после чистовой обточки (перед резкой в меру).

Визуальный осмотр образцов, вырезанных из катанки Ø12 мм в горячекатаном состоянии, и прутковой заготовки Ø11,8 мм и Ø11,4 мм показал, что на их поверхности присутствует окалина, следы волочения или следы механической обработки (в соответствии с этапами изготовления). Характерное качество поверхности катанки и заготовки из нее после различных этапов производства

Проведённые металлографические исследования показали, что на поверхности катанки Ø12 мм присутствуют поверхностные дефекты в виде продольных микротрещин. Трещины имеют разветвлённый характер глубиной от 20 мкм до 350 мкм. Доля всех трещин на периметр прутка Ø12 мм составляет 1шт/мм.

Аналогичные результаты были получены на образцах, вырезанных из прутков Ø11,8 мм (предварительная обточка), Ø11,4 мм (волочение) и Ø10,5 мм (финишная обточка) на всех образцах после указанных этапов так же выявлены микротрещины, равномерно расположенные по периметру образцов.

Установлено, что на прутках при уменьшении диаметра с 12 мм до 10,5 мм количество трещин уменьшается с 37 шт. до 3 шт., но увеличивается их глубина с 90 до 170 мкм соответственно. Доля всех трещин на периметр прутка Ø10,5 мм составляет около 0,09 шт/мм.

Следует отметить, что трещины на образцах от Ø11,8 мм и Ø 11,4 мм являются «первичными» и характеризируются широкой вершиной, раскрывшейся при дальнейшей обработке, и имеют узкий разветвлённый конец, характерный для вторичной трещины. Такой вид характерен для трещин, которые развиваются из «первичных» в процессе последующей обработки (волочения и механической обработки). Кроме того, образцы Ø11,8 мм и Ø11,4 мм имеют грубую поверхность, что способствует зарождению новых первичных трещин. В то время как поверхность прутка Ø10,5 мм ровная, а трещины узкие и имеют четкие очертания. Это косвенно может говорить о том, что на данном этапе обточка, убирая трещины, образовавшихся на предварительных этапах обработки, приводит к возникновению небольшого количества новых трещин.

На следующем этапе работы была измерена микротвёрдость по шкале Виккерса. Измерение микротвёрдости проводили с плоскости шлифа в стороны от вершины трещины и вниз от конца трещины. Для сравнения была измерена микротвёрдость на расстоянии 600 мкм от трещины в направлении от края к центру прутка. Результаты замеров твёрдости на образцах, вырезанных из катанки Ø 12 мм и прутков Ø11,8 мм, 11,4 мм и 10,5 мм представлены на рисунках.

Из полученных данных видно, что на образцах, вырезанных из полуфабрикатов Ø12 мм, 11,8 мм и 11,4 мм, в области вершины трещины наблюдается локальное увеличение твёрдости до значения 450 - 550 HV0,05 по сравнению с твёрдостью «в теле» прутков, которая составляет 280 - 340 HV0,05. Такое различие в микротвёрдости говорит о различной газонасыщенности кислородом поверхностного и центрального слоев образцов. Это в свою очередь приводит к повышению микротвёрдости, что, скорее всего, и является причиной их (микротрещин) появления при обработке. При обточке с Ø12 мм до Ø11,8 мм не до конца удаляется альфированный слой, а при последующем волочении происходит некоторое упрочнение (наклеп) поверхности.

Дальнейшая обточка с Ø11,4 мм до Ø10,5 мм позволяет убрать весь газонасыщенный и наклёпанный слой, о чем можно судить по неизменяющийся твёрдости на уровне 310 HV0,05 во всех направлениях измерения

Технологические особенности сварки стойки шасси из стали 30ХГСА

Арсёнов А.В.
Научный руководитель — д.т.н. Никитина Е.В.
МАИ, Москва

Сталь 30ХГСА сталь характеризуется высоким пределом прочности и текучести в сочетании с достаточными пластическими свойствами. Анализ свариваемости перлитной стали 30ХГСА показал склонность к образованию холодных трещин и в меньшей степени - к развитию кристаллизационных трещин в металле шва. Это особенно проявляется при необходимости обеспечения равной прочности металла шва с основным.

Поскольку углерод повышает чувствительность стали к образованию кристаллизационных трещин в металле шва и содержание углерода в шве ограничивают 0,23%, было принято решение использовать проволоки с низким содержанием углерода, а необходимые свойства обеспечивается за счет дополнительного легирования.

Наиболее опасный дефект при сварке— холодные трещины. Для предотвращения образования холодных трещин и уменьшения потери свойств в зоне разупрочнения были использованы, характеризующиеся малой величиной погонной энергии в сочетании с подогревом. Поскольку стойка шасси толстостенное изделие предложен вариант стыковой сварки с U- образной разделкой в многослойном исполнении. при этом первый слой выполняется менее легированной проволокой Св-08ХГ2С или Св-08ГСМТ, второй и третий проход -электродной проволокой Св-08ХЗГ2СМ. Рассчитан режим трехпроходной автоматической сварки плавящимся электродом:

Сварка будет производиться плавящимся электродом током обратной полярности на автоматизированном оборудовании с предварительным и сопутствующим подогревом до 260С°, в среде смеси защитного газа, Ar+1-5% ⟦ CO⟧ _2 со скоростью 20м/час. Напряжение дуги и скорость сварки составляют для всех проходов 16В и 20 м/час. Первым проходом производиться сварка притупления следующими параметрами сварки: сила тока равна 193 А, расход аргона равен 12-16 л/мин. Для второго прохода сварки: сила тока равна 212 А, расход аргона равен 12-16 л/мин, диаметр присадочной проволоки и скорость её подачи 1,6 мм и 0,135 м/с. Для третьего прохода сварки: сила тока равна 115 А, расход аргона равен 12-16 л/мин, диаметр присадочной проволоки и скорость её подачи 1,6мм и 0,324 м/с.

Для выполнения сварных соединений выбрано современное оборудование: источник питания используется Aristo® Mig 4004i Pulse от шведской компании ESAB; для управления параметрами источника питания и подачи присадочного проволоки используется блок управления U8 от ESAB; механизм подачи проволоки Aristo® Feed 3004 U82 от ESAB; горелка от компании ESAB модели VELOCITY2™ CLASSIC NO. 4; на сборочно-сварочном оборудовании она крепиться к колебательному механизму с блоком управления поперечными колебаниями W8000 от ESAB; сборочно-сварочное оборудование.

Разработанный технологический процесс включает регламентацию подготовки поверхности, осуществление предварительного подогрева (200—300° С) после сварочную термообработку (нормализацию с отпуском), а также контроль качества сварных соединений.

Технология и оборудование для прессования многополюсных магнитов методами порошковой металлургии, используемых в роторах электрогенераторов

Бавина М.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва

Способы порошковой металлургии нашли широкое применение при изготовлении многополюсных магнитов, так как они позволяют получать изделия с точно заданным химическим составом, обеспечивают высокую однородность материала, снижают или, вообще, исключают дополнительную механическую обработку.

Многополюсные магниты используются в малых электродвигателях, датчиках угловой скорости, акселерометрах, гироскопах, датчиках линейного перемещения и т.д.

В качестве материала для изготовления магнитов был выбран магнитотвердый порошок сплава на основе Nd-Fe-B, порошковое эпоксиполиэфирное связующее и органическое покрытие на той же основе.

Прессование заготовок макетов магнитных систем проводили в специально разработанных пресс-формах при ручной дозировке заранее подготовленных навесок порошка.

Для получения многополюсных магнитов с заданной плотностью необходимо применять давление прессования не ниже 300 МПа.

Для изготовления пресс-форм были использованы инструментальные стали с высокими показателями твердости после закалки и износостойкости. Конструкция прессформ состояла из матрицы с бандажом, стержня, объединенного с целью упрощения с нижним пуансоном, верхнего пуансона и съемной подставки под матрицу для обеспечения двустороннего прессования.

Микротвердость частиц порошка сплава неодим-железо-бор составляет более 1200 единиц по Виккерсу, что выше, чем у любой инструментальной и даже быстрорежущей стали. Для предотвращения быстрого износа пресс-инструмента используют твердосплавный инструмент.

Исходя из величины насыпной плотности смеси (2-2,4 г/см3), была спроектирована пресс-форма для изготовления многополюсных магнитов.

В технологии прессования многополюсных магнитов можно выделить следующие этапы:

1. Подготовка шихтового материала;
2. Смешение компонентов и приготовление рабочей смеси;
3. Прессование;
4. Отверждение связующего;
5. Контроль плотности и размеров.

В ходе этих операций были получены заготовки многополюсных магнитов, используемых в электрогенераторах, которые затем проходят этапы намагничивания и контроля магнитных свойств.

Список использованных источников:

1. Альтман А.Б., Верниковский Э.Е. Постоянные магниты. М.: «Энергия» // 1980. С. 335-384

2. Преображенский А.А. Магнитные материалы и элементы. М.: Высшая школа // 1976. С. 336.

3. Клячко Л. И., Уманский А.М., Бобров В.Н. Оборудование и оснастка для формования порошковых материалов // 1986, С. 238-250.

Исследование возможности восстановления диоксида титана в алюминиевом расплаве

Барбанакова И.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ряховский А.П.

МАИ, Москва

В работе исследуется возможность применения диоксида титана в качестве компонента комплексного модификатора для алюминиевых сплавов.

Для повышения эксплуатационных свойств отливок из алюминиевых сплавов применяется модифицирование. Известным модификатором алюминиевых сплавов является титан. Для модифицирования применяется лигатура Al-Ti и гексафтортитанат калия K_2TiF_6. Однако, указанные вещества имеют недостатки: лигатура Al-Ti не гарантирует дисперсность частиц $TiAl_3$, а гексафтортитанат калия является дорогим и дефицитным соединением [1].

Для исследований выбран диоксид титана TiO_2. Это недорогое, широко используемое соединение, основным недостатком которого является высокая пассивность. Сложность в том, что диоксид титана является амфотерным оксидом, и диссоциация с выделением кислорода происходит только при очень высокой температуре [2]. Именно степень усвоения титана расплавом и возможность взаимодействия диоксида с основой сплава – алюминием с образованием интерметаллидов, а также его взаимодействия с примесями и другими добавками, значительно влияет на возможный модифицирующий эффект действия диоксида титана.

Целью работы является изучение возможности восстановления диоксида титана в алюминиевом расплаве с помощью дополнительных компонентов модифицирующего состава.

По параметрам, характеризующим способность к смачиванию и растворению частиц TiO_2, для исследований выбраны фтористые соли Na_3AlF_6, K_2SiF_6 и KF. Проведены термодинамические расчеты для определения вероятности восстановления TiO_2, которые показали возможность выбранных соединений способствовать восстановлению диоксида титана.

При проведении дальнейших исследований исходили из условия, что концентрация титана, перешедшего в алюминий, должна быть равна 0,05-0,15%, а степень усвоения титана алюминиевым расплавом — 15-40%. Количество фтористых солей бралось в пропорциях по отношению к диоксиду титана.

Экспериментальные плавки проводились на алюминии А99. Исследовалась макроструктура литых образцов и определялся их химический состав.

При обработке расплава смесью диоксида титана с натриевым криолитом наблюдается незначительный переход титана в алюминий. Макроструктура алюминия, обработанного опытными составами (TiO_2+Na_3AlF_6), характеризуется крупными кристаллами.

При обработке алюминия смесью диоксида титана с фторсиликатом калия (TiO_2+Na_3AlF_6), усваивается от 5,8 до 26,3% Ti в зависимости от соотношения компонентов в смеси.

Максимальное усвоение титана наблюдается при использовании смеси TiO_2 и KF. Концентрация титана в алюминии для пропорций 1:2 и 1:3 существенно превышает необходимые значения. Сделан вывод, что оптимальные результаты получены при использовании опытной смеси (TiO_2+ KF).

Список использованных источников:

1. A.D. Shlyaptseva & I.A. Petrov & A.P. Ryakhovskii. Prospects of Using Titanium Dioxide as a Component of Modifying Composition for Aluminum Casting Alloys // Materials Science Forum. Volume 946, 2019, pages 636-643.

2. Искикава Н. Кобаяси Ё. Фтор. Химия и применение: Пер. с японск. – М.: Мир, 1982. – 280 с.

Повышение твердости сплава ВТ6 катодным электролитно-плазменным азотированием

Белов Р.Д., Сокова Е.В., Мухина А.К.

Научный руководитель — к.т.н. Тамбовский И.В.

Костромской Государственный университет, Кострома

Целью работы является изучение влияния условий и возможности использования катодного электролитно-плазменного азотирования для повышения твердости конструкционного сплава ВТ6.

Катодному азотированию подвергались цилиндрические образцы диаметром 11 мм и высотой 15 мм в электролите, содержащем хлорид аммония (2,5–7,5% масс.) и аммиак (2,5–7,5% масс.), при температуре 600–850°С и продолжительности процесса 5–30 минут. После диффузионного насыщения образцы подвергались закалке в электролите.

Катодное азотирование ВТ6 в электролите, содержащем 5% хлорида аммония и 5% аммиака, при температуре 750°С приводит к формированию азотированного слоя, толщина которого зависит от продолжительности процесса. Максимальная толщина модифицированного слоя 90 мкм достигается после обработки в течение 10 минут, когда диффузия азота в структуру сплава превалирует над высокотемпературным окислением и разрушающим действием электрических разрядов в электролитной плазме.

При азотировании в течение 20–30 минут толщина наружного оксидного слоя (TiO2 – рутил [1, 2]) возрастает до 100–150 мкм, что тормозит диффузию компонентов и приводит к снижению толщины насыщенного слоя до 50 мкм. Максимальная микротвердость 820 HV в модифицированном слое и толщина упрочненного слоя более 300 мкм также достигаются после азотирования в течение 10 минут при 750°С. Изучение распределение микротвердости в поверхностном слое сплава после обработки при температурах 600–850°С в электролите, содержащем 5% хлорида аммония и аммиака 5%, показало, что оптимальная температура азотирования составляет 750°С. В этих условиях достигается максимальная микротвердость (820 HV) и толщина упрочненного слоя (более 300 мкм). Азотирование поверхности при 600–700 и 800– 850°С позволяет получить упрочненный слой толщиной до 100 мкм, микротвердость которого не превышает 600 HV. При более низком содержании аммиака в растворе концентрация азота в электролитной плазме и атомов азота, адсорбированных на поверхности образцов, обеспечивают упрочнение сплава ВТ6 максимум до 600 HV. Увеличение концентрации аммиака до 7,5% независимо от концентрации хлорида аммония (2,5 или 7,5%) приводит к заметному снижению микротвердости из-за интенсификации окисления и торможения диффузии азота растущим оксидным слоем.

Таким образом установлено, что оптимальными условиями для проведения катодного электролитно-плазменного азотирования являются обработка в электролите на основе хлорида аммония (5% масс.) и аммиака (5% масс.) при температуре 750°С в течение 10 минут с закалкой в конце процесса. Технология может быть использована для повышения поверхностной микротвердости сплава ВТ6 более чем в 2 раза, при этом толщина диффузионной зоны составляет около 90 мкм, а общая толщина упрочненного слоя 300 мкм соответственно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект • 18-79-10094) Костромскому государственному университету.

Список использованных источников:

1. Kusmanov S. Anodic plasma electrolytic nitrocarburising of Ti6Al4 V alloy / S.Kusmanov, I. Kusmanova, I. Tambovskiy, P. Belkin & V. Parfenyuk // Surface Engineering. – 2019 – Vol. 35 – № 3 – pp. 199–204

2. Kusmanov S.A. Anodic plasma electrolytic saturation of the Ti6Al4V alloy with nitrogen and oxygen / S.A. Kusmanov, I.V. Tambovskiy, S.S. Korableva, P.N Belkin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019 – V. 672 – № 1 – pp. 1–4

Исследование прочностных свойств титановых сплавов от эквивалентов по алюминию и молибдену при рабочих температурах

Белякова А.С., Мазилина М.А., Платонов Д.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Егорова Ю.Б.
СФ МАИ, Ступино

В настоящее время понятия об эквивалентах легирующих элементов и примесей по алюминию и молибдену титановых сплавов широко используют в научных исследованиях и технологической практике. Цель настоящей работы состояла в статистической оценке предела прочности α-, псевдо α- и α+β-титановых сплавов в зависимости от прочностных эквивалентов по алюминию и молибдену при температурах испытания в интервале 20-600°С, которые сопоставимы с условиями эксплуатации. Для статистического анализа были использованы температурные зависимости, полученные на основе обобщения

различных опубликованных данных, в которых содержится информация о временном сопротивлении разрыву прутков и листов 30 промышленных и перспективных титановых сплавов после стандартного отжига. Статистические исследования, которые включали корреляционный и регрессионный анализ при доверительной вероятности 0,95, проводили с помощью ППП Statistica.

Сначала был сопоставлен предел прочности титановых сплавов разных классов при различных температурах испытания. Прочностные свойства технического титана и малолегированных α- и псевдо α-титановых сплавов снижаются при сравнительно невысоких температурах 300-350ºС. Высокожаропрочные псевдо α- и α+β-сплавы с большим содержанием алюминия обладают значительной прочностью при температурах 550-600ºС. Конструкционные сплавы имеют промежуточные значения прочностных свойств. Высокий уровень кратковременной прочности жаропрочных сплавов обусловлен легированием кремнием, α-стабилизаторами и нейтральными упрочнителями, что в прочностном эквиваленте по алюминию равносильно ≈12÷14%.

Для жаропрочных сплавов наблюдается тенденция к снижению прочностного эквивалента легирующих элементов по алюминию с увеличением их эквивалента по молибдену. Было установлена регрессионная зависимость температуры эксплуатации от содержания легирующих элементов: чем больше прочностной эквивалент по алюминию и меньше эквивалент по молибдену, тем выше рабочая температура жаропрочных сплавов.

С возрастанием прочностного эквивалента по алюминию наблюдается прямолинейное увеличение временного сопротивления разрыву при всех исследованных температурах. С повышением температуры степень влияния α-стабилизаторов и нейтральных упрочнителей приблизительно одинакова в этом интервале температур и составляет приблизительно 50-60 МПа на 1% (по массе). С увеличением прочностного эквивалента по молибдену с 0 до ~ (5,0÷8,0)% прочность повышается по практически прямолинейной зависимости. Степень влияния β-стабилизаторов меньше, чем α-стабилизаторов и нейтральных упрочнителей, и с повышением температуры с 20 до 600°С снижается с 50 до 15 МПА на 1% (по массе).

На основе проведенных исследований были обоснованы модели, позволяющие проводить оценку временного сопротивления разрыву сплавов в зависимости от химического состава при различных температурах. В работе была проведена проверка предложенных моделей, которая показала приемлемое соответствие расчетных и реальных значений механических свойств исследованных полуфабрикатов из титановых сплавов.

Разработка новых экзопротезов кисти из композиционного материала с матрицей из силиконовой резины, армированной проволокой из никелида титана

Борисова О.А., Виноградов Р.Е., Коломыцев К.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва

В современном мире для людей с ограниченными возможностями разработаны различные протезы, для облегчения их жизни. Например, протезы кисти руки. Протезы бывают косметические и функциональные. Функциональные в свою очередь подразделяются на бионические, рабочие и тяговые (механические). Из функциональных протезов наибольшее распространение получили бионические протезы, работающие на различных электрических двигателях и аккумуляторных батареях. Они могут почти полностью заменить функционирование здоровой руки. Однако имеют ряд недостатков таких как, высокая стоимость (в среднем от 0,5 до 5 млн. рублей), протезы не являются водонепроницаемыми, нуждаются в ежедневной зарядке аккумулятора, имеют быстрый износ чехлов и маленький срок службы (в среднем 3 года). Все эти недостатки выявляют потребность в разработке новых протезов, например, разработке «пассивных»

функциональных экзопротезов, принцип работы которых основан на изменении формы протеза сохраненной (здоровой) рукой для выполнения некоторых функций.

В работе изучено термомеханическое поведение опытного образца экзопротеза кисти, обладающего пассивными функциями. В качестве материала для протеза было предложено использовать композиционный материал с матрицей из силиконовой резины, армированной проволокой из никелида титана (сплав ТН1, содержащий 55,8% Ni) с мартенситной структурой при нормальной температуре. Сплав ТН1 проявляет эффект памяти формы, который заключается в способности материала подвергаться значительным обратимым деформациям (до 6-10 %) без заметного накопления дефектов кристаллического строения (дислокаций). Для изготовления протеза был использован латексный чехол, имитирующий кожу руки, в который заливали жидкий двухкомпонентный самоотверждающийся силикон. Перед заливкой силикона в латексный чехол помещали проволочную армирующую конструкцию из никелида титана. Это нужно для того, чтобы протез мог пассивно выполнять простейшие функции: многократное сгибание и разгибание пальцев протеза под действием внешней силы, длительное сохранение формы пальцев кисти при удерживании тяжестей, а также способность восстанавливать исходную форму при нагреве.

Армирующая конструкция была выполнена из сдвоенной проволоки диаметром 2,3 мм, которой придали форму, имитирующую костный скелет от концов пальцев до запястного сустава. Получившуюся конструкцию подвергли отжигу при температуре 450°С в течение 1 часа в воздушной атмосфере. Такая термическая обработка позволила обеспечить конструкции температуры восстановления формы Анв=38±1°С и Акв=45±1°С.

Изменения термомеханических свойств протеза показали, что при комнатной температуре (22°), приложив небольшое усилие, в среднем около 30 Н, которое может осуществить человек одной здоровой рукой, можно загнуть среднюю фалангу каждого пальца, за исключением большого, на 60° относительно начального положения. При загибе дистальной фаланги пальцев удалось добиться максимального отклонения в 120°. При деформации пальцев протеза в обратном направлении их можно разогнуть так, чтобы вернуть в исходное состояние, что показало возможность пассивной деформации протеза, имитирующей сжимание и разжимание здоровой кисти руки. Аналогичные испытания были проведены при температуре 14-15°С с тем же результатом. Следует отметить, что наведенную деформацию при изгибе пальцев протеза можно восстановить при его нагреве в ванне с горячей водой при температуре 90±5 ° в течение не менее 30 мин.

Проведены длительные статические испытания экзопротеза, целью которых была проверка его способности удерживать грузы. Для этого протезу придали форму сжатой кисти и вложили в него ручку пятилитровой пластиковой бутылки, заполненной водой (вес бутылки составлял 4.5 кг). В момент приложения нагрузки пальцы протеза деформировались на 10 мм от начального положения, а через час − еще на 1 мм. При увеличении времени выдержки дальнейшей деформации протеза не наблюдали. Испытание показало, что экзопротез может выдерживать постоянную нагрузку длительное время (не менее суток) и выполнять для человека пассивную функцию при переносе небольших грузов.

Кроме того, были проведены механические испытания на изгиб/разгиб пальцев протеза на испытательной машине TIRAtest 2300 и получены соответствующие кривые деформации.

Таким образом, проведенное исследование функциональных свойств экзопротеза кисти из композиционного материала с матрицей из силиконовой резины, армированной проволокой из никелида титана, показало, что данный вид протеза может составить конкуренцию уже существующим протезам, благодаря своей относительно не большой стоимости. Этот экзопротез не выходит из строя при контакте с водой, не нуждается в подзарядке и выполняет небольшой функционал действий, помогающий людям с ограниченными возможностями.

Физико-механические свойства CrN-покрытий, нанесенных методом импульсного магнетронного распыления постоянного тока

Быкадоров А.Н., Козлов П.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва

Адгезионная прочность, высокая твердость, высокая термическая стабильность, низкий коэффициент трения, износостойкость, коррозионная и жаростойкость – эти характеристики, над которыми работают и пытаются улучшить при разработке новых видов покрытий.

Процесс импульсного магнетронного распыления является одним из самых важных последних достижений в технологии PVD. Технология импульсного распыления может предотвратить возникновение дуги и стабилизировать процесс реактивного распыления. Также данное распыление улучшает степень ионизации.

Покрытия CrN были приготовлены методом биполярного симметричного импульсного магнетронного распыления на постоянном токе при частотах импульсов 2 кГц и 20 кГц соответственно.

Покрытия CrN демонстрируют очень сильную предпочтительную ориентацию (200), поскольку к подложке прикладывались отрицательные напряжения смещения в диапазоне от -290 В до -628 В. Для структуры CrN плоскости (200) являются наиболее плотными. Сечение торможения ядра будет наименьшим для зерен с ориентацией (200) и наибольшим для зерен с ориентацией (111).

Размер зерна пленки CrN уменьшается с увеличением отрицательного смещения подложки. В общем, размер зерна пленок CrN, осажденных при частоте импульсов 20 кГц, меньше, чем размер зерна, осажденного при 2 кГц при том же напряжении смещения.

Шероховатость поверхности пленок CrN уменьшается при приложении смещения подложки. После приложения смещения подложки -505 В шероховатость поверхности резко увеличивается. Предполагается, что ионная бомбардировка растущей пленки смещением увеличит поверхностную подвижность адатомов и создаст плотный поверхностный слой.

Тенденция изменения твердости по отношению к смещению подложки практически идентична для пленки, осажденной при 2 и 20 кГц. Однако изменение модуля упругости неодинаково для пленок, осажденных с разной частотой импульсов. Пиковые значения твердости и модуля упругости составляют около 21 ГПа и 220 ГПа, соответственно, при напряжении смещения - 290 В (при 20 кГц) или - 408 В (при 2 кГц).

Адгезионные свойства покрытий из нитрида хрома характеризуются критической нагрузкой, которая представляет собой нагрузку, при которой произошло первое расслоение на краю царапины (нарушение адгезии). Критическая нагрузка является самой низкой для пленок, осажденных без смещения, и увеличивается при приложении отрицательного смещения подложки. Однако критическая нагрузка уменьшается, когда отрицательное напряжение смещения превышает –290 В (при 2 кГц) или –408 В (при 20 кГц).

Общая оценка механических свойств показывает, что тонкие пленки CrN, осажденные при напряжении смещения менее -408 В при частоте импульсов 2 и 20 кГц, обладают достаточной твердостью и адгезионными свойствами.

Покрытия CrN, успешно нанесенные методом импульсного реактивного магнетронного распыления постоянного тока, имеют хорошее качество и высокую скорость осаждения.

Механические характеристики композиционного материала карбон-никелид титана

Виноградов Р.Е., Коломыцев К.А., Борисова О.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва

В настоящее время создаются композиционные материалы (КМ), обладающие эффектом памяти формы и сверхупругости. В этих КМ в качестве армирующего элемента применяется никелид титана в виде волокна или проволоки. В жестких матрицах, таких как углеродная, никелид необходим для придания свойств сверхупругости, которыми неармированный карбон не обладает, что приводит к его хрупкому разрушению.

Появление подобных свойств приводит к тому, что стандартные методики расчета композиционных материалов не подходят для описания свойств этих композитов, поэтому при разработке и изучении свойств материалов необходимо разрабатывать специальные методики расчета, с помощью которых уже возможно описать свойства сверхупругости.

Образцы КМ испытывались по методу трехточечного изгиба на базе 100 мм путем постепенного увеличения прогиба при каждом цикле испытания, пока не происходило полное разрушение матрицы.

Результаты показали, что происходит рост упругих свойств для большинства армированных образцов, в тоже время снижается максимальная деформация. Для неармированных образцов с 2 слоями карбона упругая и максимальная деформация составили, соответственно, 0,8 и 2,4 %.

Армированные шестью, восемью и двенадцатью проволоками диаметром 1 мм, образцы показали схожие между собой результаты по упругой деформации, которые составили около 1,5 %. При этом максимальная деформация незначительно увеличилась только для образцов армированных шестью проволоками никелида титана диаметром 1 мм и равнялась 2,5 %. Такое поведение, скорее всего, связано с особенностями геометрии образца и границей раздела фаз. У образцов, армированными 8 и 12 проволоками максимальная деформация, соответственно, равна 1,3 и 1,9 %.

Образцы с двумя слоями, но армированные проволоками диаметром 2,3 мм, так же имели лучшие упругие деформации КМ – 1,3 % для всех типов армирования, в это же время не произошло сильного ухудшения максимальной деформации, приводящей к полному разрушению образца, которая составила 2,2; 1,8; 2,2 % для каждого типа образцов.

Схожие результаты показали и образцы с четырьмя слоями, там также произошел рост упругих деформаций, но в целом максимальные деформации снизились по сравнению с неармированным образцом практическим в 2 раза. Образцы, которые армированы проволокой 2,3 мм в количестве шесть, восемь и двенадцать штук, имели упругий прогиб 1,6%, когда неармированный образец – 1%. При этом условная максимальная деформация была равна 3,4%, а у армированных образцов она составила менее 2%.

Для образцов с 7 слоями характерно то, что упругая деформация была выше у образца, армированного 8 проволоками (1,7 % для армированного образца и 1,3 % для образца без армирования). Стоит отметить, что трещины у обоих типов образцов образовались в упругой зоне, однако армированные образцы сохраняли свою целостность еще несколько циклом испытаний, лишь после чего разрушился полностью. Но у образов с 12 проволоками, разнесенными в два слоя по 6 проволок, деформационные и прочностные свойства были ниже. Это связано с большей границей раздела фаз, которая возникает при таком типе армирования.

Армированные образцы при разрушении продолжали какое-то время сохранять остатки прочностных свойств до момента пока не происходило полное разрушение композита. При этом образцы без армирования всегда разрушались в упругой области

Зависимость прочности имеет более простую зависимость, нежели деформация. Никелид титана положительно влияет на величину прочности. Армирование увеличивает прочность композиционных материалов почти в 1,5 раза для образцов с самых большим количеством проволок по сравнению с неармированным карбоном. Так, например, неармированные образцы с двумя слоями карбона показывают прочность в районе 280 МПа. Армирование 12 проволоками диаметров 2,3 мм позволяет увеличить прочность до 570 МПа в среднем. Подобные зависимости можно увидеть и для образцов с 4 и 7 слоями углепластика.

Таким образом, можно сделать вывод, что армирование никелидом титана в целом приводит к увеличению прочности и упругой деформации, но приводит к уменьшению максимальных деформаций. Однако, армирование приводит к появлению сверхупругих свойств, которых нет в неармированном карбоне. Также образец способен еще какое-то время сохранять какую-то жесткость до момента полного разрушения.

Нанесение тонких модифицированных слоёв и их влияние на механические характеристики стали с TRIP эффектом

Дихтиевская К.К.
Научный руководитель — к.т.н. Просвирнин Д.В.
ИМЕТ РАН, Москва

TRIP-стали - стали, в которых при определённой степени деформации, в месте максимальной концентрации нагрузки, аустенит превращается в мартенсит и шейка не образуется, а нагрузка переходит в соседние участки, где процесс повторяется [2-3]. Такие стали при одинаковой или близкой прочности по сравнению с легированными высокопрочными сталями более пластичны и отличаются высоким пределом текучести. Данные виды сталей обладают также высокими степенью деформируемости и способностью поглощать энергию при ударах и смятиях. А также стали применяются в авиастроении, машиностроении, и в высоконагруженных деталях, таких как торсионы винтов вертолёта.

Присутствие метастабильного аустенита в микроструктуре существенно влияет на комплекс механических свойств и характеристики ударной прочности TRIP-сталей. Они зависят от его бездиффузионного превращения, вызванного деформированием, в высокоуглеродистый мартенсит. Образованный мартенсит деформации негативно повлияет на усталостные свойства материала. Повышенная плотность дислокаций и ярко выраженной игольчатая структура оказывает сильное воздействие на скорость зарождения микротрещин. Также, в силу используемых способов производства данных сталей (большие степени обжатия до 80%) фазовый состав и соответственно физико-механические свойства на поверхности и в объёме могут быть различаться. Поверхностные микро- и макро- дефекты выступают серьёзными концентраторами напряжений и особенно негативно влияют на усталостные и коррозионные свойства, в том числе на стойкость к износу.

К тому же известно, что состояние поверхностных слоёв во многом определяет не только коррозионную стойкость металлических материалов, но и их усталостные свойства.

В нашей работе предполагается за счёт создания тонких (1-100 мкм) модифицированных слоёв на поверхности TRIP сталей, в том числе с использованием ионно-вакуумных технологий, достижение изменения свойств поверхности и повышения характеристик усталостной прочности. Такое покрытие обеспечит материал, который будет обладать одновременно повышенными показателями прочности и пластичности, а также высокой коррозионной стойкостью в агрессивных средах.

Одной из основных причин улучшения характеристик усталостной прочности, пластичности при модифицировании поверхности металлических материалов считается увеличение равномерности и снижение локализации протекания процессов деформации и накопления дефектов в поверхностных слоях, а также замедление процессов зарождения поверхностных микротрещин.

На данный момент подобные работы не получили дальнейшего развития [4]. Так же были найдены и другие работы, связанные с таким композиционным материалом в зарубежных источниках [5-6], однако данный композит (на основе TRIP-стали и керамики из диоксида циркония) является материалом принципиально другого класса, так, как в таком композите состав керамики может достигать 50-70% от всего объёма, что может усложнить технологию изготовления и соответственно увеличить стоимость производства.

Было предложено нанести на поверхность изделия на слой толщиной не более 500мкм, подобранный на этапе анализа материал, который повысит комплекс эксплуатационных свойств (усталостная долговечность, пластичность, коррозионная стойкость и пр.) при незначительных дополнительных затратах при будущем массовом производстве.

В качестве перспективных материалов для покрытия использовались аустенитные нержавеющие стали, алюминиевые сплавы и сплавы на основе Ni, Cr и Ti. Полученные образцы с напылением были испытаны на твердомере Виккерса. С помощью матрицы из 30×30 уколов в зоне перехода участка с напылением и без, было получено, что твёрдость поверхности увеличивается.

Список использованных источников:

1. Knowledge M. Multi Phase Twinning-Induced Plasticity (TWIP) Steel., 2007

2. Клименко С.А., Колмаков А.Г., Лебедев В.Я., Бородавко В.И. Наследование и технологическое обеспечение эксплуатационных свойств изделий с покрытиями // Известия Национальной Академии наук Беларуси. Серия физико-технических наук, 2015. №3. С.31-40.

3. Gvozdev A.E., Kolmakov A.G., Provotorov D.A., Minaev I.V., Sergeev N.N., and Tikhonova I.V. Grain size effect of austenite on the kinetics of pearlite transformation in low- and medium-carbon low-alloy steels // Inorganic Materials: Applied Research, 2015. V.6, № 1. P.41-44. DOI: 10.1134/S2075113315010098

4. Белоус В. Я. и др. Коррозионная стойкость и подготовка поверхности холоднокатаной ленты из стали ВНС-9-Ш для изготовления металлполимерного композиционного материала //Труды ВИАМ. – 2015. – №. 11.

5. Hosseini S. M. K. et al. ANN model for prediction of the effects of composition and process parameters on tensile strength and percent elongation of Si–Mn TRIP steels //Materials Science and Engineering: A. – 2004. – Т. 374. – №. 1-2. – С. 122-128.

6. Gomez M. et al. Design of composition in (Al/Si)-alloyed TRIP steels //ISIJ international. – 2009. – Т. 49. – №. 2. – С. 302-311.

Исследование структуры композиционного слоя сварного соединения меди с алюминием

Евлампьев А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.

КНИТУ–КАИ, Казань

Процесс формирования сварных соединений из разнородных материалов сопряжен с усложнением взаимодействия различающихся по теплофизическим и механическим свойствам металлов на стадии нагрева и охлаждения. Дополнительные проблемы возникают при согласовании геометрии и размеров сопрягаемых поверхностей для получения герметичных телескопических сварных соединений (ТСС) труб в раструб.

Неразъемные соединения теплообменной аппаратуры в форме змеевиков из труб меди с алюминием изготавливаются контактно-стыковой сваркой сопротивлением, действующей ~2 сек. Металлы практически мгновенно нагреваются до оплавления алюминия при 700°С и сдавливаются усилием от давления 0,2МПа для формирования ТСС. Благодаря высокой теплопроводности металла процесс охлаждения соединения происходит за 3-5 сек. Предварительно медные трубки деформируют до необходимой геометрии ТСС, а Al-е трубки протравливают для удаления оксидной пленки. В процессе эксплуатации устройства подвергаются воздействию теплосмен минус 20…+5°С и давлению до 0,35МПа в смесях хладагентов. В результате деформаций стенок алюминиевых труб соединение может разгерметизироваться.

При очень высокой скорости электроконтактного нагрева металла и быстрого охлаждения в порах металла и в слоях сварного соединения (ССС) возможны случаи мгновенного точечного увеличения давления водорода до 50 крат из-за его ионно-молекулярных превращений с огромной скоростью, что приводит к деформации (частичному отслаиванию, разбуханию) внутренней стенки алюминиевых труб.

Для анализа строения структуры переходной зоны ТСС используется сканирующий электронный микроскоп Auriga Cross Beam с программным обеспечением Smart Sem. Микрозондовый рентгеноспектральный анализ продуктов переходной зоны ТСС проведен с помощью энергодисперсионного спектрометра INCA X-Max.

Результаты анализа состава структуры переходной зоны следующие. Она (естественно-слоистая зона композиционного металла) состоит из интерметаллической промежуточной фазы CuAl2 и пересыщенных фаз - состава Al (63-66)% + Cu (29-34)%, переходного участка (сварки с оплавлением Al) пересыщенного α- твердого раствора с окисью алюминия и эвтектики αI+(α+CuAl2) в виде дендритов – у внутренней поверхности стенки алюминиевых

труб. С противоположной стороны (сварки без оплавления Cu) переходного участка сильно пересыщенного βI- твердого раствора с окисью меди и эвтектики βI+(βI+CuAl2) – у внешней поверхности стенки медных труб. При этом формируются композиционные слои - доэвтектического состава структуры на базе Al (по диаграмме третьего рода Al-Cu) и заэвтектического состава структуры на базе Cu.

Осредненные значения микротвердости меди, естественно-слоистого КМ ТСС (Al-Cu) и алюминия соответственно составили: 68, 220 и 37 единиц при 100 гр навески. Содержание массовых долей компонентов естественно-слоистого КМ, полученного в телескопических сварных соединениях Al-Cu труб при контактно-стыковой сварке сопротивлением составили: Al (63-66)% + Cu (29-34)%.

Совершенствование средствами математического моделирования технологических процессов штамповки лопаток ГТД из титановых сплавов

Еремичев А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Палтиевич А.Р.
МАИ, Москва

Лопатка турбины является одним из самых наукоемких и сложных изделий при изготовлении компонентов газотурбинных двигателей (ГТД). Только шесть стран обладают технологическими возможностями изготовления лопаток ГТД, так как это требует проведения массивных расчетов при проектировании и максимальной точности в изготовлении.

Сложность изготовления лопатки обуславливается высокими эксплуатационными требованиями и конструктивной сложностью. По виду профильной части лопатки ГТД подразделяют на лопатки постоянного и переменного сечений. Лопатки постоянного сечения применяются для ступеней, в которых длина лопатки не превышает одну десятую от среднего диаметра ступени. Лопатки переменного сечения имеют переменный профиль, при этом площадь поперечных сечений плавно уменьшается от корневого сечения к вершине. Также эти лопатки всегда имеют начальную закрутку, то есть углы, образованные прямой, соединяющей кромки сечения с осью турбины, называемыми углами установки сечений. Эти углы задаются различными по высоте, с плавным увеличением от корня к вершине.

Значительная часть лопаток ГТД изготавливаются методами обработки металлов давлением (ОМД) из предварительно отштампованных заготовок.

Основной материал лопаток ГТД – титановые сплавы, позволяющие изготовить лопатки длиной до 1500 мм. Однако в таком случае ограничением будет являться прочность ротора, диаметр которого необходимо повышать, что влечет за собой необходимость уменьшать длину лопатки. Поэтому установлено ограничение длины лопатки, при превышении которой, снижается эффективность ее работы.

Совершенствование технологических процессов изготовления лопаток ГТД средствами математического моделирования в условиях современного технологического производства является актуальной задачей. Лопатка ГТД - особо ответственное изделие, проходящее 100% контроль качества и подвергающееся обязательным натурным испытаниям, отрицательные результаты которых потребуют изменения параметров технологического процесса, значительной и наиболее дорогой частью которого является технологическая оснастка. Расходы на титановые сплавы также значимая часть себестоимости технологического процесса. Поэтому моделирование технологических процессов, позволяющее еще на стадии разработки, исключить неудачные технологические решения, важный элемент проектирования современных наукоемких технологических процессов.

Примером моделирования технологического процесса изготовления лопатки ГТД, является использование программного обеспечения (ПО) QForm, отечественного разработчика Quantor Form. Данное ПО, на основе исходных данных в виде геометрического образа заготовки и штампов, материалов, начальных температурно-скоростных условий деформирования, позволяет рассчитать основные параметры техпроцессов изготовления

лопаток ГТД, а также произвести моделирование послеоперационной термообработки, прогнозирование микроструктуры металла во время и в конце деформирования, определить наличие дефектов штамповки.

Таким образом, применение средств математического моделирования при разработке сложных, дорогостоящих техпроцессов, является необходимым научным уровнем проектирования, обеспечивающим в получаемом изделии требуемый уровень механических и эксплуатационных свойств.

Анализ сплава Cu20Sn при различном времени обработке в мельнице и спекании

Жуков Е.Ю., Овчарова П.А.
Научный руководитель — д.т.н. Пашков И.Н.
МАИ, Москва

В данной работе были получены образцы Cu20Sn при разном исходном составе Sn3Cu+Cu и Cu35Sn+Cu при различном времени помола (0,5ч и 1ч) в вибрационной мельнице и различном времени спекания (0,5ч и 1ч). Давление прессования и температура спекания таблеток были неизменными. Вес порошка и диаметр полученных таблеток был одинаковый. Анализ полученных таблеток проводился на сканирующем электронном микроскопе с термоэмиссионным вольфрамовым катодом.

При рассмотрении макроструктуры образцов с использованием лигатуры Sn3Cu в разрезе видно, что преобладает высокая пористость. Наблюдается равномерное распределение пор вдоль всего металла в образцах при времени помола и спекании 0,5 ч и 1 ч. При рассмотрении макроструктуры образцов с использованием лигатуры Cu35Sn в разрезе видно, что структура более плотная по сравнению с образцами Sn3Cu. Количество пор и их размер намного меньше, но с повышением времени помола и времени спекания имеет место разрыв размером в центре образца и дальнейшее движение пор в сторону поверхности.

При рассмотрении микроструктуры образцов с использованием лигатуры Sn3Cu можно сказать, что размеры пор, полученные при различном времени помола и спекания, уменьшаются за счет объёмной диффузии, выражающаяся в снижении механической прочности частиц, в повышении пластичности и способности их металла к объёмному течению под действием сил поверхностного натяжения. Это вызывает перемещение материала частиц в пространство пор и сокращение суммарного объёма пор. Их размеры достигают до 250 мкм. При рассмотрении микроструктуры образцов с использованием лигатуры Cu35Sn можно сказать, что в данных образцах преобладают микропоры. Однако местами имеются поры до 250 мкм.

Рассматривая состав образцов при распределении каждого компонента при помоле в мельнице и спекании в течении 0,5ч можно сказать, что в светлых зонах электронного изображения, там, где возрастает количество олова, мы получаем примерно тот состав компонентов, к которому изначально стремились Cu20Sn. Рассматривая диаграмму состояния, данная область попадает в область α+β, где твердый раствор олово в меди и твердый раствор на базе β – электронного соединения Cu5Sn. В зоне пор преобладает кислород и углерод. Под действием движущихся дислокаций возникает их химическое взаимодействие. Появляются поры с высоким давлением газообразных продуктов взаимодействия. Это давление и разрушает металл.

Вывод:

1. При рассмотрении макроструктуры образцы Sn3Cu+Cu имеют высокую пористость, а Cu35Sn+Cu имеет более плотную структуру. Пористость образцов первой лигатуры распределена равномерно по всему образцу и сильно не зависит от времени помола и спекания в отличии от второй лигатуры, где поры меньше, но с повышением времени помола и спекания наблюдается разрыв в центре образца.

2. Размеры пор колеблются до 250 мкм, но их количество в образцах Sn3Cu+Cu больше.

3. Даже спустя 0,5ч помола в вибрационной мельнице и спекания можно получить нужный нам состав.

4. По данным, полученным на электронном изображении образцов Cu20Sn, можно сделать вывод, что средний состав образцов, полученных из двух лигатур Sn3Cu и Cu35Sn с добавлением чистой меди, 80-83% Cu и 17-20% Sn. В зоне пор преобладают кислород и углерод.

Исследования и разработка адаптивного самосмазывающегося покрытия для лепестковых газодинамических подшипников, работающих в интервале температур 25 – 800 °С

Жуковский П.Л.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва

В последние годы наблюдается растущая тенденция использования в высокоскоростных турбинных машинах лепестковых газодинамических подшипников. Такие подшипники позволяют полностью устранить необходимость использования масляной смазки, снизить вес агрегата, увеличить теплостойкость и скорость вращения, повысить надежность. К поверхности таких подшипников предъявляются высокие требования по износостойкости, низкому коэффициенту трения и термической стабильности. Поскольку монолитным материалам подшипников трудно или невозможно удовлетворить этим требованиям, то на поверхность вала и лепестков подшипников наносят функциональные покрытия. Такие твердые смазочные покрытия должны иметь хорошую адгезию к металлической подложке, термо- и теплостойкости, малые износ и коэффициент трения. Твердые смазки также обеспечивают вторичную функцию как жертвенный, не структурный материал, который позволяет развитие конформных поверхностей через износ в процессе приработки.

Литературный анализ показал, что в настоящее время в качестве твердых смазочных покрытий используют металлокерамические материалы либо композиции из жаропрочных суперсплавов со смазками, нанесенные различными методами. Одним из наиболее перспективных методов нанесения таких покрытий является ионно-плазменное магнетронное распыление. Магнетронное распыление является разновидностью катодного распыления, сопровождаемого эрозией мишени под действием бомбардировки положительно заряженными частицами условиях пониженного давления. Данный метод позволяет получать однородные по толщине покрытия, имеющие высокую адгезию, в широком диапазоне толщин и составов.

Анализ микротвердости интерметалидного сплава на основе Ti2AlNb в гидрированном состоянии

Иванов А.Е., Орлов А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Пожога. О.З.,
МАИ, Москва

Исследование микротвердости гидрированного (при 800°С) сплава показало большое влияние концентрации водорода и фазового состава на твердость сплава. При концентрации 0,2 масс. % Н двухфазный β+О сплав с небольшим количеством пластинчатой О-фазы имеет среднее значение твердости 312,5 ед. HV0,05. Увеличение количества водорода до 0,5 масс. % и увеличение количества пластин О-фазы немного увеличивает твердость до 356,3 ед. HV0,05. Гидрирование до 0,65 и 1,0 масс. % Н с двухфазного состава сплава β/β-гидрид+О увеличивает твердость до 403 ед. HV0,05 и 435 ед. HV0,05, соответственно. Резкое увеличение микротвердости (480 ед. HV0,05) наблюдается при формировании однофазного состава β/β-гидрид при 1,2 масс. % Н, что может свидетельствовать о гидридной природе β-фазы с высоким содержанием водорода. Дальнейшее увеличение концентрации водорода до 1,5-2,0 масс. % Н и выделение гидрида типа Ti2AlNbHx или формирование однофазного

состава сплава (Ti2AlNbHx) также резко увеличивает твердость сплава выше 700 ед. HV0,05. Полученные измерения твердости объясняют хрупкое разрушение быстрозакаленного сплава после гидрирования, когда гидрированное волокно представлено в установке Сивертса в виде обломков. Высокое содержание в сплаве водорода (0,65-1,0 масс. %) приводит к формированию высокогидрированной β-фазы/β-гидрид, что способствует сильному повышению твердости и созданию внутренних объемных напряжений, вызванных выделением частиц гидридов. Это вызывает охрупчивание волокна. Легирование сплава до 1,2-2,0 масс. % H приводит к формированию химического соединения – гидрид интерметаллида, у которого практически отсутствует пластичность.

Таким образом, полученный эффект резкого увеличения твердости и снижения пластичности быстрозакаленного сплава после гидрирования до 1,2 масс. % H можно использовать при размоле сплава и получении мелкодисперсного порошка.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №19-79-00327.

Выбор технологических режимов для получения оболочечных конструкций из слоистого металлокомпозита Ta-W

Иванов Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва

Одной из главных задач при проектировании и изготовлении двигательных установок (ДУ) в авиакосмической технике остаётся разработка и создание новых жаропрочных материалов. Наиболее интересны с этой точки зрения слоистые композиционные материалы (СКМ), представляющие чередование слоев тугоплавких металлов и их соединений, например 12Х18Н10Т-TiN, Nb-Mo, Nb-Ta и др. Слоистая структура повышает трещиностойкость и одновременно снижает плотность композиционного материала. Так, например при добавлении в молибден 30-40 (вес) % ниобия возможно снизить вес деталей до 15-20 %.

Как известно наиболее жаропрочными и тугоплавкими металлами являются вольфрам (Тпл =3422 °С) и тантал (Тпл =3017°С). Поэтому перспективной задачей является создание слоистых композиционных материалов на основе тантала и вольфрама.

Основной проблемой создания подобных слоистых материалов является их высокая твердость и хрупкость (у вольфрама), что ограничивает использование большинства технологий машиностроения для решения подобной задачи.

На сегодняшний день все большую популярность для получения слоистых материалов набирают физические методы осаждения покрытий. В работе [1] получена оболочечная конструкция путем поочередного синтеза из дугового разряда ниобия и молибдена. Однако при исследовании микроструктуры слоистого композиционного материала Nb-Mo обнаружено множество дефектов в виде пор. Подобные дефекты образованы из-за наличия в плазме дугового разряда капельной фазы.

Для устранения данных дефектов авторами в работе [2] разработана специализированная установка с инвертированным кольцевыми магнетронами.

Для определения оптимальных режимов формирования слоистой оболочечной конструкции в работах [3,4] проведены комплексные исследования образцов покрытий тантала и вольфрама, осаждённых в инвертированных магнетронах при различном отрицательном напряжении на медной подложке.

Как показали комплексные исследования ключевыми характеристиками, влияющими на структуру материала, являются величина остаточных термических напряжений. Так для покрытия Та осажденного на медную подложку при значениях напряжения смещения 0 и 50 В преобладают высокие остаточные термические напряжения более >1000 МПа. С увеличением подаваемого отрицательного напряжения смещения до 100-150В, остаточные термические напряжение снижаются до 300-400МПа. При дальнейшем повышении отрицательного напряжения до 300В остаточные термические напряжения в осажденных

покрытиях составляют порядка 1,5 ГПа. При данных значениях остаточных термических напряжений покрытие тантала характеризуются отслаиванием. Следовательно, оптимальными значением отрицательного напряжения смещения подаваемого на медную подложку при нанесении слоя тантала в инвертированных кольцевых магнетронах является 100-150В.

При низких значениях напряжения смещения (0, 50В) на покрытии из W остаточные напряжения равны ~ 600-700 МПа. Для средних значений напряжения (100-150В) характерны величины порядка 1000-1200 МПа, при этом начинается отслоение и растрескивание покрытий, при максимальных значениях величина остаточного термического напряжения достигает в 2 ГПа. При нанесении слоя вольфрама оптимальное значение значение опорного напряжения будет 0-50В.

Далее необходимо провести серию экспериментов по получению слоистых оболочечных конструкций Ta-W и провести комплексные исследования полученных образцов.

Высокопрочный коррозионностойкий сплав пониженной плотности В-1469

Исламгулова Э.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Курынцев С.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В-1469 высокопрочный коррозионностойкий сплав с низкой плотностью и повышенной технологической пластичностью. Разработан в ВИАМ и является первым в России алюминийлитиевым сплавом, легированным серебром. Относится к системе Al–Cu–Li–Mg.

Небольшое количество серебра усиливает выделение дисперсной упрочняющей фазы в процессе искусственного старения, тем самым обеспечивая более высокие характеристики статической прочности.Сплав также содержит скандий и цирконий, которые являются модификаторами литой структуры и обеспечивают мелкозернистую структуру слитка, замедляют процесс рекристаллизации во время производства полуфабрикатов и улучшают свариваемость.

Сплав В-1469 имеет плотность 2,67 г/см3, модуль упругости 79 гПа, высокую технологичность при литье и формовании, а критическая степень деформации составляет около 20%, поэтому холодную деформацию можно проводить без промежуточного отжига. Сплав сваривают различными методами сварки, коэффициент разупрочнения сварного соединения составляет: 0,8-лазерная сварка, 0,8-сварка трением с перемешиванием, 0,7-аргоновая дуговая сварка и 0,65-электронно-лучевая сварка.

Использование полуфабрикатов из сплава В-1469 в клепальных и сварочных конструкциях позволяет снизить массу деталей и узлов на 10% и 20% соответственно.

Термическая обработка сплава В-1469, по анализу опубликованной литературы, обеспечивающая максимальную прочность, состоит из закалки и старения. Нагрев под закалку производится при 530°С с последующим охлаждением в воду. Старение осуществляется по «мягкому режиму», температурный интервал которого 120-150°С. В результате старения выделяется упрочняющая фаза с высокой термической стабильностью – Т1.

Сплав В-1469 имеет зарубежные сплавы-аналоги: 2195, 2098 и 2198.

В-1469, благодаря своим характеристикам, может быть рекомендован для конструкционных изделий авиационно-космической техники, работающих в диапазоне температур от -70 до +150°С.

Список использованных источников:

1. Г.Г. Клочков, О.Е. Грушко, Ю.Ю. Клочкова, В.А. Романенко. Промышленное освоение высокопрочного сплава В-1469 системы Al–Cu–Li–Mg//Труды ВИАМ. 2014. №7.

2. Ю.Ю. Клочкова, Г.Г. Клочков, В.А. Романенко, В.И. Попов. Структура и свойства листов из высокопрочного алюминий-литиевого сплава В-1469//Авиационные материалы и технологии. 2015. №4.

Моделирование литья отливок из жаропрочных никелевых сплавов в СКМ ProCast

Кабдыжалелов А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бережной Д.В.
МАИ, Москва

Моделирование литья отливок из жаропрочных никелевых сплавов в СКМ ProCast

Система компьютерного моделирования (СКМ) ProCast компании ESI Group является профессиональной программой, созданной для моделирования литейных процессов. Её использование позволяет улучшить качество, получаемых литейных заготовок, и уменьшить затраты на освоение и подготовку производства [1].

Среди главных преимуществ СКМ ProCast можно выделить: обширный функционал программы, позволяющий работать ей с любой литейной технологией; высокая точность получаемых расчётов, за счет использования метода конечных элементов; способность термодинамического расчета свойств сплава исходя из его химического состава; удобный и простой в освоении интерфейс.

В работе было проведено моделирование изготовления отливок из жаропрочных никелевых сплавов, методом литья по выплавляемым моделям. В качестве исходных данных использовались: 3D модель отливки с литниково-питающей системой (ЛПС); используемый сплав - ЖС6К-ВИ; материал оболочковой формы - электрокорунд, толщина оболочковой формы - 7 мм, заливка и охлаждение формы производится в вакууме; форма установлена в подогреваемый муфель с температурой 980 °С, температура заливки расплава 1450 °С; продолжительность заливки расплава в форму – 8 с.

Программный комплекс ProCast имеет модульную структуру [2]. Вначале в Visual-Mesh по 3D модели с ЛПС была построена поверхностная и объемная тетрагональная сетки. На основе объемной сетки отливки и ЛПС с помощью инструмента «Layered Shell» была сгенерирована объёмная сетка оболочковой формы толщиной 7 мм.

Далее в Visual-Cast было задано значение и направление вектора гравитации, назначены из термодинамической базы СКМ ProCast материалы отливки (зарубежный аналог сплава ЖС6К-ВИ – «Inconel 792») и керамической формы («Refractory Alumina»), а также согласно исходным данным установлены их начальные температуры. После с помощью функции «Interface HTC Manager» определены границы раздела между отливкой и формой и задан коэффициент теплопередачи между ними. Затем назначены граничные условия в разделе «Process Condition Manager», в которые входят: условие теплоотдачи от поверхности формы «Heat» (так как теплоотдача осуществляется в вакууме излучением, то задавалась степень черноты и температура окружающей среды); постоянная температура на поверхности формы «Temperature»; начальная температура расплава при заливке металла в форму «Temperature»; скорость течения расплава при заливке металла в форму «Velocity», которая рассчитывалась с помощью инструмента «Velocity Calculator» по времени заполнения формы. Во вкладке «Simulation Parameters» были заданы параметры расчета с помощью предустановки «Gravity filling», что, в том числе, соответствует гравитационному литью в оболочковые формы.

По результатам моделирования в модуле «Visual-Viewer» был проведен анализ технологии литья, включающий в себя: изменение скоростей течения расплава в полости формы, распределение температурных полей при заполнении формы и кристаллизации отливки, последовательности образования твердой фазы и распределение усадочной пористости в отливке. Исходя из проведенного анализа, были сформулированы предложения по улучшению конструкции ЛПС и параметров технологического процесса.

Список использованных источников:

1. Бережной Д.В., Варфоломеев В.С., Моисеев К.В., Смыков А.Ф. Системы компьютерного моделирования ProCast компании ESI Group в образовательной и научной деятельности кафедры «САПР и ТЛП». Технология машиностроения, 2012, №8, - С. 54-56.

2. Руководство пользователя ProCAST. Версия 2007. ESI Group, 2007 - 593 с.

Технология термоводородной обработки титана для сварки трением с перемешиванием

Каракин И.А.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Конкевич В.Ю.
МАИ, Москва

Процесс сварки с перемешиванием заключается в следующем: для сварки используют инструмент в форме стержня, состоящего из двух частей, а именно заплечика и наконечника. Затем вращающийся инструмент внедряется в свариваемую деталь и в результате работы сил трения происходит нагрев металла до пластического состояния.

Важным технологическом процессом при сварке трением с перемешиванием титановых сплавов является термоводородная обработка.

Изучение бинарной фазовой диаграммы для системы титан-водород, показывает, что добавление небольшого процента водорода быстро дестабилизирует низкотемпературную ГПУ-фазу, позволяя некоторой части α-фазы превращаться в ОЦК β -фазы. Следовательно, добавление водорода также стабилизирует более высокую температуру ОЦК -фазы путем снижения температуры фазового превращения α в β.

Диаграмма состояния титан-водород демонстрирует, что добавление 39 атомных процентов водорода снижает температуру фазового превращения α в β с 882 °C до 300 °C. Эта почти линейная зависимость показывает, что увеличение на один атомный процент водорода приводит к снижению температуры бета-перехода примерно на 13,7 °C. Поскольку β-фаза не проявляет стабильности ниже температуры эвтектоида, комбинация α + δ-фазы образуется для концентраций водорода выше 6,8% атомных и ниже 300 °C с последующим превращением в α + γ-фазу ниже 168 °C.

Термоводородная обработка титановых сплавов часто используется для стабилизации β-фазы путем добавления достаточного количества водорода для предотвращения фазовых изменений во время обработки.

Преимущество технологии термоводородной обработки титановых сплавов для сварки трением с перемешиванием заключается в низкотемпературном переходе α фазы в β, что повышает пластичность при низких температурах, позволяя не перегревать металл до высоких температур, что позволяет избежать интенсивного окисления на воздухе.

Таким образом, пропадет необходимость в использовании инертных газов и снижается износ инструмента.

Использование кластерного анализа для обоснования границ фазовых областей титановых сплавов на классификационной диаграмме

Каратаева Е.С., Сидоркова М.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Егорова Ю.Б.
СФ МАИ, Ступино

Для сопоставления химического и фазового состава различных титановых сплавов используют классификационную диаграмму в координатах «структурный эквивалент по алюминию – структурный эквивалент по молибдену». Цель работы состояла в статистическом обосновании границ, разделяющих разные фазовые области и классы титановых сплавов, на основе методов кластерного анализа. На первом этапе исследований были сформированы таблицы, в которых был обобщен химический и фазовый состав, структурные эквиваленты по алюминию и молибдену, класс сплава (в кодированном виде) для 140 промышленных отечественных и зарубежных сплавов. Эквиваленты по алюминию и молибдену были рассчитаны по среднему марочному составу при условии, что содержание примесей внедрения, которые относятся к α-стабилизаторам (кислород, углерод, азот), равно 1,0% по массе. Содержание β-стабилизирующих примесей не учитывалось. Каждому классу сплавов был присвоен идентификационный код: I - α-сплавы, II – псевдо α-сплавы, III – α+β-сплавы, IV - α+β-сплавы переходного класса, V – псевдо β-сплавы, VI – β-сплавы. Для идентификации сплавов был использован кластерный анализ, а для обоснования формы

границ на классификационной диаграмме – регрессионный анализ. Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica.

Кластерный анализ использовали для разбиения сплавов на шесть кластеров на основании классификационных признаков, в качестве которых использовали эквиваленты по алюминию и молибдену и количество β-фазы. После идентификации и сортировки сплавов по классам были уточнены интервалы изменения эквивалентов по алюминию и молибдену в зависимости от номера кластера. На основе кластерного и регрессионного анализа были статистически обоснованы границы, разделяющие разные фазовые области, и получены их математические модели с доверительной вероятностью 0,95. На классификационной диаграмме фазовые границы имеют серповидный характер (выгнутый в сторону увеличения эквивалента по молибдену). Это связано с тем, что алюминий в больших концентрациях стабилизирует β-фазу и повышает ее количество. Поэтому при эквиваленте по алюминию 2,0÷6,0% наблюдается сдвиг всех фазовых границ в сторону больших концентраций β-стабилизаторов.

Компьютерное моделирование технологического процесса получения отливок «Рычаг» с использованием СКМ ProCAST

Колесник А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Варфоломеев М.С.
МАИ, Москва

Несмотря на дороговизну получения отливок с использованием метода литья по выплавляемым моделям (ЛВМ), он широко используется в тех случаях, когда есть необходимость в получении точных, качественных, ответственных, с высокой чистотой поверхности отливок.

Метод литья по выплавляемым моделям можно встретить на единичном, мелкосерийном, серийном и реже на крупносерийном производствах, т.к. этот способ литья используется для отливок сложной конфигурации, массой от нескольких граммов до нескольких сотен килограммов, с толщиной стенок от 0,3 миллиметров, с шероховатостью поверхности Ra = 20...1,25 мкм и точностью размеров до 11-го квалитета [1].

Практически для любого технологического процесса данного метода остаются неизменными операции создания выплавляемых моделей в пресс-формах, нанесение суспензии, обсыпка огнеупорным материалом, выплавление моделей, прокалка формы, заливка расплавленного сплава и удаление огнеупорных форм.

Исходя из требуемых свойств, предъявляемых к готовой детали, метод ЛВМ позволяет изготавливать отливки из углеродистых и легированных, стойких к коррозии, жаростойких и жаропрочных сталей, цветных сплавов и чугунов.

Для ускорения разработки высокоэффективного технологического процесса и оптимального подбора огнеупорных материалов литейных форм рекомендуется использовать системы компьютерного моделирования литейных процессов (СКМ ЛП). Особый интерес представляет CAE-система ProCAST. В данной СКМ возможно моделировать различные литейные процессы, которые встречаются на отечественных и зарубежных производствах. ProCAST моделирует литейные процессы с использованием метода конечных элементов, что позволяет обеспечивать высокую точность описания геометрии отливки, учет большинства процессов теплового, кристаллизационного, металлургического, напряжено-деформированного характера.

ProCAST позволяет моделировать процессы литья в песчано-глинистые формы, в металлические и оболочковые формы, в керамические и по выплавляемым моделям, литье под низким и высоким давлением и т.д.

Моделирование происходит путём наложения сетки на геометрию отливки и формы, задание различных параметров и расчет характеристик в узлах этой сетки.

Для получения качественных отливок типа «Рычаг» методом литья по выплавляемым моделям в CAE-системе ProCAST был произведён анализ материалов керамической формы

и будущей отливки. В качестве материала отливки была выбрана сталь 16ХГТЛ, а для литейной формы маршалит (пылевидный кварц). Затем был произведен анализ заполнения формы и затвердевания отливок.

Анализ выявил, что конструкция литниково-питающей системы способствует ламинарному течению расплава в теле отливки, а питатели полностью выполняют свою функцию.

Данный сплав имеет средний интервал кристаллизации, он предрасположен к объёмной кристаллизации, а, следовательно, и к образованию усадочной пористости. Расположение отливок на стояке обеспечивает направленное затвердевание, пористость возникает только в стояке, где показатели твердой фазы разные и показывают места затруднённого питания.

Анализ металлостатического давления расплава показал, что для данной конфигурации формы этого давления хватает, чтобы заполнить весь её объём.

Таким образом, СКМ ЛП ProCAST позволяет весьма эффективно и быстро проверить разработанный технологический процесс и оптимизировать его параметры, обеспечивая при этом высокое качество отливок.

Разработка имплантатов с памятью формы из сплава на основе никелида титана для лечения травм костно-реберного каркаса

Коломыцев К.А., Борисова О.А., Виноградов Р.Е.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Гусев Д.Е.
МАИ, Москва

Как известно, имплантаты из металлов и сплавов получили широкое распространение в современной медицине. Одним из видов имплантатов являются рёберные фиксаторы (зажимы), которые используются для срастания рёбер. Они крепятся над местом перелома рёбер, чтобы ограничить передвижение отломленной части кости для более быстрого и безболезненного срастания.

В настоящее время для изготовления таких имплантатов используют титановые сплавы или медицинскую нержавеющую сталь. Данные материалы отличаются высокой прочностью и коррозионной стойкостью, но имею плохую биомеханическую совместимость с костями человека. Это приводит или к осложнениям при лечении, вызванным травмированием костной и/или хрящевой ткани костно-реберного каркаса, или преждевременным усталостным разрушением имплантата. Использование в качестве материала сплавов на основе никелида титана, обладающих памятью формы и сверхупругостью, позволяют устранить эти недостатки. Основным преимуществом этих сплавов является возможность обратимо восстанавливать значительные деформации (до 10%), что на порядок превышает упругую деформацию других медицинских сплавов.

Разработка оптимальной конструкции имплантатов (рёберных фиксаторов) с памятью формы была основана на том, что жесткость имплантата должна быть близкой к жесткости здоровых ребер. При этом следует учитывать, что ребра разрушаются при изгибающем моменте 600–6400 Н·мм в зависимости от состояния здоровья пациента. В тоже время средний изгибающий момент, действующий на ребра при самостоятельном дыхании пациента, составляет 39±15 Н·мм, а при кашле – порядка 900 Н·мм. Поэтому при расчете конструкции имплантатов в качестве максимально возможного изгибающего момента была выбрана величина, лежащая в интервале от 500 до 1500 Н·мм, при условии, что возникающие в материале имплантата напряжения не превышают 300 МПа.

Были разработаны 4 типа конструкций реберных фиксаторов, отличающихся диапазоном развиваемых усилий и жесткостью. Разработанные имплантаты представляют собой пластины (длиной около 50 мм) различной ширины и формы. По краям пластин выполнены крюки, предназначенные для охвата костных отломков. Размер и форму крюков у имплантатов разных типоразмеров варьировали так, чтобы их можно было установить на ребра разной толщины и ширины. Эти размеры были установлены на основе статистической обработки клинических данных.

Разработанные имплантаты были изготовлены на производственной базе ЗАО «КИМПФ» из листа толщиной 1 мм из сплава, содержащего 55,8% Ni. Заготовки имплантатов после придания им заданной формы подвергали термической обработке при температуре 450 – 500 °С с целью обеспечения требуемых температур ЭПФ: температура деформации в охлажденном состоянии 5 ÷ 10 °С, температура начала восстановления формы – не ниже 23°С, температура конца восстановления формы – не выше 36 °С.

Были проведены механические испытания имплантатов при температуре 37±1°С путем трёхточечного изгиба на испытательной машине «TIRA test 2300». Все типы образцов показали хорошие механические характеристики, соответствующие заданным параметрам. К примеру, рёберные фиксаторы размера 10х6 см различных типов в воздушной среде в диапазоне температур 36-38°С имеют следующую среднюю жёсткость: для типа «А» − 70 Н/мм, «В» − 130 Н/мм, «С» − 100 Н/мм, «D» − 90 Н/мм.

Таким образом, использование сплава из никелида титана для изготовления рёберных фиксаторов является перспективным направлением в хирургии.

Исследование процесса термофиксации при изготовлении деталей летательных аппаратов из титанового сплава ОТ4-1

Косолапова А.Ю., Кузнецов А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Демьяненко Е.Г.
Самарский университет, Самара

Важнейшей задачей современной промышленности является создание новых ресурсосберегающих технологий, повышение производительности труда и качества продукции. Совершенствование конструкций изделий определяет применение высокопрочных материалов и изготовление деталей и узлов со специальными, зависящими от условий эксплуатации, характеристиками.

В настоящее время титановые сплавы прочно заняли ведущее место среди других высокопрочных конструкционных материалов. Многие детали современного самолета, ракеты, авиационного двигателя изготавливаются горячей листовой штамповкой из сплава ОТ4-1, позволяющего создавать прочные и жесткие, но легкие по массе конструкции при небольшом расходе материала. Существенным недостатком штамповки сплава является коробление и гофрообразование деталей, особенно проявляющееся на тонкостенных изделиях. К числу наиболее перспективных технологических процессов, направленных на совершенствование современного производства, относится применение метода термофиксации, который позволит избежать коробления, т.е. технологический процесс, позволяющую значительно уменьшить количество брака.

Главным условием, определяющим выбор материала для изготовления оснастки термофиксатора, является коэффициент линейного расширения при нагреве, который должен превышать коэффициент линейного расширения детали (у сплава ОТ4-1 он равен - 9·〖10〗^(-6) 1/град) в 1,5-2 раза. В исследуемом случае используется сталь 12Х18Н10Т, с коэффициентом линейного расширения 17·〖10〗^(-6) 1/град для получения детали "Чашка".

Возникшее после горячей штамповки коробление в виде прогиба и гофрообразования, проявилось в плоской части. В решении задачи при использовании программного продукта Ansys/LS-Dyna, использован оболочечный конечный элемент SHELL 163 с 4 узлами, возможностью изгиба и пружинения, заданы его константы, свойства материала заготовки и оснастки, ограничения степеней свободы (на перемещение): Shearfactor =0,83 — фактор, влияющий на тип математического анализа при постановке задачи; No. ofintegrationpts. = 5 – количество “узлов” по толщине для SHELL 163 элемента; Thickness at node =0, 0062 – толщина в узле. При моделировании процесса предусмотрены зазоры между заготовкой и частью термофиксатора, расположенной противоположно оправке. На одном из участков происходит свободное перемещение верхней части оснастки. На следующем контролируемом участке она контактирует с заготовкой. Затем верхняя часть оснастки и

заготовка перемещаются совместно до полного контакта с нижней частью термофиксатора. На рабочем участке происходит нагрев с расширением верхней половины термофиксатора.

Таким образом, адекватная математическая модель позволяет спрогнозировать развитие и деградацию системы, оценить её работоспособность и живучесть в заданных условиях, проверить гипотезы о причинах наблюдаемых явлений и нежелательных изменений состояния системы.

Наличие дефектов при использовании операции термофиксации возможно определить полученными результатами моделирования по распределению остаточных напряжений и деформаций после остывания заготовки до 20°С.

Установлено, что в математической модели процесса термофиксации при использовании нулевого зазора и зазора равного 0,2·〖10〗^(-3) м наблюдались наибольшие неравномерные остаточные интенсивности напряжений и деформаций после полного остывания до Т=20°С. При зазоре между заготовкой и инструментом равным 0,1·〖10〗^(-3) м напряжения и деформации оказались наименьшими и близкими по величине. Следовательно, при изготовлении термофиксатора зазор необходимо выполнить таковым с целью устранения коробления и гофрообразования детали чашка.

Эффекты самозатенения и поверхностной диффузии в наклонно нанесенных тонких пленках

Кубатина Е.П.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва

Метод осаждения под скользящим углом (GLAD) позволяет получать высокопористые тонкие пленки, которые имеют плотность значительно ниже, чем объемные. Такие пленки могут найти применение в производстве каталитических поверхностей, микросенсорных элементов, микросит, материалов с низкой диэлектрической проницаемостью и компонентов оптических схем. Морфология пленок GLAD зависит от параметров процесса осаждения, таких как скорость осаждения, углового распределения падающего потока пара, температуры пленки и подложки, энергии границы раздела поверхность-подложка и парциального давления остаточных газов в камере осаждения.

При осаждении потока частиц под углом θ относительно нормали к подложке, структура полученного покрытия демонстрирует изогнутую зернистую структуру. Если во время нанесения пленки угол остается сильно наклонным (θ>80°), может быть достигнута значительная пористость.

Во время роста пленок, осажденных под наклоном, самые высокие элементы пленки будут геометрически затенять другие поверхности пленки от прямого удара входящего потока пара. Поверхности, которые были затенены таким образом, могут впоследствии расти только за счет какого-либо механизма, отличного от прямого столкновения, например, путем косвенного столкновения с атомами пара, которые ранее были рассеянными, отраженными или десорбированными, или путем поверхностной диффузии адатомов из незатененной поверхности. Механизм самозатенения приводит к образованию пустот в пленке и, в условиях коллимированного потока пара, к вытянутой столбчатой структуре. Таким образом, эффект самозатенения и поверхностная диффузия являются основными механизмами GLAD.

Применение тугоплавких металлов и их сплавов в современной технике

Кусярбаева Ф.Б.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва

В настоящее время остро стоит вопрос применения тугоплавких металлов и их сплавов в современной технике. Можно раскрыть этот вопрос на основе научных работ за последние годы. Например, авторами работы [1] рассмотрена технология повышения износостойкости

комбинированной электромеханической обработкой с применением материалов на основе карбида вольфрама. По результатам триботехнических испытаний установлено, что высокие показатели износостойкости градиентной структуры слоя на стали 45 с имплантированными карбидами вольфрама являются следствием композиционного упрочнения за счет формирования высокодисперсных карбидных структур на основе карбидов вольфрама (менее 1 мкм) различной морфологии (ячеистая сетка, нить, зерно) и как следствие, более высокие значения твердости слоя. Также, в работе [2] рассматривается возможность получения имплантов и материалов для имплантов с помощью селективного лазерного сплавления из порошков титана и ниобия. Показаны основные требования к исходному сырью для печати протезов и методы предварительной подготовки сырья. Приводятся основные параметры работы оборудования для получения необходимой структуры и механических свойств печатаемых образцов. Кроме того, на основе работы [3] разбирается возможность применения аддитивных технологий для изготовления имплантов из биомедицинских сплавов на основе титана-ниобия-циркония. Применение 3Д печати позволяет снизить затраты на изготовление имплантов, увеличить скорость изготовления и повысить точность. При этом при такой печати происходит формирование β - кристаллической структуры, что приводит к получения низкого модуля Юнга у напечатанных имплантов.

Таким образом, в современной технике тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, ниобий, тантал и т.д.) и сплавы на их основе или с их участием находят применение в самых разных отраслях промышленности: в электротехнике, электронике, транспортном машиностроении, стекольной промышленности, химическом аппаратстроении и производстве химикалиев, нефтяной и газовой промышленности, при сооружении высокотемпературных печей и для вакуумного оборудования, в сварочной технике, для режущего инструмента в металло-, дерево- и керамикообрабатывающей промышленности, в металлургическом и литейном производстве, в прибостроении, геологии, медицинской технике.

Список использованных источников:

1. Горленко А.О., Шевцов М.Ю. «Повышение износостойкости поверхностей трения имплатированием материалов на основе карбида вольфрама», JARiTS, 2017.

2. Здатченко В.Ю., «Получение сплава Ti-Nb для биомедицинского применения с помощью технологии SLM», журнал передовых исследований в области естествознания.

3. Регулярный В.Д., «Изготовление имплантов из биоинертных сплавов на основе титана», 2018, журнал передовых исследований в области естествознания.

Использование структурных эквивалентов по алюминию и молибдену для обоснования состава сварочной проволоки из титановых сплавов

Ледовская А.А., Ваганова Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Давыденко Л.В.

СФ МАИ, Ступино

Для производства сварных конструкций ответственного назначения с пределом прочности 1100-1200 МПа предполагается использовать псевдо β-титановый сплав с эквивалентами по молибдену 13,6% и алюминию 6,0%. Полуфабрикаты (плиты толщиной ~160 мм) подвергают упрочняющей термической обработке, после чего предусмотрена сварка: электронно-лучевая (ЭЛС) или ручная аргонодуговая (РАДС). После сварки термическая обработка конструкции не предусмотрена. По результатам предварительных испытаний было установлено, что сварной шов ЭЛС не обеспечивает требуемую структуру и свойства конструкции. После РАДС структура и свойства сварного шва несколько улучшаются, но применение проволок промышленных марок СПТ-2 и ВТ6св также не дает желаемого результата. На основе теоретических исследований было установлено, что для обеспечения хорошей свариваемости химический состав сварочной проволоки следует оценивать из условий: содержание алюминия 3,5-4,0 %; содержание кислорода менее 0,12 %;

структурный эквивалент по алюминию 5,0% структурный эквивалент по молибдену 2,0-3,0%.

Цель данной работы состояла в обосновании и выборе композиций сварочной проволоки с заданным числом α-, β-стабилизаторов и нейтральных упрочнителей для сварки высокопрочных псевдо β-сплавов на основе титана. Для решения этой задачи в работе был проведен расчет структурных и прочностных эквивалентов при различных вариантах легирования с учетом реального содержания примесей, образующихся в сварочной проволоке при существующих технологиях ее производства.

Анализ промышленных титановых сплавов для сварочной проволоки и работ по разработке сплавов для различных назначений показал, что увеличение числа легирующих элементов с двух до пяти позволяет обеспечить хорошую пластичность при повышенной прочности. Это позволило при выборе состава сварочной проволоки использовать 5÷6 легирующих элементов. При этом, учитывая, что при проведении сварки больших толщин может образоваться значительное количество жидкой фазы, было предложено в качестве одного из легирующих элементов опробовать представителя редкоземельной группы – гадолиния, показавшего в ряде работ модифицирующее влияние на размеры зерна сварного шва.

На основе расчетов было установлено, что для сплавов промышленных марок структурный эквивалент по молибдену меньше оптимального, равного 2,0-3,0%, поэтому целесообразно увеличить число β-стабилизаторов, добавив хром и ниобий. Это не только обеспечивает оптимальные значения эквивалента по молибдену, но и приводит к положительным эффектам комплексного легирования (повышение химической и структурной однородности и, соответственно, стабильности свойств сварного соединения, увеличение предела прочности без существенного снижения пластичности). Кроме этого, ниобий повышает стойкость титана и сварных швов к окислению, а совместное легирование хромом и молибденом обеспечивает постоянство суммарного количества β-стабилизаторов в различных зонах сварного соединения.

Для обеспечения значений эквивалента по алюминию около 5,0% наиболее приемлемое среднее содержание алюминия может быть 3,5% при содержаниях кислорода не более 0,1 %, углерода не более 0,02%, азота не более 0,02%. В итоге были предложены две композиции комплексно легированных сплавов для сварочной проволоки на основе системы Ti-Al-Mo-V-Cr-Nb-Zr без гадолиния и с гадолинием (эквиваленты по молибдену 2,6% и алюминию 5,2%). Расчет структурных эквивалентов позволил установить следующие «нормативные» технологически возможные диапазоны: структурный эквивалент по алюминию 4,5-5,5%, структурный эквивалент по молибдену 2,0-3,0%. Таким образом, с использованием существующих закономерностей легирования и расчета структурных эквивалентов, учитывающих роль α-, β- стабилизаторов, нейтральных упрочнителей и содержания примесных элементов, обоснованы и выбраны две композиции химического состава сплава для сварочной проволоки на основе титана для изготовления опытной партии сварочной проволоки.

Способы устранения дефектов чугунных изделий

Лизунова О.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Федорова Л.В.
МАИ, Москва

Все литейные дефекты делятся на различные группы в соответствии с причинами их возникновения. Наиболее часто встречаемыми дефектами являются: газовая раковина, смещение и холодная трещина. Целью исследования является поиск оптимального метода устранения дефектов.

Газовая раковина (королек).

Внутренняя или выходящая на поверхность округлая полость в теле отливки размером более 2-3мм с гладкими стенками.

Данный дефект можно избежать спокойной заливкой формы, которая происходит с помощью заливочного носика. В свою очередь форма заливочного носика должна выполняться более тщательно и в процессе работы нужно следить за ее сохранением. Также для предотвращения окисных пленок на поверхности металла вводится мазут, тем самым образуется активная восстановительная атмосфера, что и помогает избежать образование дефекта.

Смещение.

Является сдвигом одной части отливки относительно другой.

Креплении моделей на плите с совмещением их монтажных рисок и центрации опок с помощью центрирующих и направляющих втулок поможет избежать данный дефект.

Холодная трещина:

Представляет собой разрыв сплошности из-за повышенного напряжения, часто еле заметный, так как обычно отливка не разделяется на несколько кусков.

Повышение температуры заливаемого чугуна на 20 – 30°С играет определенную положительную роль в снижении напряженного состояния отливок. Повышение прочности чугуна происходит с помощью ЛЭ. (Ni, Cu, Ti).

Назначение литейной формы состоит в обеспечении заданной точности и качества поверхности отливки. Наиболее ответственные части отливок следует располагать в нижней части литейной формы, а отливки из сплавов с большим коэффициентом объемной усадки целесообразно помещать в форме таким образом, чтобы наиболее массивные части находились вверху, не стоит забывать, что отливка должна располагаться в форме так, чтобы обеспечивалось ее направленное затвердевание и питание жидким металлом.

Прогнозирование формирования усадочной пористости в протяженных участках фасонных отливок из алюминиевых сплавов

Литовец С.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Смыков А.Ф.
МАИ, Москва

Исследуется частный процесс формирования протяженного участка литой заготовки из широкоинтервального алюминиевого сплава, питание отдаленных сечений расплава в которых при их затвердевании затруднено. В результате в этих местах формируется усадочная пористость. Также произведен анализ зоны действия прибыли при разных геометрических параметрах питающих и питаемых элементов. При этом учитывались и другие технологические факторы процесса литья, влияющие на образование пористости, такие как: температура заливки расплава алюминиевого сплава, материал формы и др.

В настоящее время одним из подходов к реализации прогнозирования пористости в фасонных отливках является использование математических моделей образования пористости. В таких моделях основным звеном являются тепловые процессы. Условием формирования пористости являются критерии в виде соотношений параметров затвердевания (скорости охлаждения, температурного градиента, времен затвердевания и др). В любом случае конкретной величине образования усадочной пористости соответствует определенное значение применяемого критерия, которое определяется экспериментально. В данном исследовании используется новый критерий, критические значения для которого по алюминиевым сплавам при литье в песчаную форму определялись компьютерным моделирования соответствующих процессов затвердевания. Компьютерный анализ осуществлен в системе компьютерного моделирования Полигон Софт (CSoft).

Полученные результаты планируется применить в прикладных программах проектирования технологических процессов литья фасонных отливок из алюминиевых сплавов в песчаные формы.

О возможности замены сплава ЭП742ИД на сплав ВТ25УП для производства деталей компрессора ГТД

Мазилина М.А., Кононова И.С., Белякова А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Егорова Ю.Б.
СФ МАИ, Ступино

В настоящее время детали, применяемые в компрессоре высокого давления (КВД) различных типов ГТД (АЛ31Ф, РД33, ПС90А и др.), изготавливают из титановых и никелевых сплавов. Жаропрочный никелевый сплав ЭП742ИД используют для изготовления деталей КВД, работающих при температурах выше 500°С. При температурах 300-500°С применяются различные титановые сплавы. Повышение энергоэффективности перспективных двигателей ГТД (ПД14, ПД12, ПД35) требует уменьшение массы двигателя при увеличении его тяги и полезной мощности. Однако применение некоторых серийных материалов приводит к недопустимо высокой массе узлов, неприемлемому снижению ресурсов основных деталей, невозможности обеспечить параметры двигателя.

Типичный представитель деталей компрессора ГТД – лабиринт КВД, для изготовления которого в двигателях АЛ31Ф используют штампованные поковки из сплава ЭП742ИД. Учитывая, что сплав ЭП742-ИД в ГТД предназначен для изготовления деталей, работающих при температурах 600-650°С, а также высокие показатели его механических свойств и длительной прочности, использование этого сплава для изготовления деталей компрессора, работающих при меньших температурах, является избыточным и нерациональным. Применение титановых сплавов вместо никелевых позволяет снизить вес компрессора на 30-35% из-за более высокой удельной жаропрочности титановых сплавов.

Цель данной работы состояла в исследовании возможности замены сплава ЭП742ИД на более легкий жаропрочный сплав на основе титана, что обеспечит снижение массы диска лабиринта КВД. Для достижения поставленной цели использовали как литературные сведения, так и результаты производственных испытаний.

Для выбора оптимальной марки титанового сплава сначала были проанализированы основные свойства известных традиционных и перспективных высокожаропрочных отечественных титановых сплавов ВТ8, ВТ8-1, ВТ9, ВТ18У, ВТ25У, ВТ41, применяемых в компрессорах ГТД. Анализ уровня механических свойств показал, что наибольшей прочностью из промышленных жаропрочных титановых сплавов при комнатной температуре обладает сплав ВТ25У, который относится к классу деформируемых α+β-сплавов. Он также превосходит все другие отечественные титановые жаропрочные сплавы по уровню длительной прочности при температурах 300-500°С. Полуфабрикаты из порошковой модификации этого сплава ВТ25УП помимо этого имеют мелкозернистую структуру и изотропные свойства по всему сечению изделия.

В соответствии с требованиями к материалу дисков ГТД предел прочности при комнатной температуре (σВ) должен быть не менее 115 кг/мм^2 (1128 МПа). По результатам механических испытаний 150 поковок дисков, изготовленных по промышленным технологиям в 2016-2018 годах, было установлено значительное превышение данного показателя для сплава ЭП742-ИД (1343-1480 МПа). Статистическое сопоставление средних значений временного сопротивления разрыву (σв) и характеристик пластичности (δ и ψ) поковок дисков сплавов ЭП742-ИД (после закалки и старения), ВТ25У (после двойного отжига) и ВТ25УП (после ГИП + термической обработки) в диапазоне температур от 20 до 600°С показало, что по прочностным свойствам при комнатной температуре сплав ЭП742ИД превосходит сплавы ВТ25У и ВТ25УП на ~100-130 МПа; а при 500-550°С — на ~415-495 МПа. Временное сопротивление разрыву сплавов ВТ25У и ВТ25УП соответствует требованиям, предъявляемым к пределу прочности материала для дисков ГТД, а для сплава ЭП742ИД данная характеристика намного выше (на 215-350 МПа). Сплавы ВТ25У и ВТ25УП значительно превосходят сплав ЭП742ИД по удельной прочности при комнатной и повышенных температурах. Относительное удлинение и сужение для сплава ВТ25УП характеризуется большей стабильностью в сравнении с разбросом характеристик пластичности для сплава ЭП742ИД. Проведенный анализ свидетельствует о допустимости использования сплава ВТ25УП для изготовления дисков компрессора ГТД вместо сплава ЭП742ИД.

Способ получения литых заготовок из алюминиевых сплавов с заданной величиной пористости

Максименко Е.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Смыков А.Ф.
МАИ, Москва

Изделия из алюминиевых сплавов широко применяются в различных отраслях. В последние годы постоянно растёт интерес к пористым отливкам, в частности, из алюминиевых сплавов. Такие пористые изделия в зависимости от технологии их получения могут обладать низкими плотностью, гигроскопичностью, высокими удельной жесткостью, уровнем поглощения энергии и звука, а также повышенной теплоизоляцией и устойчивостью к возгоранию. Одним из путей получения пористых литых заготовок является возможность регулирования интенсивностью выделения растворенных в расплаве газов в период его затвердевания за счет изменения внешнего давления. В этой связи проведены экспериментальные исследования, которые подтвердили возможность получения отливок из алюминиевых сплавов с заданным размером газовых пор в зависимости от величины понижения давления над расплавом в период его кристаллизации, когда в затвердевающем объёме формирующиеся кристаллы, способны задержать часть, стремящихся к поверхности пузырьков выделяющегося водорода.

При проведении эксперимента использовался широкоинтервальный сплав системы Al-Cu (5% Cu). Расплав готовился в двухмарочном тигле в электрической печи сопротивления, который дополнительно наводораживался, а затем разливался по четырем 0,5 марочным тиглям. В одном тигле расплав затвердевал при атмосферном давлении, а три других подвергались вакуумированию в установке при следующих значениях давления: 0,32 атм. (0,324·105Па), 0,24 атм. (0,243·105 Па) и 0,12 атм. (0,122·105 Па). Поскольку для задержания в объеме выделяющегося при кристаллизации водорода необходимо наличие в расплаве кристаллического каркаса, то изменение давления в камере начиналось при температуре расплава несколько ниже его температуры ликвидус. Температура измерялась термопарой алюмель-хромель, данные с которой фиксировались с помощью программы обработки данных LabView. В результате проведенных исследований были получены данные, которые позволили построить экспериментальных кривую зависимости величины среднего диаметра пор в теле отливки от давления над кристаллизующимся расплавом. Очевидно, что полученное решение имеет практическое значение.

В заключение стоит отметить, что данный способ получения пористого алюминия не требует применения дорогостоящих материалов и его рационально применять в малосерийном производстве.

Исследование влияния частичной замены титана его гидридом в жаропрочном сплаве на основе Ti-Al-Nb-Mo-B

Марков Г.М.
Научный руководитель — к.т.н. Логинов П.А.
НИТУ МИСиС, Москва

На текущий момент производство ответственных деталей газотурбинных двигателей тесно связано с применением жаропрочных титановых сплавов на основе алюминидов TiAl/Ti3Al, которые превосходят никелевые суперсплавы по таким параметрам, как низкая плотность и высокая удельная прочность. Для сплавов на основе Ti-Al характерно образование и оптимальное соотношение таких фаз, как γ-TiAl и α2-Ti3Al, отличающиеся повышенными уровнями механических свойств.

Повысить характеристики сплавов на основе Ti-Al можно методами их легирования переходными металлами (Nb, Mo) и модифицированием, например гидридом титана. Соединение TiH2 разлагается при относительно невысоких температурах (400-750 ºС), является хрупким, легко измельчается в планетарно-центробежных мельницах (ПЦМ) и может равномерно распределяться в объеме смеси в виде отдельных нерастворимых в

матрице частиц. При термическом разложении выделяющийся водород восстанавливает поверхность порошков металлов, что способствует достаточному уплотнению при консолидации.

Целью данной работы было исследование процессов фазо- и структурообразования при подготовке реакционных смесей в системе Ti-Al-Nb-Mo-B с частичной заменой титана на TiH2. В работе представлена взаимосвязь структуры и механических свойств порошковых сплавов в системах Ti-Al-Nb-Mo-B (базовый состав) и Ti-Al-Nb-Mo-B-xTiH2 (x = 10; 20; 30 мас. %). Методами механического легирования (МЛ) и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) из элементных порошков были получены порошки сплава TiAl/Ti3Al. Продуктами СВС являлись спеченные образцы заданного состава, измельченные с помощью щековой дробилки и ПЦМ и подвергнутые ситовой и воздушной классификации с целью выделения целевой фракции порошка 10-45 мкм. Влияние добавок гидрида титана на фазо- и структурообразование, свойства сплава анализировали на компактных образцах. Исследование микроструктуры и фазового состава проводили методами рентгеноструктурного фазового анализа (РФА) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

В результате интенсивной пластической деформации при МЛ образуются плотные агломераты частиц, где компоненты располагаются в виде чередующихся волнообразных слоев. С увеличением продолжительности МЛ образуется интерметаллид Ti3Al, что подтверждается рентгенограммой порошка; при минимальной продолжительности МЛ обнаружены пики исходных металлов α-Ti, Al, Nb и Mo.

По результатам исследований методами СЭМ и РФА было обнаружено, что при МЛ титан и алюминий взаимодействовали с образованием фаз γ-TiAl и α2-Ti3Al. В структуре гранул отмечено присутствие отдельных фаз и зерен Nb и Mo, компоненты которых не растворяются в титане или алюминии из-за низкой пластичности, их высокой твердости и отличий в кристаллическом строении: Ti обладает ГПУ-решеткой, Al - ГЦК-решеткой, Nb и Mo – ОЦК-решеткой. Полученные результаты идентичны для смесей Ti-Al-Nb-Mo-B как с добавкой TiH2, так и без неё.

После проведения СВС продукты горения в виде спеков последовательно измельчали в щековой дробилке и ПЦМ, исследовали их микроструктуру и фазовый состав. Установлено, что продолжительность МЛ не влияет на фазовый состав СВС-продукта. Основными фазами являются γ-TiAl, α2-Ti3Al и Nb. После СВС в продуктах прореагировали весь титан и алюминий. С увеличением содержания TiH2 уменьшалась концентрация примесного кислорода, при этом остальные характеристики были идентичны базовому составу, что говорит о целесообразности частичной замены титана на TiH2.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №20-33-70212.

Метод получения порошков ультразвуковым дроблением фольг в жидкости

Морозов В.В., Васильев И.С., Гусева Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Порошковая металлургия получила широкое распространение в современной промышленности благодаря развитию методов создания изделий аддитивными технологиями. Эта технология ставит высокие требования к качеству порошкового материала. Результатом стало увеличение числа исследований по способу синтеза порошка для аддитивного производства, а также методов его легирование.

В настоящее время существует не мало технологий многосерийного производства порошкового материала [1, 2]. Эти методы имеют высокую стоимость и/или сложны для использования в небольшом серийном производстве. Для проведения экспериментов и исследований, зачастую, не требуется большой объем исследуемого материала. В связи с этим предлагается новый метод мелкосерийного производства порошка ультразвуковым дроблением фольг в жидкости.

Суть метода заключается в измельчении фольги материала в заранее подобранной жидкости, которая защитит металл от окисления. Для измельчения фольги используется ультразвуковые колебания. Для их генерации подходят ультразвуковые ванны или специальные ультразвуковые генераторы с сонотродами. После измельчения следуют операции для отделения порошка от жидкости, как вариант, поместить образцы в печь для сушки. В результате получается порошок микро и нано размеров [3].

Вышеупомянутая технология обладает рядом преимуществ, такими как: чистота порошка, экономичность, возможность использования этого метода с различными мягкими фольгированными материалами. При работе с более твердыми фольгами потребуется использование более мощного ультразвукового волновода.

В будущем планируется провести ряд экспериментов для более полного изучения данной технологии и отработки параметров волноводов и выбора жидкостей, необходимых для получения наилучшего результата. Принято решение исследовать измельчение фольг алюминия и меди. Данные материалы широко используются в промышленности, в частности алюминий является важнейшим элементов используемым в сплавах для авиационной промышленности, а медь имеет одни из лучших показателей электропроводности, из-за чего часто применяется в электротехнике. Также фольги из меди и алюминия являются наиболее доступными на рынке.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020.

Список использованных источников:

1. C.Suryanarayana, E.Ivanov, Mechanochemical synthesis of nanocrystalline metal powders // Advances in Powder Metallurgy Properties, Processing and Applications Woodhead Publishing Series in Metals and Surface Engineering 2013, Pages 42-68.

2. Залазинский Г.Г., Щенникова Т.Л., Кишкопаров Н.В., Жидовинова С.В., Золотухина Л.В., Гельчинский Б.Р. О получении металлических порошков методами диспергирования расплава и газофазного синтеза // Физическая химия и технология в металлургии. Сборник трудов, посвященный 60-летию ИМЕТ УрО РАН. Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук. Екатеринбург, 2015. С. 374-383.

3. Mobeen Haneef, Khurram Yaqoob, M. Adeel Umer, Zakir Hussain A novel strategy for synthesis of Al powder comprising of Al nanoflakes via ultrasonication of Al foil // Ultrasonics Sonochemistry Volume 61, March 2020, 104838.

Катодная электролитно-плазменная нитроцементация стали 20 в растворе нитрата аммония и глицерина

Наумов И.М., Калинина Т.М., Бутина О.Н.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Кусманова И.А.
Костромской государственный университет, Кострома

Целью работы является изучение эффективности катодной электролитно-плазменной нитроцементации (КЭПНЦ) стали 20 в водном растворе электролита на основе нитрата аммония и глицерина. КЭПНЦ подвергались образцы из стали 20 диаметром 10 мм и высотой 15 мм в электролите, содержащем нитрат аммония (10% масс.) и глицерин (10% масс.). Температура насыщения поддерживалась равной 900°С, а температура электролита – 30±2°С. Обработка проводилась в течение 5–30 минут в электролитической ячейке в условиях контролируемой гидродинамики. По истечении времени насыщения образцы закалялись в электролите. КЭПНЦ стали 20 приводит к формированию на поверхности образца наружного оксидного слоя, толщина которого зависит от продолжительности процесса и возрастает с увеличением времени обработки [1].

Толщина слоя после КЭПНЦ при 900°С в течение 20 минут превышает 100 мкм, что указывает на интенсивное высокотемпературное окисление и его превалирование над разрушающим действием электрических разрядов в электролитной плазме (особенность

катодного нагрева). Данный факт объясняет уменьшение Ra шероховатости поверхности от 1,0 (контрольный образец) до 0,6 мкм (после нитроцементации в течение 20–30 минут), что не характерно для катодного процесса. С увеличением времени КЭПНЦ стали от 5 до 30 минут масса образцов уменьшается с 26 до 283 мг в результате эрозии наружного слоя под действием разрядов. Толщина диффузионного слоя аналогично коррелирует с продолжительностью обработки и возрастает от 60 до 100 мкм соответственно. Установлено, что максимальная микротвердость 980 HV в нитроцементованном слое и толщина упрочненного слоя более 300 мкм достигается после КЭПНЦ при 900°С в течение 30 минут. После обработки в течение 10 и 20 минут максимальная микротвердость насыщенного слоя составляет 920 и 950 HV.

Минимальное упрочнение поверхности 890 HV, как и толщина упрочненного слоя, наблюдается после нитроцементации в течение 5 минут. Таким образом, проведение катодной электролитно-плазменной нитроцементации стали 20 при 900°С в электролите, содержащем 10% нитрата аммония и 10% глицерина, эффективно и позволяет увеличить микротвердость сплава в 6–6,5 раз за счет диффузии азота и углерода в структуру материала. Минимальная шероховатость поверхности по параметру Ra 0,6 мкм достигается после нитроцементации в течение 20–30 минут, когда высокотемпературное окисление поверхности наиболее продолжительно.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект№ 18-79-10094) Костромскому государственному университету.

Список использованных источников:

1. Кусманов С.А. Теоретические основы электролитно-плазменного нагрева и его применение для диффузионного насыщения металлов и сплавов: моногр. / С.А. Кусманов, И. Г. Дьяков, П. Н. Белкин. – Кострома: Изд-во Костром. гос. ун-та, 2017

Факторы, формирующие процесс ионного азотирования

Неруцкая А.В., Смирнова Е.А., Петухова О.С.
Научный руководитель — д.т.н. Ягудин Т.Г.
МАИ, Москва

Технологический этап формирования поверхностной структуры – полировка до значений Ra=0,1мкм приводит к значительному изменению величины поверхностного потенциала за счет загрязнения поверхности продуктами процесса полировки, величина поверхностного потенциала снизилась до значения -1200…-1250 мВ. Хотя величина поверхностного потенциала исходной поверхности после отжига составляла +790…+690 мВ. Таким образом, структура поверхности, образующаяся в результате процесса полировки, мало зависит от поверхностной структуры исходного состояния.

Низкие значения поверхностного потенциала загрязненной поверхности не обеспечивают результативность проведения процесса ионного азотирования, поэтому необходимо как можно эффективнее провести процесс очистки поверхности. Так, ионное травление квазинейтральной плазмой аргона с энергией 200 эВ способствовало очистке поверхности, и величина поверхностного потенциала изменилась до величины +180мВ. Повышение энергии ионного газового потока до величины 300эВ практически не изменило величину поверхностного потенциала, что указывает на полноту очистки поверхности по первому режиму ионного травления. Применение в целях очистки поверхности активирующего нагрева (500-600ºС 10мин) способствовало повышению поверхностного потенциала до +150мВ.

Исходя из анализа экспериментальных данных видно, что органические растворители мало эффективны для ионно-вакуумного модифицирования, так как основное требование - полная очистка поверхности. Наличие даже незначительного участка загрязнения может привести к получению неоднородной структуры полученного слоя или некачественного покрытия, как по его несплошности, так и по слабой адгезии.

Проведенные исследования эффективности ионной очистки в тлеющем разряде при напряжении -1000В показали, что этот метод не дает большого преимущества перед вышерассмотренным, однако из за значительной величины потенциала может спровоцировать образования лавинного дугового разряда.

Таким образом наиболее эффективным средством очистки поверхности перед азотированием является ионное травление газовым ускорителем «Плагус».

Список использованных источников:

1. Сорокин, В.А. Модифицирование элементов пары трения «игла– подпятник» / В.А. Сорокин, Л.А.Кривина, Ю.П. Тарасенко, В.Н. Перевезенцев // Сборник статей: Современные технологии модифицирования поверхностей деталей машин. – М.: Ленанд. – 2013. – с.200-210

2. Кривина, Л.А. Модернизация малогабаритного трибосопряжения газовой центрифуги К4110 // Л.А. Кривина, И.Н. Царева, Ю.П. Тарасенко // Сборник 170 материалов докладов международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» Самара 22-24 июня 2016 г. – Ч. 1. – с. 119-120.

Технология и оборудование для производства магнитов используемых как датчики скорости

Николова П.О.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Серов М.М.

МАИ, Москва

Измерение скорости необходимо, практически, во всей отрасли машиностроения.

Существует несколько методов измерения скорости:

• Метод вибрации
• Оптический метод
• Метод магнитного поля.

Метод магнитного поля является типом бесконтактного измерения.

Принцип работы магнитного датчика скорости.

Примером использования магнитного датчика скорости является измерение частоты вращения зубчатого колеса. Датчик скорости собирает сигнал возмущения вокруг микросхемы, который вызван вращением вогнутых зубцов и выпуклых зубцов, после чего датчик получает скорость вращения колеса.

Основным элементом датчика скорости является магнитное многополюсное кольцо, технология и оборудование для производства которого описаны ниже.

Оборудование для изготовления магнитных многополюсных колец.

Для производства магнитных многополюсных колец была разработана и изготовлена технологическая оснастка, включающая в себя устройство для намагничивания и прессформу для прессования смеси, изготовленной из металлического порошка и эпоксиполиэфирного связующего.

Прессформа в минимальном варианте включает следующие элементы:

• Матрица с бандажем
• Стержень
• Пуансон

Технология производства магнитных многополюсных колец включает в себя следующие операции:

• Контроль сырьевых материалов
• Приготовление рабочей смеси для прессования
• Прессование заготовок
• Термообработка и отверждение связующего
• Контроль и калибровка размеров
• Нанесение антикоррозионного покрытия
• Намагничивание магнитных систем
• Контроль магнитных свойств

Список использованных источников:
1. Семенова М.В. Скуридин А.А. ООО «Валтар», Магнитотвердые композиционные материалы на основе ВЗР-порошка Nd-Fe-B.
2. Виглеб Г., Датчики: устройство и применение, 1989;
3. Осипович Л. А., Датчики физических величин, 1979.

Влияние технологических параметров процесса нанесения и состава покрытия на физико-механические свойства

Орлов А.А., Гуреев И.И., Грушин И.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва

Биоматериалы обычно определяются как нежизнеспособные материалы, предназначенные для взаимодействия с биологическими системами для оценки, лечения, увеличения или замены любой ткани, органа или функции тела. Прежде чем новый биоматериал будет представлен на рынке, рассматриваются различные вопросы, включая его анатомическое расположение, функциональную структуру ткани и патобиологию, требования к механическим и другим свойствам, токсикологию, биосовместимость, процесс заживления, этику, стандартизацию и регулирование. Стандарты материалов, устройств и процедур издаются международными организациями, в основном Международной организацией по стандартизации (ISO) и Американским обществом испытаний и материалов (ASTM). Чтобы предотвратить появление на рынке неэффективно протестированных устройств и материалов, а также для фильтрации субъектов, явно не имеющих квалификации для производства биоматериалов, в США и Европейском Союзе были созданы системы регулирования. В то время как в США оценка проводится государственным агентством (например, Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США, FDA), в Европе — уполномоченными органами (NB). В то время как последнее направлено в первую очередь на доказательство безопасности, первое также уделяет большое внимание эффективности устройства. Важным европейским требованием к маркетингу является получение маркировки CE. Следует отметить, что FDA регулирует не материалы, используемые в медицинских устройствах, а сами устройства.

Биосовместимость — важное требование к биоматериалу. Биосовместимый материал работает с соответствующей реакцией хозяина (то есть с минимальным нарушением нормальной функции организма) в конкретном приложении. Таким образом, материал не вызывает тромбогенной, токсической или аллергической воспалительной реакции при его помещении. Есть два ключевых фактора, определяющих биосовместимость материала: реакции организма-хозяина, вызванные материалом, и разложение материала в окружающей среде тела. Часто следует учитывать оба фактора.

В настоящее время биоматериалы изготавливаются из металлов и сплавов, керамики, полимеров и композитов. Одним из примеров являются сосудистые стенты, изготовленные из нержавеющей стали или сплава с памятью формы, иногда покрытые полимером для выделения лекарственных средств. Другой пример - использование биокерамики из фосфата кальция в области регенерации костей, как в ортопедии. и в стоматологии CaP широко распространены в виде покрытий на титановых имплантатах, но они также используются в качестве каркасов, костных наполнителей и цементов.

Коррозия, постепенная деградация материалов вызывает большую озабоченность, особенно когда металлический имплант помещается во враждебную электролитическую среду человеческого тела. Имплантаты сталкиваются с серьезным коррозионная среда, которая включает кровь и другие составляющие жидкости организма, которые включают несколько компоненты, такие как вода, натрий, хлор, белки, плазма, аминокислоты вместе с муцином в случае слюны. В водной среде организм человека состоит из различных анионов, таких как ионы хлорида, фосфата и бикарбоната, катионы типа Na +, K +, Ca2 +, Mg2 + и др.,

Органические вещества это низкомолекулярные частицы, а также полимерные компоненты с относительно высокой молекулярной массой. Биологические молекулы нарушают равновесие коррозионных реакций имплантата за счет потребление продуктов из-за анодной или катодной реакции.

Азотирование является широко используемым термохимическим процессом, при котором азот диффундируют в поверхностный слой твердого сплава, выдерживая его при подходящей температуре в контакте с азотсодержащим материалом. Азотирование стали началось в начале 1920-х годов и используется во многих отраслях промышленности, включая спортивное оборудование. Температура азотирования обычно ниже температуры эвтектоида железо-азот (590 °C) без фазового превращения, происходящего во время процесса.

В данной работе изучалось влияние температуры нагрева на формирование модифицированной поверхности. Процесс ионного азотирования проводили в смеси газов аргона (84%) и азота (16%) при общем давлении газа в камере 3x10-3 Па при температурах 550°C, 600°C; 700°C и 800°C и одинаковом времени выдержки 30 мин.

Проведенные исследования показали, что повышение температуры с 550°C до 800°C приводит к увеличению глубины модифицированного слоя с 10 до 200 мкм при одинаковом времени выдержки и значительном упрочнении поверхности. Кроме того, высокие температуры азотирования особенно нежелательны при модификации поверхности высокопрочных титановых сплавов, так как температура старения при их упрочняющей обработке обычно составляет 550°C, поэтому обработка поверхности выше этих температур приведет к структурному изменению и размягчению сердцевины детали. Поэтому в качестве оптимальных температур для ионно-вакуумного азотирования были взяты температуры 550°C и 600°C.

Варьирование содержания Pb от потока азота в системе покрытий TiN-Pb, нанесенных магнетронным напылением

Павлов Ю.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Лозован А.А.
МАИ, Москва

В настоящее время твердые смазочные покрытия (ТСП) широко применяются в аэрокосмической промышленности. Эти покрытия используются в тех случаях, когда применение жидких смазок невозможно из-за условий, в которых они должны работать. ТСП представляют собой композиционные покрытия, состоящие из твердой матрицы и смазочного материала. Такие покрытия получают различными методами (физическое и химическое осаждение в вакууме, газотермическое напыление и др.).

В качестве метода вакуумного осаждения в данной работе использовался метод многокатодного магнетронного распыления. Перед напылением проводилась подготовка образцов — УЗ мойка в бензине и изопропиловом спирте и их сушка, затем камеру откачивали, напускали аргон и проводили очистку стенок камеры и внутрикамерной оснастки тлеющим разрядом, затем камеру снова откачивали и проводили очистку поверхности образцов ионным источником. Далее напускали аргон и проводили напыление покрытия: сначала напыляли подслой Ti в течение 5 минут, затем подавали поток азота в камеру и напыляли подслой TiN в течение 5 минут, после чего проводили напыление TiN-Pb покрытий одновременно двумя магнетронами (Ti и Pb) в смеси аргона и азота в течение 50 минут. В различных экспериментах параметры процесса напыления поддерживали постоянными, меняя только подачу азота.

Элементный состав и морфология, полученных покрытий исследовались на сканирующем электронном микроскопе EVO-40 Carl Zeiss с приставкой для энергодисперсионного анализа INCA Oxford Instr. Показано, что содержание Pb в покрытии варьируется от 6,5 до 10,6 ат. % в зависимости от потока азота от 2,00 до 8,55 sccm соответственно.

Материалы на основе безвольфрамовых тугоплавких сплавов, полученные методом высокоскоростной закалки расплава

Патрушев А.Ю., Ярошенко А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва

Одной из важных характеристик сплавов на основе тугоплавких металлов является способность сохранять прочность под воздействием высоких нагрузок при температурах свыше 1100 °C, в то время как сплавы на основе никеля, железа и кобальта при этих температурах разупрочняются.

Сплавы системы Ta-Zr в качестве основного важны как материал для высокотемпературных конструкционных изделий благодаря их высокой температуре плавления, хорошей формуемости и коррозионной стойкости.

Помимо этого, сплав тантала и циркония по большей части находит применение в качестве легирующей добавки в некоторые стали и жаропрочные сплавы для улучшения некоторых свойств, таких как коррозионная стойкость, механическая и усталостная прочность.

Благодаря высокой стойкости к парам воды при повышенных температурах, термостабильности и низкому удельному электрическому сопротивлению сплав на основе Ta-Zr в чистом виде или содержащий ниобий в качестве легирующего элемента находит в производстве оболочек твэлов и защитных покрытий. Еще одним немаловажным фактором, влияющим на выбор материала для изготовления деталей, является модуль упругости и твердость.

Для получения требуемых характеристик изделий из этих сплавов, как правило, усложняют их исходный состав. Такой подход имеет ряд недостатков, связанных с возникновением структурных дефектов и неоднородностей. Поэтому можно попытаться усовершенствовать структуру путем изменения способов получения заготовок. Одним из таких методов является высокоскоростная закалка расплава (ВЗР). Одним из видов ВЗР является метод экстракции висящей капли расплава, благодаря которому возможно добиться значительного снижения размеров зерна от 0,6 до 2,5 мкм и равномерного распределения твердой фазы, вследствие чего возрастает микротвердость изделия; значительного повышения содержания металлической связующей, что позволяет повысить характеристики пластичности и ударной вязкости.

Помимо описанных выше свойств немаловажной характеристикой тугоплавких материалов является твердость. Твердые сплавы изготавливают путем спекания смеси порошков карбида вольфрама и кобальта, титана и др., их также называют керметами. В зависимости от их структуры и химического состава, карбидные сплавы обладают рядом уникальных свойств, которые позволяют эффективно их использовать в различных областях техники. Однако увеличение темпов развития производства требует увеличения производства режущих инструментов, штампов, пресс-форм и т.д. Это привело к высокому потреблению вольфрама. Возникающая проблема дефицита вольфрама во многих странах стала решаться главным образом за счет решения материаловедческих задач с применением тугоплавких сплавов, в том числе содержащие карбидные фазы.

Влияние экструзии на упругие и неупругие свойства порошкового никелида титана

Пермякова Д.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Маркова Г.В.
ТулГУ, Тула

Никелид титана – это материал нового поколения с хорошими демпфирующими свойствами и механическими характеристиками. Традиционные литейные технологии производства уступают методам порошковой металлургии (ПМ) по многим параметрам. ПМ позволяет сократить сам производственный процесс, более точно регулировать

характеристики сплава, значительно повысить гомогенность. Для устранения остаточной пористости проводится термомеханическая обработка (ТМО) [1]. Формирование характеристик вызвано протеканием термоупругого мартенситного превращения (ТУМП). В зависимости от содержания никеля превращение может протекать по одностадийной (B2↔B19′) или двухстадийной схеме (B2↔R ↔B19′) [2].

Целями данной работы является сопоставление критических точек ТУМП, упругих и неупругих свойств сплавов системы TiNi в образцах после спекания и после спекания с последующей ТМО, а также выявление закономерностей влияния ТМО на данные характеристики.

В данной работе был задействован метод внутреннего трения. Объектами исследования являются два проволочных образца. Первый образец находится в спеченном состоянии, а второй – в спеченном состоянии с последующей ТМО в виде экструзии при 900°С. Измерения были проведены на РКМ – ТПИ в интервале температур от -150°С до 100°С при скорости нагрева 1…2°С/мин и охлаждения 0,5...2°С/мин, частоте колебаний 1...1,5 Гц и амплитуде деформаций Δ = 3*10^(-5)... 3*10^(-4). Образцы были предварительно подвержены отжигу при 300°С в течение 1 часа.

Экспериментальные данные включают в себя температурные зависимости внутреннего трения (ТЗВТ) и температурные зависимости квадрата резонансной частоты (ТЗf^2). Внутреннее трение (ВТ) (Q^(-1)) является численной характеристикой демпфирующей способности. ТЗf^2 отражает поведение упругих свойств, а именно модуля сдвига, в ходе ТУМП. На ТЗf^2, как правило, формируется минимум аномальной природы вблизи температур максимума ВТ. Температуры минимума ТЗf^2 были использованы для вычисления термического гистерезиса превращения (ΔТ) и определения точки термодинамического равновесия (Т0).

Превращение протекает через промежуточную фазу R в две стадии по схеме B2↔R↔B19′. Интегральная зависимость ВТ включает в себя два мартенситных максимума, отвечающих за превращения B2↔R и R↔B19, также присутствует релаксационный максимум при температурах близких к -50°С [3]. Для выделения парциальных пиков была проведена процедура вычитания фона с использованием ПО Origin.

В результате были сделаны выводы:

1. Температуры начала/конца ТУМП и положения точки Т0 смещаются в сторону более низких температур. Предположительно, в процессе экструзии происходит выделение фаз, содержащих легирующие элементы: H2, N2 и O2, которые смещают точка в сторону более низких температур [2]. Для более точного выявления фаз необходимо проведение анализа микроструктуры.

2. Показано, что экструзия повышает величину ΔТ с 10 до 21 °С.

3. ТМО оказывает влияние на температурный интервал ТУМП. После экструзии интервал роста ВТ сузился ~в 2 раза.

Список использованных источников:

1. Касимцев А.В., Маркова Г.В., Шуйцев А.В., Левинский Ю.В., Свиридова Т.А., Алпатов А.В. Порошковый гидридно-кальциевый интерметаллид TiNi// Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2014. — №3. — С.31-37.

2. Ооцука, К. Сплавы с эффектом памяти формы / К. Ооцука, К. Симидзу, Ю. Судзуки и др. / Под ред. Фунакубо Х.: Пер. с японск. — М.: Металлургия, 1990. — 224 с.

3. Chang S. H., Wu S. K. Internal friction of R-phase and B19′ martensite in equiatomic TiNi shape memory alloy under isothermal conditions //Journal of alloys and compounds. – 2007. – Т. 437. – №. 1-2. – С. 120-126.

Бескремнезёмные связующие для изготовления керамических форм в литье по выплавляемым моделям

Пилипенко А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Варфоломеев М.С.
МАИ, Москва

Метод литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) является весьма уникальным. Данный метод позволяет изготавливать отливки практически из любых сплавов. ЛВМ можно изготавливать различные сложные конструкции, тонкостенные детали, а также различные отливки как с небольшой массой, так и весьма габаритные. Отливка получается приближенной к готовой детали, а в ряде случаев получается отливки без дополнительной обработки непосредственно перед сборкой.

При литье сплавов данным методом особое значение отдают изготовлению форм. Чаще всего методом ЛВМ получают отливки особого назначения (например, лопатки газотурбинных двигателей), что уже подразумевает собой особую точность проведения технологического процесса литья. Весомый вклад в изготовление литейной формы вносят связующие растворы.

Связующими для керамических оболочковых форм служат тугоплавкие неорганические соединения (оксиды), которые образуются из элементоорганических соединений или золей (например, SiO_2, Al_2O_3). Образование связующих свойств - процесс, происходящий последовательно на всех стадиях изготовления формы: при приготовлении суспензии, отверждении и прокаливании форм.

Формы для ЛВМ должны обладать высокой огнеупорностью, не содержать перед заливкой газотворных компонентов. Образующие литейную форму материалы должны быть инертными по отношению к литейному сплаву и не вступать с ним в химическое взаимодействие при заливке и охлаждении отливок. Поэтому при изготовлении керамических форм используются связующие, которые в результате химических и физических процессов при сушке слоев оболочки, обычно полностью завершающихся при прокаливании последних, превращаются в пленки огнеупорных оксидов, прочно соединяющие зерна огнеупорной основы и обсыпочного материала.

Бескремнезёмные связующие являются либо водными коллоидными растворами оксида алюминия Al_2O_3, либо алюмоорганическими соединениями.

В данной статье будут рассмотрены такие связующие как Алюмозоль А (Россия, Казань, ООО «НТЦ КОМПАС») и Алюмокс (Россия, Москва, АО ГНИИХТЭОС), Remal 20 (Великобритания, компания Remet)

Алюмозоль А является водным коллоидным раствором оксида алюминия Al_2O_3.

Алюмокс — спиртовое связующее для изготовления литейных форм, не взаимодействующих с заливаемым металлом при температуре до 1900ºС. Широкое применение связующее получило при изготовлении керамических форм для прецизионного литья изделий ответственного назначения из химически активных сплавов.

Remal A20 рекомендуется использовать для литья по выплавляемым моделям титановых сплавов, а также для литья сплавов с высокими температурами плавления, которые исключают применение связующих на основе коллоидного диоксида кремния в связи с недостаточной термостойкостью.

При проведении сравнительного анализа данных связующих можно отметить следующее:

1) Связующие на водной основе плохо смачивают парафино-стеариновую модель и скатываются с ее поверхности. Это вызывает большие трудности при нанесении первого слоя на модель. Спиртовые связующие имеют хорошую смачиваемость, что является важным преимуществом по сравнению с зольными связующими.

2) При длительном хранении Алюмозоль А и Remal A20 застудневает и после механического перемешивания возвращается в исходное состояние. При замерзании и размораживании своих свойств не теряет, что является достаточно важным преимуществом

данного связующего. После высыхания образует твёрдую массу, при добавлении воды и механическом перемешивании вновь образует коллоидную систему. Однако хранить такие связующие на водной основе в зимнее время необходимо только в отапливаемых помещениях.

3) При использовании суспензий на основе Алюмозоля А или Remal A20 и основных огнеупоров изменяется уровень pH суспензии с кислотного pH 4-5 на щелочной pH 10-12, что приводит к ее необратимому гелированию. В свою очередь такое изменение pH суспензии способствует быстрому отверждению слоёв в процессе сушки в аммиачной камере.

При выборе бескремнеземного связующего необходимо учитывать все перечисленные выше факторы. Нельзя выделить какое-то одно связующее, учитывая, что каждое из них имеет большой ряд как положительных, так и отрицательных качеств. При использовании какого-либо связующего есть свои сложности, с которыми уже научились справляться на производстве.

Предпосылки к разработке экспериментальных методов исследования реологии металлов на пластометрах высокого давления

Пономарева А.Л.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Соколов А.В.
МАИ, Москва

Продуктивность технологического процесса обработки металлов давлением (ОМД) складывается из возможности достижения при его применении таких результатов, которые невозможно достичь другими методами, а с другой – его экономичностью. Поэтому, оптимальным вариантом будет, то, что новая технология позволяет сочетать оба этих определения, являющиеся достоверной причиной для ее разработки и внедрения.

Высокий технико-экономический эффект в технологиях ОМД обеспечивается только тогда, когда получается обнаружить и применить все специфические особенности процесса, связанные с возможностью гибкого управления напряжённо-деформированного состояния деформируемого материала на основе знания реологии металлов и сплавов.

Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов ОМД требует построения математических моделей в составе систем реологических уравнений, описывающих тот или иной вид и способ ОМД. От качества этих уравнений зависит степень адекватности математических моделей точность и экономичность расчетов. Известно, что в настоящее время сведения по сопротивлению деформации и пластичности металлов получают при испытаниях образцов на кулачковых пластометрах. Пластометры отличаются от обычных испытательных машин возможностью обеспечения заданной, постоянной скорости деформации.

Однако, указанные испытания проводят при показателе напряженного состояния не ниже –0,58, а диаграммы сопротивления деформации строят экстраполяцией экспериментальных данных. Реальные же процессы ОМД осуществляют при значительных отрицательных показателях напряженного состояния (менее –0,58). Кроме того, из-за неоднородности деформации образца при испытаниях интенсивность скоростей деформаций в зоне деформации и при растяжении и при сжатии не постоянна.

Таким образом, определение значений напряжений и пластичности, соответствующих области отрицательных значений показателя напряженного состояния

(–0,58 ÷ -3,6) является актуальной задачей исследования, позволит усовершенствовать реологические уравнения, разработать новые и пересмотреть существующие процессы пластического формоизменения.

Электрохимическая обработка с использованием биполярных электродов

Розуменко И.Д.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волгин В.М.
ТулГУ, Тула

Ключевым моментом для понимания беспроводной биполярной электрохимии является то, что полюса биполярного электрода (БПЭ) ориентированы в противоположной полярности основных электродов. Ячейки для проведения биполярной электрохимической обработки могут быть сконфигурированы с учетом широкого спектра применений.

Потенциальные загрязняющие вещества, электрогенерированные на основных электродах, не мешают БПЭ из-за макромасштабной длины канала. Напряжение, приложенное между двумя основными электродами (Etot) приводит к появлению электрического поля в растворе, которое заставляет БПЭ отклоняться до равновесного потенциала (Eelec), который зависит от его положения в поле и состава раствора электролита. Поскольку электрод является проводником, его потенциал (Eelec) одинаков (или почти одинаков) везде на его поверхности. Однако межфазная разность потенциалов между БПЭ и раствором изменяется по длине из-за наличия электрического поля в растворе. Именно анодные и катодные перенапряжения, соответственно, приводят к электрохимическим реакциям на полюсах БПЭ [1]. Величины перенапряжений зависят только от двух переменных: величины Etot и длины ВПЭ. Положение на БПЭ, которое определяет границу между двумя его полюсами и, следовательно, само имеет нулевое перенапряжение, определяется как x0.

Как упоминалось ранее, величины перенапряжений изменяются по длине БПЭ, причем наибольшие перенапряжения происходят на его концах. Это в отличие от рабочего электрода в традиционной трехэлектродной конфигурации ячейки, где межфазная разность потенциалов обычно считается однородной (хотя это зависит от того, как устроена ячейка, расположения трех электродов относительно друг друга и удельного сопротивления раствора электролита) [2, 3].

Важно отметить, что неравномерность межфазных разностей потенциалов по длине БПЭ может быть весьма полезной. Например, она может быть использована для одновременного протекания реакций с различной скоростью или для синтеза материалов и тонких пленок, имеющих градуированный состав или плотность.

Биполярная электрохимия - это универсальный подход, упрощающий некоторые сложности, связанные с микро-и нанотехнологиями. В большинстве случаев, когда основное внимание уделяется электрорастворению и/или электроосаждению материалов на полюсах БПЭ, единственным требованием является применение управляющего напряжения. Неотъемлемым преимуществом биполярной электрохимии является то, что многие электроды могут быть модифицированы одновременно без прямого электрического контакта с источником питания. Тщательно выбирая экспериментальные параметры, электрохимические реакции можно легко контролировать. Таким образом, биполярная электрохимическая обработка имеет преимущества перед другими методами, поскольку она способна создавать градиенты электроосажденных материалов, а также обеспечивать средства для селективного растворения и осаждения.

Список использованных источников:

1. F. Mavr, K.-F. Chow, E. Sheridan, B.-Y. Chang, J. A. Crooks, R. M. Crooks, Anal. Chem. 2009, 81, 6218 – 6225.

2. R. H. Terrill, K. M. Balss, Y. M. Zhang, P. W. Bohn, J. Am. Chem. Soc. 2000, 122, 988 – 989.

3. J. Duval, J. M. Kleijn, H. P. van Leeuwen, J. Electroanal. Chem. 2001, 505, 1 – 11.

Исследование коррозионных свойств биосовместимых материалов

Савостин Д.С., Неруцкая А.В., Алейкина К.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва

Область биоматериалов имеет огромное значение для человечества как само существование и долголетие некоторых из менее удачливых людей, которые даже во время рождения рождаются с врожденным пороком сердца, а также для пожилого населения, которому требуются биомедицинские имплантаты для увеличить продолжительность их жизни. Пожилые люди нуждаются в помощи гериатрических врачей для лечения нескольких заболеваний, поскольку части человеческого организма долгие годы выполняли свои ожидаемые задачи и изношены. Область биоматериалов не нова, и еще 4000 лет назад египтяне и римляне использовали лен для швов, золото и железо для стоматологических применений и дерево для замены пальцев ног, но очень мало знали о проблеме коррозии. Нейлон, тефлон, силикон, нержавеющая сталь и титан были некоторыми из других материалов, которые начали использоваться после Второй мировой войны. В настоящее время благодаря доступности лучших диагностических инструментов и достижению знаний о материалах, а также о хирургических процедурах, имплантология приобрела большее значение, и биоимплантаты широко используются в стоматологии, ортопедии, пластической и реконструктивной хирургии, офтальмологии, сердечно-сосудистой хирургии, нейрохирургии, иммунологии., гистопатология, экспериментальная хирургия и ветеринария. Для изготовления биоимплантатов широко используются различные классы материалов, такие как металлы, сплавы, полимеры, керамика и композиты. Эти имплантаты сталкиваются с различными биологическими средами очень разной физико-химической природы, и их взаимодействие с тканями и костями представляет собой сложную проблему. Первым и самым важным требованием к выбору биоматериала является его приемлемость для человеческого организма. Имплантированный материал не должен вызывать никаких побочных эффектов, таких как аллергия, воспаление и токсичность, ни сразу после операции, ни в послеоперационных условиях. Во-вторых, биоматериалы должны обладать достаточной механической прочностью, чтобы выдерживать силы, которым они подвергаются, чтобы они не подвергались разрушению, и, что более важно, биоимплант должен иметь очень высокую коррозионную и износостойкость в очень агрессивной среде тела и различных условиях нагрузки, помимо усталостная прочность и вязкость разрушения. Биоматериал должен оставаться нетронутым в течение более длительного периода времени и не должен выходить из строя до самой смерти человека. Это требование, очевидно, требует минимального периода обслуживания от 15 до 20 лет для пожилых пациентов и более 20 лет для более молодых пациентов. Успех биоматериала или имплантата во многом зависит от трех основных факторов свойств (механических, химических и трибологических) рассматриваемого биоматериала биосовместимости имплантата и состояния здоровья реципиента и компетентность хирурга. Используемые в настоящее время материалы, которые были отобраны на основе вышеупомянутых критериев, хотя и хорошо функционируют в организме человека, все же, как правило, не работают в течение примерно 12-15 лет, что приводит к ревизионной хирургии для восстановления функциональности системы. Причины их отказа разнообразны, включая механические, химические, трибологические, хирургические, производственные проблемы и проблемы биосовместимости. Из всех этих проблем одной из сложных клинических проблем остается разрушение имплантата из-за коррозии. Коррозия - это процесс, при котором материалы, особенно металлы (например, углеродистая сталь, оцинкованная сталь и чугун), изнашиваются электрохимическим и химическим воздействием. Металлы имеют анодные и катодные области, а коррозия возникает в результате присутствия кислорода, воды и проводящей среды. Влияние коррозии металла на безопасность эксплуатации и надежность продукции может привести к потере ценных продуктов, серьезным авариям, гибели персонала и остановкам завода, поэтому последствия коррозии металлических конструкций

огромны. Нанесение покрытий является наиболее широко используемым методом защиты от коррозии из-за желаемого преимущества замедления проникновения воды, ионов и других коррозионных сред через органическую пленку, а также простоты нанесения.

Сравнивая стационарный и питтинговый потенциалы основных имплантируемых металлов и сплавов, можно увидеть, что для нержавеющей стали оба потенциала практически равны друг другу, что свидетельствует о высокой склонности к питтинговой коррозии. Для кобальтовых сплавов стационарный потенциал ниже потенциала пробоя, то есть разрушение оксидной пленки маловероятно, хотя и возможно в некоторых случаях. Для титановых сплавов потенциал пробоя в десять раз выше стационарного потенциала, то есть запас прочности титановых сплавов по коррозионной стойкости значительно выше, чем у сталей и кобальтовых сплавов. При оценке анодных поляризационных кривых имплантированных металлических материалов можно определить, что характер кривых свидетельствует о явном преимуществе титана и его сплавов по сравнению с нержавеющей сталью и кобальтовыми сплавами.

Изучение свойств порошка гафната европия, полученного механохимическим синтезом

Саенко А.А., Ахметов А.С.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Еремеева Ж.В.
НИТУ МИСиС, Москва

Соединения на основе оксида гафния и оксидов редкоземельных металлов обладают такими свойствами, как низкая летучесть компонентов, высокая термическая и химическая стабильность. Исходя из этого, гафнат европия (Eu2HfO5) нашел свое применение, как основной материал или легирующий компонент, в качестве высокотемпературных защитных покрытий, форм для литья лопаток газотурбинных двигателей, материала для ядерной промышленности. На первом этапе работы порошок гафната европия получали в лабораторных условиях механохимическим синтезом на планетарно-центробежной мельнице ПЦМ «Активатор-2S». Были исследованы режимы синтезирования порошка гафната европия с целью выявить оптимальный, так же изучали основные физические и технологические свойства порошка гафната европия.

Порошок гафната европия синтезировали при следующих режимах: отношение размольных тел к порошковой массе (35-45):1, частота вращения водила и барабанов 600–900 оборотов в минуту и 1000-1800 оборотов в минуту, время синтеза от 5 до 60 минут, давление аргона в барабанах 3-5 атм. После проведения механохимического синтеза порошок гафната европия подвергся рентгенофазовому анализу, в ходе которого было выявлено, что при продолжительности обработки в течение 15 минут оксид европия реагирует не полностью, а при продолжительности обработки в течение 45-60 минут происходит полное превращение исходных оксидов в нанокристаллический гафнат европия.

Порошок гафната европия, полученный механохимическим синтезом, представляет собой нанокристаллические частицы неравноосной формы размером 40-70 нм, которые объединены в агломераты размером до 300-400 нм.

Исследование строения порошка гафната европия проводили с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии. Анализ данных ПЭМ показал, что для Eu2HfO5 характерен смешенный тип строения, который состоит из полосчатой структуры, характерной для кристаллического состояния атомов, и структуры с кольцевым строением, которая характерна для аморфного состояния атомов.

Полученный механохимическим синтезом порошок гафната европия не течет, имеет насыпную плотность 1,76 г/см3, хорошо формуется при давлениях от 200 до 800 МПа, после спекания имеет остаточную пористость 15-17%.

Работа выполнена по гранту РФФИ 19-08-00273.

Исследование комплексного воздействия натрия и титана на структуру и механические свойства сплава АК12

Санников И.О.
Научный руководитель — к.т.н. Петров И.А.
МАИ, Москва

Литейные алюминиево-кремниевые сплавы являются востребованными материалами ввиду исключительно благоприятного сочетания литейных, механических и ряда специальных эксплуатационных свойств. Важную роль для повышения эксплуатационных свойств литейных алюминиево-кремниевых сплавов играет измельчение структуры. Для сплавов, имеющих сложный фазовый состав, необходимый результат достигается комплексным модифицированием, при котором разные элементы воздействуют на разные структурные составляющие сплава [1].

Анализ литературных данных показал, что для комплексного модифицирования литейных алюминиево-кремниевых сплавов (силуминов) эффективно применять поверхностно-активные элементы и элементы, создающие дополнительные центры кристаллизации. К поверхностно-активным элементам относятся щелочные и щелочно-земельные металлы (Na, K, Ba, Sr и др.). К элементам, создающим дополнительные центры кристаллизации, относятся переходные металлы (Sc, Ti, Zr и др.). Применение технологии комплексного модифицирования, оказывается эффективнее, чем использование стандартной технологии модифицирования силуминов [1,2,3].

Исходя из анализа литературных данных сделано предложение о возможности комплексного модифицирования сплава АК12 Na и Ti:

• Натрий – для модифицирования эвтектического кремния;

• Титан – для модифицирования зерен алюминиевого твердого раствора.

Исследовалось влияние Na и Ti на механические свойства сплава АК12 и его структуру. Содержание вводимых натрия и титана менялось от 0 до 0,1%. Натрий вводился с помощью стандартного флюса, состава (25% NaF + 62,5% NaCl + 12,5% KCl). Титан вводился с помощью лигатуры Al-5%Ti.

Результаты механических испытаний показывают, что при совместном введении в сплав АК12 натрия и титана относительное удлинение возрастает в среднем в 2,5 раз, а предел прочности возрастает – на 10%. Опытные сплавы, модифицированные только натрием или только титаном, имеют более низкие механические свойства по сравнению со сплавам, модифицированным комплексной добавкой натрия и титана.

Исследования микроструктуры опытных сплавов показали, что комплексное модифицирование натрием и титаном сплава АК12 приводит к более значительному измельчению структуры по сравнению с опытными сплавами, модифицированными только натрием или только титаном.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о целесообразности проведения дальнейших исследований по комплексной модифицирующей обработке литейных алюминиево-кремниевых сплавов элементами, имеющими различный механизм модифицирования.

Список использованных источников:

1. Шляпцева А.Д., Петров И.А., Ряховский А.П., Моисеев В.С. Разработка комплексного модифицирующего флюса для литейных алюминиевых сплавов. // Литейщик России. 2020. №4. С.13-17.

2. Петров И.А., Ряховский А.П., Моисеев В.С., Бобрышев Б.Л., Шляпцева А.Д. Перспективы использования углеродосодержащего материала для обработки силуминов // Литейщик России. 2016. №1 С. 28-32.

3. Моисеев В.С., Ряховский А.П., Петров И.А. Повышение эффективности модифицирующей обработки силуминов. Научно-технический журнал // Технология легких сплавов. - 2012. - № 2. - С. 94-96.

Исследование структуры свойств пористого покрытия из сплава ВТ1-0, сформированного методом прямого лазерного нанесения металла

Смирнова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гвоздева О.Н.
МАИ, Москва

Титан и сплавы на его основе благодаря хорошей коррозионной стойкости, отсутствию аллергических реакций, низкому модулю упругости и высокой удельной прочности являются наиболее перспективными материалами для изготовления имплантируемых медицинских изделий, в частности эндопротезов крупных суставов. Самый распространенный вид эндопротезирования — это тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ЭТС) в случае артроза суставов или переломами шейки бедра.

В зависимости от характера повреждения естественного сустава, возраста человека, его физиологических особенностей применяют цементный, бесцементный и комбинированный тип фиксации эндопротеза. Однако, костный цемент в определённой степени токсичен, поэтому даже людям преклонного возраста, если костная ткань состоятельна, стараются стать эндопротез безцементной фиксации.

Эндопротез с бесцементным типом фиксации устанавливаются по типу press-fit. То есть первичная фиксация заключается в его плотной посадке в костномозговой канал, а вторичная фиксация за счёт их остеоинтеграции в костные ткани. Для этого поверхность имплантата имеет специальную развитую геометрию. Её создают путём конструктивных мер, например ЭТС Сиваша или Мовшовича, или нанесением пористых покрытий методами плазменного или газотермического напыления. Перспективным является метод прямого лазерного нанесения металла 3D- прототипирования, который позволяет формировать покрытия с заданной развитость поверхности и пористостью. Однако, немаловажными свойствами таких покрытий является состояние границы раздела «Основа Покрытие» и адгезионная прочность. Поэтому цель настоящей работы заключалась в исследовании структуры и физико-механических свойств образцов из сплава ВТ6 с пористым покрытием из сплава ВТ1-0, полученным методом прямого лазерного нанесения металла.

Выявлено, что структура 3D-покрытия представлена - мартенситом, так как в процессе прямого лазерного нанесения металла протекает закалка. Структура основы представлена глобулярными частицами первичной -фазой и -фазой, сформированной в процессе деформации.

Металлографические исследования границы раздела «основа - покрытие» образца с 3D-покрытием показали наличие крупных и мелких пор, размером (7 115 мкм). Плавного перехода металла основы в металл покрытия не наблюдается.

Установлено, что доля физико-химического контакта и адгезионная прочность покрытия, нанесённого прямым лазерным наплавлением металла, составляют 15 % и 20 МПа соответственно. Такие показатели говорят, что в процессе нанесения не происходит сцепление покрытия с основой. Поэтому необходимо проведение дополнительной обработки для сращивания пористого 3D-покрытия с основой. Одним из перспективных методов может быть обратимое легирование водородом, которое будет способствовать «закрытию» мелких пор.

Оптимальные условия катодного электролитно-плазменного азотирования для упрочнения поверхности стали 45

Сокова Е.В., Бесчетникова К.И., Белов Р.Д.
Научный руководитель — к.т.н. Тамбовский И.В.
Костромской государственной университет, Кострома

Целью работы является выявление оптимальных условий катодного электролитно-плазменного азотирования для повышения твердости среднеуглеродистой стали. Катодному азотированию подвергались цилиндрические образцы диаметром 11 мм и высотой 15 мм в электролите, содержащем хлорид аммония (2,5–7,5% масс.) и аммиак (2,5–7,5% масс.), при

температуре 650–850°С и продолжительности процесса 5–30 минут. После диффузионного насыщения образцы подвергались закалке в электролите. Хлоридно-аммиачный электролит характеризуется высоким азотным потенциалом при анодном азотировании сталей [1], при этом достигаемые свойства на поверхности деталей значительно зависят от температуры, продолжительности обработки и соотношения компонентов в электролите. Катодное азотирование стали 45 в растворе хлорида аммония (5% масс.) и аммиака (5% масс.) при 750°С в течение 10 минут приводит к формированию нитридно- мартенситного слоя [2] толщиной до 80 мкм, максимальная микротвердость которого составляет 1015 HV, а общая толщина упрочненного слоя около 250 мкм соответственно. С увеличением продолжительности обработки до 20–30 минут толщина диффузионной зоны возрастает на 10–20 мкм, а максимальная микротвердость на 25 HV. При длительной обработке в результате высокотемпературного окисления на поверхности образца значительно возрастает толщина оксидного слоя, который тормозит диффузию азота в структуру стали. Изучение распределения микротвердости в поверхностном слое стали 45 после азотирования в течение 10 минут при различных температурах в электролите, содержащем 5% хлорида аммония и 5% аммиака, показало, что микротвердость 1015 HV и толщина упрочненного 250–300 мкм слоя достигаются после обработки при 750–800°С.

При понижении температуры насыщения до 650–700°С толщина упрочненного слоя уменьшается на 100 мкм, а максимальное значение микротвердости на 50 HV. После азотирования при 850°С толщина упрочненного слоя и микротвердость снижаются до 100 мкм и 950 HV соответственно, что объясняется интенсификацией высокотемпературного окисления на поверхности стали и тормозящим диффузию азота наружным оксидным слоем. При варьировании концентраций хлорида аммония (2,5–7,5% масс.) и аммиака (2,5–7,5% масс.) и азотировании образцов при 750°С в течение 10 минут установлено, что оптимальным является состав электролита, в котором содержится 5% хлорида аммония и 5% аммиака. В этих условиях достигаются максимальная микротвердость 1015 HV в азотированном слое, толщина нитридно-мартенситного слоя 80 мкм и толщина упрочненного слоя около 250 мкм. Изучение микротвердости образцов, азотированных при 750°С в течение 10 минут в электролитах с различной концентрацией компонентов показало, что максимальная микротвердость 1015 HV достигается после обработки в электролите, концентрация хлорида аммония и аммиака в котором составляет 5%. Таким образом, катодное электролитно-плазменное азотирование стали 45 следует проводить в электролите на основе хлорида аммония (5% масс.) и аммиака (5% масс.) при 750°С в течение 10 минут и с закалкой в конце процесса. Обработка позволяет увеличить микротвердость поверхностного слоя сплава в 4 раза.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10094) Костромскому государственному университету.

Список использованных источников:

1. Белкин П. Н. Электролитно-плазменное азотирование сталей / П.Н. Белкин, С.А. Кусманов // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2017 – № 7 – с. 95–118

2. Kusmanov S. A. Increasing wear and corrosion resistance of low-alloy steel by anode plasma electrolytic nitriding / S. A. Kusmanov, A. A. Smirnov, S. A. Silkin, P. N. Belkin // Surface and Coatings Technology. – 2016 – V. 307 – P. 1350–1356.

Влияние неорганических покрытий на износостойкость материалов

Сперанский К.А., Орлов А.А., Петухова О.В.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Скворцова С.В.
МАИ, Москва

Титановые сплавы приобретают все большее значение в машиностроении из-за их превосходного сочетания высокой прочности, низкой плотности и коррозионной стойкости. Титановый сплав находит широкое применение в аэрокосмической, автомобильной,

ядерной, химической, морской и биомедицинской отраслях. Сплав Ti – 6Al – 4V - широко применяемый титановый сплав, который в одиночку покрывает около половины всего мирового производства титановых сплавов. Однако известно, что сплав Ti – 6Al – 4V обладает плохой износостойкостью, что ограничивает его применение, особенно в областях, связанных с износом и трением. Сфера применения титановых сплавов несколько ограничена из-за плохой износостойкости при истирании.и условия эрозии. Молинари и др. изучали износостойкость титановых сплавов при сухом скольжении, при скольжении относительно самого себя при различных скоростях скольжения и приложенных нагрузках, чтобы подтвердить низкую износостойкость сплава к пластической деформации при низких нагрузках и плохую защиту, оказываемую поверхностным оксидом.

Известный подход к улучшению трибологических свойств титановых сплавов для повышения износостойкости заключается в выполнении модификации поверхности для повышения твердости и снижения коэффициента трения

Полировка - это признанный метод механической обработки поверхности для придания определенных физических, механических и трибологических свойств. Процесс полировки - это операция последующей обработки, при которой поверхность заготовки сжимается с помощью шарика или ролика для получения гладкой и упрочненной поверхности за счет пластической деформации неровностей поверхности. Процесс полировки улучшает сопротивление износу, коррозии и окислению. Эти улучшения можно расширить, чтобы минимизировать трение и уменьшить адгезию. Многие исследователи отмечают, что выглаживание снижает коэффициент трения и улучшает износостойкость

Титан, титановые сплавы и сплавы на основе кобальта являются предпочтительными в качестве материалов имплантатов, контактирующих с костью. Они хорошо известны своими превосходными механическими свойствами и биосовместимостью, что делает их востребованными в качестве материалов для ортопедических и дентальных имплантатов. Стойкость к коррозии титана достигается за счет образования тонкого и прочно прилегающего оксидного слоя, который пассивирует материал. Еще одним благоприятным свойством имплантатов на основе титана является их хорошая остеоинтеграция. Сплавы кобальт-хром также демонстрируют очень высокую коррозионную стойкость, поэтому они используются для долговременных имплантатов, таких как суставные и зубные протезы. Тем не менее, существует постоянный интерес к модификации поверхностей имплантатов для улучшения их адгезионных свойств и способности интеграции с тканями.

Поэтому в данной работе исследуется влияние ионно-вакуумного азотирования на износостойкость сплава ВТ20. В последнее время этот сплав используется в России вместо сплава ВТ6 (Ti-6Al-4V) для изготовления эндопротезов бедра из-за пониженной концентрации ванадия, токсичного для организма человека.

Для определения влияния ионно-вакуумного азотирования на износостойкость сплава ВТ20 были проведены триботехнические испытания роликов из этого сплава диаметром 13 мм в паре с подушками из сверхвысокомолекулярного полиэтилена. Ионно-вакуумное азотирование одной части валков проводили при 550°C в течение 60 минут, другой — при 600°C в течение 30 минут. Кроме того, ролик был протестирован в необработанном, исходном состоянии. Испытания проводились весовым методом при давлении 3 МПа. Взвешивание производилось каждые 10 000 оборотов.

Износ роликов из сплава ВТ20 в исходном состоянии, имеющих микротвердость поверхности 340HV0. 05, начинается практически сразу после начала испытаний и после 600 оборотов достигает 0,0025 г. Азотирование при 550°C в течение 60 минут, приводящее к увеличению микротвердости поверхности до 520HV0,05, позволяет полностью исключить износ после 100000 оборотов ролика. При этом износ роликов, азотированных при 600°C в течение 30 минут после того же числа оборотов, составляет 0,0002 г, несмотря на то, что микротвердость поверхности после этого режима выше по сравнению с обработкой при 550°C в течение 60 минут. Полученные результаты, вероятно, можно объяснить появлением пор в поверхностном слое нитрида после азотирования при 600°C.

Особенности моделирования литья отливок из титановых сплавов методом ЛВМ

Суслин П.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бережной Д.В.
МАИ, Москва

Ввиду хорошего сочетания технологических и механических свойств, а также высокой коррозионной стойкости, титановые сплавы и изделия из них широко применяются в самых различных отраслях промышленности. Однако, следует отметить, что из-за некоторых специфических свойств титана получение качественных фасонных отливок из титановых сплавов методом литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) становится в достаточной степени трудоёмким процессом, вследствие чего необходимо учитывать большое количество технологических факторов [1].

Поскольку титановые сплавы обладают особыми физико-химическими свойствами и высокой химической активностью в расплавленном состоянии, к условиям производства литейных заготовок из них методом ЛВМ предъявляют ряд требований:

• Создание вакуума при плавлении и заливке расплава в литейную форму, а также затвердевании отливки;

• Использование материалов форм с повышенной химической инертностью к расплаву титана (или применение специальных мероприятий для повышения их химической инертности);

• Заливка расплава и формирование отливок под действием центробежных сил из-за сравнительно невысокой жидкотекучести титановых сплавов, необходимости быстрого затвердевания отливки в форме и невозможности обеспечить высокий перегрев жидкого металла при вакуумной дуговой гарнисажной плавке;

• Применение центробежной заливки расплава и высокий градиент температур между отливкой и формой требует обязательного использования опорного наполнителя для предотвращения разрушения формы.

Для минимизации производственных расходов на изготовление пробных партий отливок и сокращения времени и трудоемкости проектирования технологического процесса с учетом технологии литья, физико-химических свойств сплава и материала формы, сегодня во всем мире успешно применяются системы компьютерного моделирования (СКМ), позволяющие выполнять расчеты формирования фасонных отливок любой конфигурации. Однако, далеко не все СКМ литейных процессов имеют возможность учесть все необходимые особенности производства титановых отливок методом ЛВМ. Наиболее полно это позволяет сделать программный комплекс ProCAST компании ESI Group.

ProCAST является прогрессивной профессиональной СКМ, которая позволяет моделировать литейные процессы на основе построения сеточной модели методом конечных элементов. С помощью данного программного комплекса можно моделировать практически любой из всех известных на настоящий момент вариантов литейных технологий (в том числе и получение отливок из титановых сплавов методом ЛВМ) [2]. Удобные инструменты в СКМ ProCast позволяют на основе 3D модели отливки непосредственно в самой программе создавать тетрагональные сетки оболочковой формы и опорного наполнителя. Также имеется возможность задать необходимое разряжение в полости формы и учесть теплоотвод от формы излучением (с учетом возвратных тепловых потоков, получаемых отражением от стенок заливочной камеры плавильной установки). В СКМ ProCAST включена достаточно объемная термодинамическая база данных со свойствами материалов [3], включая титановые сплавы, а также можно определять свойства материалов в зависимости от их химического состава. Специальный расчетный модуль позволяет в СКМ ProCAST проводить моделирование с учетом действия центробежных сил, как при заполнении расплавом полости формы, так и при кристаллизации отливки.

Исходя из вышесказанного, именно СКМ ProCAST была выбрана для анализа характера заполнения и кристаллизации процесса литья титановых отливок при проектировании

технологических процессов и их изготовления в рамках написания магистерской диссертации.

Список использованных источников:

1. Производство фасонных отливок из титановых сплавов. Братухин А.Г., Бибиков, Е.Л., Глазунов С.Г., Моисеев В.С., Надежин А.М., Неуструев А.А., Ходоровский Г.Л., Шитов В.М., Ясинский К.К. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ВИЛС, 1998. - с.

2. Руководство пользователя ProCAST. Версия 2007. ESI Group, 2007 — 593 с.

3. Колтыгин А.В., Баженов В.Е., Фадеев А.В. Совершенствование технологии литья крупногабаритных деталей авиационных двигателей из сплава ВТ20Л с использованием методов компьютерного моделирования // «Цветные металлы». – 2015 г., № 5, с. 21-25.

Причины локализации деформации при горячей сортовой прокатке прутков из титанового сплава Ti-6Al-7Nb

Тоюшева Д.Д.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.

УрФУ, Екатеринбург

Титановый сплав Ti-6Al-7Nb разрабатывался как альтернатива высокопрочному сплаву ВТ6. Однако наличие в сплаве ниобия вместо ванадия позволило решить несколько задач. Ванадий был признан недостаточно биосовместимым с организмом человека, поэтому возник сплав, не содержащий ванадий. Таким образом, сплав оказался в числе материалов медицинского назначения для изготовления имплантатов. Для получения мелкозернистой глобулярной микроструктуры горячую деформацию осуществляют при температуре ниже температуры полиморфного превращения Тпп. С целью оптимизации свойств, применяют методы накопления деформации и термической обработки [3,4].

Для анализа ситуации, возникающей при горячей сортовой прокатке сплава, выявлено наличие кривых упрочнения [5], описывающих поведение материала в диапазоне скоростей деформации 0,001…10 с-1. Все кривые имеют вид экстремальных функций.

Важным аспектом является наличие максимума, что свидетельствует о том, что выше степени деформации 0,1 начинает преобладать эффект разупрочнения. В результате возникает явление размягчения сплава именно в тех областях, которые сильно деформированы. Это явление противоположно феномену упрочнения металла при холодной деформации. В принципе можно показать, что эффект упрочнения приводит к выравниванию деформации по объему заготовки. Действительно, если какая-то область металла оказывается деформирована сильнее другой, то энергетически выгоднее становится переход деформации в менее нагартованную область, и в результате деформации выравниваются.

При разупрочнении наоборот: в тех областях, где деформация большая, она еще больше увеличивается, а реально это приводит к ее локализации. Эффект продемонстрирован в статье [6] на примере других титановых сплавов. В работе [7] приведены распределения деформаций при прокатке титанового сплава в различных условиях деформации и показано наличие первичной неоднородности этих распределений.

Структура металла в сечении резко изменяется, по существу, без всяких переходных зон. Это свидетельствует о наличии большого градиента деформации. Тем самым показано влияние вида кривой упрочнения на эффект локализации деформации.

Критичности при изготовлении крупногабаритных деталей ракет методом штамповки взрывом

Уразбахтин В.Ф.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Уразбахтина А.Ю.

ВФ ИжГТУ, Воткинск

Штамповка взрывом (ШВ) относится к высокоскоростным типам механической обработки, в которой скорость процесса находится в пределах 50-400 м/сек.

Обычно ШВ, в которой используется взрывной заряд массой менее 3 кг, проводится в бассейне. В остальных случаях штамповка выполняется на наземных установках.

В первом случае заряд устанавливается над заготовкой и затем производится подрыв заряда. Возникающая при этом ударная волна изменяет форму заготовки в процессе вдавливании внутрь заглубленного фундамента.

В ходе создания крупногабаритных деталей ракетной техники возникают ситуации, развитие которых может привести к нарушению технического процесса изготовления и получению поковок с нерасчетными характеристиками.

Считаем, что эти ситуации создают критичности.

Сущность критичностей, возникающих при ШВ, состоит в следующем.

1. Если скорость штамповки достигает предельного значения, то относительное удлинение материала поковки становится равным нулю. В этом случае вместо пластической деформации происходит хрупкое разрушение материала. Развитие этой ситуации связано с появлением локальной деформации в ходе деформирования заготовки. Локальное развитие деформации приводит к местному утонению материала. Эту критичность можно избежать, если скорость движения ударной волны в момент соприкосновения с заготовкой не будет превышать предельно возможное значение скорости движения зерен внутри материала заготовки. Именно в этом случае будет происходить пластическое деформирование по всему объему материала заготовки. Причины достижения такой скорости движения ударной волны могут быть следующие:

а) размер и вес взрывного заряда оказывается чрезмерно большим;

б) неудачный выбор формы взрывного заряда при его изготовлении;

в) расстояние между взрывным зарядом и поверхностью пуансона чрезмерно близкое;

г) большое смещение установленного взрывного заряда в отдельных направлениях относительно плоскости поверхности пуансона.

2. Прочность матрицы при взаимодействии с ударной волной, возникшей при взрыве заряда, оказывается недостаточной для того, чтобы успешно сопротивляться ей. Другими словами, происходит ее деформирование, которое приводит к появлению нерасчетных геометрических параметров поверхностей штампуемой заготовки.

3. Заряд не осуществил процесс детонации в расчетное время и взрыв не произошел. В таком случае создаются угрозы для безопасности обслуживающего персонала, определяющих причину отсутствия запуска детонации, а также для целостности частей системы в процессе перемещения заряда при его изъятии.

ШВ с использованием бассейна может сопровождаться следующими критичностями.

1. Прочность обшивки бассейна недостаточна, чтобы выдержать ударную волну от взрыва заряда. Возникновение нерасчетных деформаций приводит к изменению геометрических параметров среды. В таком случае в процессе ШВ происходит изменение характеристик ударной волны и хода развития технологического процесса изготовления последующих деталей.

2. При взрыве происходит выплескивание жидкости из бассейна. Это приводит к уменьшению объема жидкости внутри бассейна, изменению режима распространения ударной волны, и, в конце концов, к нарушениям технологического процесса изготовления деталей.

3. Из-за накопленных повреждений внутри гидроизоляции при взаимодействии воды и ударной волны происходит пробой, в результате которого жидкость начнет проникать внутрь фундамента установки. В ходе развития этой критичности изменяются такие параметры среды, находящиеся в полости под заготовкой, как плотность и объем воздуха. Эти изменения приводят к отклонениям расчетных характеристик при изготовлении поковки.

При проведении ШВ с помощью наземной установки с бронекамерой ожидается появление следующих критичностей.

1. Из-за недостаточной прочности бронекамеры при сопротивлении ударной волне, возникающей при взрыве заряда, возникают такие деформации, что нарушаются условия работы системы технологического процесса изготовления деталей.

2. Разрушение подшипников внутри оси вентилятора или искривление его лопастей могут нарушить режим подачи потока воздуха в трубопровод и внутрь бронекамеры. К подобным нарушениям может привести, например, деформация форсунок на выходе из трубопровода. Действия этих факторов приводит к изменениям структуры пузырьковой завесы - формы и количества пузырьков воздуха. Они приведут к снижению степени защиты стенок бронекамеры и возникновению деформаций стенок при взрыве заряда.

Итак, появления критичностей в системе технологического процесса ШВ, приводят к получению деталей с нерасчетной формой и недостаточной точностью изготовления.

Безусловно, рассмотрены не все критичности, но самое главное, существует реальная возможность их появления и отрицательное действие на качество получения поковок. Считаем, что своевременное выявление, последующее принятие мер по предотвращению критичностей позволит повысить качество изготавливаемых деталей и повысить долговечность используемого оборудования.

Влияние эрбия на структуру и механические свойства алюминиевых литейных сплавов

Фозилов Т.Т.
Научный руководитель — к.т.н. Петров И.А.
МАИ, Москва

Важную роль для повышения эксплуатационных свойств алюминиевых литейных сплавов играет измельчение структуры. Для сплавов, имеющих сложный фазовый состав, необходимый результат достигается легированием или комплексным модифицированием, при котором разные элементы воздействуют на разные структурные составляющие сплава [1].

Анализ зарубежной и отечественной литературы показал, что проанализированные РЗЭ повышают уровень механических свойств различных силуминов. Согласно полученным данным наиболее перспективным и интересным редкоземельным элементом является Er [2].

В настоящей работе изучена возможность применения Er для измельчения структуры и повышения механических свойств некоторых литейных алюминиевых сплавов: АК7ч и АК12.

В ходе эксперимента было установлено, что при введении 0,3 % Er оказывает влияние на механические свойства исследуемых сплавов без термической обработки: для сплава АК7ч (σв–190Мпа; δ–2,9%) и для сплава АК12 (σв–155Мпа; δ–4,8%). Однако после ТО исследуемых сплавов механические свойства возросли и превышают требования ГОСТ 1583: для сплава АК7ч (σв–285Мпа; δ–7,0%) и соответственно для сплава АК12 (σв–173 Мпа; δ–6,7%).

Анализ микроструктуры исследуемых сплавов показал, что при добавлении Er в расплаве образуется фаза Al3Er, которая представляет собой игольчатую структуру в термически необработанном состоянии. При термообработке большая часть фазы Al_3Er облагораживается и равномерно распределяется по матрице. При добавлении Er видоизменяется форма и размер частиц эвтектического кремния, а также наблюдается измельчение α–Al. После термообработки можно заметить измельчение фазы β–Al_5FeSi и её облагораживание. Это говорит об эффективности использования эрбия, потому что в не обработанных силуминах термообработка не влияет на интерметаллидные фазы, содержащие железо.

В настоящей работе установлено, что редкоземельный элемент–эрбий оказал положительное влияние на структуру и механические свойства сплава АК7ч и АК12. Главную роль в повышении показателей механических свойств исследуемых сплавов играет фаза Al_3Er.

Список использованных источников:
1. Шляпцева А.Д., Петров И.А., Ряховский А.П., Моисеев В.С. Разработка комплексного модифицирующего флюса для литейных алюминиевых сплавов // Литейщик России. 2020; №4 с. 13-17.
2. Wanq Q., Zhao G., Zhang R.Y., Shi Z.M. Effects of erbium modification on the microstructure and mechanical properties of A356 aluminium alloys // Materials Science & Engineering A, 2014.

Влияние технологических факторов на свойства магниевых сплавов

Фролов В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бобрышев Б.Л.
МАИ, Москва

В развитии новых областей современной техники значительную роль играют физические, химические и технологические свойства применяемых металлических материалов. Важнейшее место среди таких материалов занимают сплавы на основе магния, обеспечивающие сочетание малого удельного веса, высокой вибрационной стойкости и прочностных свойств, высокой теплоемкости. Поэтому их использование позволяет создать более легкие конструкции, при этом увеличить стойкость, быстроходность и долговечность различных механизмов и машин. Именно магниевые сплавы помогают достичь повышения технического уровня и эксплуатационной надежности, предъявляемых в таких важных отраслях промышленности, как: машиностроении, самолетостроении и ракетостроении.[1]

При литье крупногабаритных корпусов температура заливки изучалась в диапазоне 730 – 760°С. Температура заливки практически не влияет на механические свойства сплава. Полученные данные позволяют рекомендовать производить заливку при температурах, близких к нижнему пределу, рекомендованного НТД интервала, т.е. 730-740°С. Повышение температуры заливки не приводит к какому-либо существенному изменению свойств, однако может привести к повышенной окисляемости сплава, возможности загрязнения продуктами взаимодействия с газовой защитной средой. Время заливки расплава в кокиль зависит от таких факторов, как температура нагрева кокиля, температура заливки, толщина слоя прокаленного магнезитового фильтра и др. Данный параметр труднее всего поддерживается на постоянном уровне. Анализ показал, что при увеличении времени заливки сплава более чем рекомендованное в заводской технологии приводит к неизбежному браку в отливках. Снижение уровня механических свойств наблюдается при времени заливки более 1 минуты 40 секунд для отливок массой 200 кг. Более медленное заполнение формы (1,5 – 2 мин) приводит к образованию дефектов микрорыхлоты и связана с нарушением технологического процесса, которая может быть вызвана либо частичным разрушением песчаного стояка, либо нарушением величины градиента нагрева кокиля.

Следует тщательно поддерживать все параметры, определяющие время заливки на постоянном уровне, обеспечивающем заданное время заливки. Особую важность при литье массивных отливок является обеспечение заданного градиента нагрева кокиля и градиента распределения температуры по высоте кокиля, так как они существенно влияют на свойства магниевых сплавов в отливках. Из анализа полученных данных можно сделать вывод, что даже незначительные нарушения в определенных заводской технологией параметрах нагрева кокиля и, особенно, градиента распределения температур по высоте кокиля приводят к возникновению дефектов типа микрорыхлота и резкому снижению свойств. Максимальный уровень свойств получается в случаях, если градиент между средней и верхней зонами кокиля составляет от 70 до 100. При превышении этих значений происходит окисление верхней части отливки.

Список использованных источников:
1. 1. Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов.

Согласование характеристик структуры и конструкционной прочности титановых сплавов мартенситного и переходного классов

Фролова А.Б., Муратаев Т.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Титановые сплавы мартенситного и переходного классов широко используются в производстве элементов авиационной техники и собственно деталей компрессора, реверса и др. составляющих ГТД благодаря, их эффективной весовой отдачи и конструкционной прочности сплавов (КПС) [1-6].

В докладе обобщаются результаты анализа состава, структуры и свойств сплавов мартенситного и переходного классов соответственно: ВТ6пч, ВТ8, ВТ25 и ВТ22 по вариантам различных технологических состояний [7-10]. Изложены закономерности согласования характеристик структуры соотношения фаз α/αп (соотношение размеров исходной и превращенной низкотемпературной αп–фазы) и показателей КПС — истинной диаграммы деформирования SK, m(0), ψ и ЕК и трещиностойкости КIC. Структура зависит от вида упрочнения и степени рекристаллизации сплавов ВТ6пч, ВТ8, в сплаве переходного класса ВТ22 – зависит от режимов мягкой закалки, двойного или изотермического отжига. Она состоит из низкотемпературной с разной степенью рекристаллизации, формы и размеров α–фазы и высокодисперсной αп–фазы, превращенных α1 и α11 – мартенситов разной дисперсности. Характеристики сплавов меняются в широком интервале значений от вариантов состояний металла: α/αп — до 5,5 раз, ψ — до5,4 раз, модуля Ильюшина (ЕК) — до 5 раз, критического коэффициента интенсивности напряжений (КIC) — до 2-х раз. Установлена линейная связь ЕК от α/αп и степенные зависимости: сопротивления отрыву и коэффициента деформационного упрочнения – соответственно – от /SK, m(0)/, КIC и относительного сужения ψ или запаса пластичности (ef) – от α/αп.

Полученные зависимости позволяют улучшить служебные свойства титановых сплавов, обосновать эффективную технологию их переработки путем использования предложенных критериев КПС, способствуют сокращению времени совершенствования и экспериментального подтверждения технологических решений, сроков доводки узлов ГТД.

Список использованных источников:

1. Братухин А.Г., Погосян М.А., Тарасенко Л.В. Конструкционные и функциональные материалы современного авиастроения. М.: МАИ, 2007. — С. 301.

2. Муратаев Ф.И., Мухамадеев И.М. Закономерности структурных состояний и характеристик конструкционной прочности штамповок титанового сплава // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2. — С. 46-52.

3. Муратаев Ф.И., Махмутянов А.Н., Муратаев Т.А. Превращения титановых сплавов в лазерном пятне при ударном упрочнении // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020 №2. — С. 57-62.

4. Муратаев Ф.И., Загидуллин А.Д., Данилов Е.В. Ранжирование характеристик конструкционной прочности для прогнозирования циклической долговечности сплавов при термосиловом нагружении: Материалы 11-й Всерос. конф. по испытаниям и исследованиям свойств материалов «Тест Мат», г. Москва, 2019. М.: ВИАМ, 2019. — С. 221–235.

5. Муратаев Ф.И., Мухамадеев И.М. Металлография коррозионного растрескивания сталей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020. Т. 76. №3. — С. 55-49.

6.Колесников Д.Н., Муратаев Т.А., Мухамадеев И.М. Ранжирование характеристик конструкционной прочности материалов турбокомпрессоров для обоснования технологий и материалов // В материалах МНК «Гагаринские чтения» Сборник трудов, Москва Институт проблем механики АН РФ. М.: 2020. — С. 79-82.

7. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Исследование повреждаемости металла дисков компрессора ГТУ // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. — С. 31-35.

8. Муратаев Ф.И., Клабуков М.А. Особенности лазерного ударного упрочнения сталей и титановых сплавов // Вестник КГТУ им.А.Н. Туполева. 2012 №4. — С. 82-84.

9.Муратаев Ф.И., Жаржанази М.А. Обеспечение конструкционной прочности титановых сплавов по критериям предельной пластичности и сопротивления усталости // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2013 №1 — С. 50-54.

10. Муратаев Ф.И., Хакимов С.Ш. Обоснование соотношений микроструктуры и свойств титановых сплавов для задач прогнозирования сопротивления усталости. // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2014 №4. — С. 110-114.

Возможность применения метода определения анизотропии механических свойств алюминиевых сплавов в поляризованном свете для экспресс-анализа

Чаплыгин К.К.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.

Самарский университет, Самара

Операции контроля механических свойств являются важными промежуточными этапами при производстве готовой металлической продукции и полуфабрикатов. У изделий необходимо определять такие параметры как предел текучести, прочности, относительное удлинение и сужение, ударную вязкость, твердость, а также химический состав.

При проведении испытаний листового проката необходимо учитывать и анизотропию свойств листа. На производстве это достигается путем определения механических свойств при испытании на растяжение образцов, изготовленных вдоль и поперек проката и их дальнейшем сравнении. Данные об анизотропии важны не только при испытании листов, но и более мелких изделий, а также при проведении экспертиз. Зачастую для данного вида объектов стандартный метод на растяжение не применим и применяются другие методы. Среди них существуют методы различной природы: тепловые, акустические, электрические.

Помимо приведенных выше способов, анизотропию можно наблюдать и оптическими методами. При травлении алюминиевых сплавов оксидной пленке, образующейся на поверхности, из-за двойного лучепреломления в поляризованном свете, можно наблюдать различные цвета, которые в свою очередь зависят от кристаллографической ориентации самого зерна. Эти цвета напрямую зависят и от механических свойств, поскольку те, в свою очередь также зависят от кристаллографической ориентации [1].

В данной работе предлагается использовать ранее разработанную методику определения кристаллографической ориентации в поляризованном свете [2], как метод экспресс-анализа анизотропии, а так же как способ определения анизотропии при недостатке материала, поскольку для осуществления данного метода необходим будет только металлографический шлиф. Данный метод менее затратен, поскольку не требует сложного оборудования, а так же прост в своем исполнении.

При проведении экспертиз после аварий, а так же для установления причин того или иного инцидента, в условиях ограниченности в материалах, метод определения анизотропии механических свойств в поляризованном свете также может быть применим для получения необходимой информации.

Список использованных источников:

1. Анисович, А.Г. Применение поляризованного света в анализе металлов и сплавов [Текст] / А. Г. Анисович // Литье и металлургия - 3(67) - 2012. - С. 146-151

2. Воронин, С. В. Методика определения кристаллографической ориентации зерен алюминиевого сплава АД1 в поляризованном свете [Текст]/ С.В. Воронин, К.К. Чаплыгин // Вестник МАИ. 2018. - Т. 25. № 1.- С. 202-208.

Оценка эффективности влияния термической обработки при определении сварочных напряжений

Шабалин Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

При сварке плавлением конструкционных и специальных аустенитных сталей наряду с прочими ограничениями свариваемости [1-3] требует своего решения проблема возникновения высоких остаточных (сварочных) напряжений. Они даже в качественно выполненных сварных соединениях (СС) например: в зоне термического влияния (ЗТВ) могут достигать значений выше условного предела текучести (σ0,2) [4-6]. В работе приводится обоснование по практическому определению сварочных напряжений (СН) и деформаций стальных образцов путем измерения твердости и по данным построения диаграммы деформирования в сравнении с результатами тензометрирования участков сварных соединений. Выявлены достоинства и недостатки 3-х рассмотренных методов с позиций возможности и адекватности определения СН различных участков СС.

Определение эффективности снижения и определения сварочных напряжений в образцах сталей различной свариваемости (в том числе удовлетворительной и ограниченной) методом измерения твердости, состоит в переводе измеренных значений твердости на участках: сварного шва, ЗТВ и основного металла СС в показатели временного сопротивления – (HRB - HB - σв). Сопоставляются разности соответствующих значений σв на отдельных участках СС: основного металла, шва и ЗТВ, полученных в образцах подвергнутых и не подвергнутых термической обработке: $\Delta\sigma = \sigma в - \sigma вТ$. При выполнении условия $\Delta\sigma в=0$ значения СН данного участка СС по величине признаются упругими ($\sigma СВ < \sigma 0,2$), а при условии $\Delta\sigma в >0$, определяются по выражению: $\sigma СВ = \Delta\sigma в + \sigma 0,2$, где условный предела текучести (σ0,2) определяется опытным путем, либо берется по справочникам. При этом: необходимо учитывать влияние использованного вида термической обработки, отпуска или нормализации, позволяющие снизить величину СН соответственно: на 60 или 95%.

Определяется, также эффективность снижения СН СС термической обработкой после сварки на основе определения фактических значений условных пределов упругости (σ0,05) и сопоставлением (разностью) значений образцов СС термообработанных и без термической обработки. При выполнении условия $\Delta\sigma 0,05=0$ значения СН данного участка СС по величине признаются упругими ($\sigma СВ<\sigma 0,2$), а при условии $\Delta\sigma 0,05 >\sigma 0,2$, определяются по выражению: $\sigma СВ = \Delta\sigma 0,05 + \sigma 0,2$, где условный предела текучести (σ0,2) определяется опытным путем, либо берется по справочникам.

Полученные результаты иллюстрируют возможность определения сварочных напряжений и деформаций СС простыми и доступными косвенными методами в т.ч. и различных участков сварных соединении – методом измерения твердости.

Список использованных источников:

1. Муратаев Ф.И. Типовые и деградационные признаки микроструктуры сварных соединений конструкционных и специальных сталей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2013. № 2. Выпуск. 3. С. 84–89.
2. Горицкий В.М. Диагностика металлов. - М.: Металлургиздат, 2004.-408 с.
3. Муратаев Ф.И., Мухамадеев И.М. Металлография коррозионного растрескивания сталей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020. Т. 76. №3. С. 55-49.
4. Муратаев Ф.И., Загидуллин А.Д. Обеспечение стойкости сварных соединений аустенитных сталей к межкристаллитной коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2019. №2. С. 45-50.
5. Муратаев Ф.И., Клабуков М.А., Муратаев А.Ф. Деградация состава и структуры сталей и сварных соединений змеевиков парообразования в условиях химической и электрохимической коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. С. 44-49.

6. Николаев Г.А.. Винокуров В.А. Сварные конструкции. Расчёт и проектирование. Учебник для вузов.- М.: Высшая школа 1990.-446с.
7. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Адаптация состава, структуры, свойств металла и сварных соединений теплообменников к сопротивлению высокотемпературной газовой коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2015 №3. С. 119-125.
8. Ф.И. Муратаев, А.Ф. Муратаев Структура и свойства конструкционной стали после длительного перегрева // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016, №3. С. 82-86.
9. Муратаев Ф.И., Галимов Э.Р. Ранжирование технологий по предельным характеристикам жаропрочных сплавов в задачах импортозамещения. В материалах Международной НТК «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018». Ч. 1. – Казань: Фолиант, С 356-360.
10. Murataev F.I., Gorbunov A.V. / Consistency of interlayer formation in welded bimetal copper-aluminum // European Researcher, Series A. 2012. № 11-1 (33). P. 1838-1842.

Исследование морфологии, структуры и технологических свойств порошка из сплава ВТ23 для прямого лазерного выращивания

Шабанова А.В., Александров А.А., Кубасова В.А.
Научный руководитель — к.т.н. Сентюрина Ж.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Прямое лазерное выращивание (ПЛВ) – перспективная технология аддитивного производства, основанная на прямом подводе энергии и материала в зону построения. В процессе ПЛВ изделие формируется послойно из металлического порошка, подаваемого струей сжатого газа непосредственно в зону воздействия лазерного излучения. При этом лазерная головка, совмещённая с системой подачи порошка, перемещается по траектории, соответствующей поперечному сечению изделия. Таким образом, технология ПЛВ позволяет изготавливать изделия сложной геометрии по предварительно заданной 3D-модели.

По сравнению с аддитивными технологиями группы «синтез на подложке» (СЛС, СЭЛС) метод ПЛВ имеет ряд существенных преимуществ, в том числе, меньшая материалоемкость (нет необходимости заполнять порошком всю область построения), высокая производительность процесса и возможность изготавливать крупногабаритные объекты. Кроме того, метод ПЛВ позволяет сочетать несколько материалов в конструкции одного изделия, в том числе создавать градиентные и биметаллические материалы с уникальными свойствами.

Расширение спектра отечественных материалов, используемых в ПЛВ- производстве, является стратегически важным направлением научно-технического и технологического развития. В авиационной и ракетно-космической отрасли титановые сплавы являются одними из наиболее востребованных материалов, что обусловлено их высокой удельной прочностью, хорошей жаропрочностью и коррозионной стойкостью. Использование технологии ПЛВ в сочетании с возможностями бионического дизайна позволит снизить вес конструкций из титановых сплавов, а также улучшить их функциональные характеристики.

При разработке технологии ПЛВ следует учитывать, что на качество изделия влияют не только технологические параметры производства, но и качество исходных порошковых материалов, к которым предъявляется ряд требований по морфологии, гранулометрическому составу и технологическим свойствам. Целью данной работы являлась подготовка и всестороннее исследование порошка титанового сплава марки ВТ23, полученного методом плазменного центробежного распыления для процесса ПЛВ. Сплав ВТ23 применяется в конструкциях ракетной, космической и авиационной техники для изготовления шаробаллонов, днищ, лонжеронов, балок, шпангоутов и других силовых деталей, работающих при температуре до 500 °С.

В ходе проведения исследований определены следующие характеристики: морфология порошковых частиц и характерные дефекты, концентрация газовых примесей, гранулометрический состав, микроструктурные особенности, текучесть и насыпная плотность. Гранулометрический состав исходной партии порошка составил 63-140 мкм. Концентрация примесного кислорода не превышала 0,2%. Морфология порошков преимущественно сферическая, однако в объеме порошка обнаружены чешуйки и спеки, что оказало негативное влияние на технологические свойства. Текучесть исходной партии порошка составила 32 сек. После дополнительной обработки партии порошка с целью разбиения агломератов и сужения гранулометрического состава до 63-100 мкм с целью отделения дефектных частиц в форме чешуек, текучесть порошка составила 24,8 сек.

Таким образом, в ходе выполнения работы подготовлена партия порошкового материала для ПЛВ со свойствами, удовлетворяющими требованиям процесса. Дальнейшие работы будут направлены на разработку режимов ПЛВ, в ходе которой на пластины из титанового сплава ОТ4 будут наплавлены единичные треки и образцы кубической формы. По результатам исследования микроструктуры, пористости и фазового состава экспериментальных образцов будет определен оптимальный режим ПЛВ.

Применение CO2 лазера для обработки Cu

Шамсиев М.Р., Дронь А.О.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Лазеры передают энергию на заготовку в виде света, чаще всего в ближней инфракрасной области спектра. Отражающие металлы (например, медь) обычно поглощают лишь небольшую часть ИК-лазерного излучения и создают проблемы для ИК-лазеров с отраженным излучением. Только около 2% лазерной энергии может быть использовано для нагрева меди во время ИК-лазерной обработки. [1]

Для инициирования процесса требуется высокая интенсивность, а поглощение лазерного излучения медью при комнатной температуре очень низкое.

Поглощение инфракрасного лазерного излучения увеличивается до 20% (или более) за счет повышения температуры меди до точки плавления, но этот процесс трудно контролировать. Первоначально этот процесс требует высокой интенсивности, но при повышенном поглощении, материал может перегреваться. Глубокое плавление проблематично, особенно на низкой скорости, возникают дефекты. Из-за характерного поверхностного натяжения и вязкости меди по сравнению со сталью, ванна раслава не очень стабильна.

Важнейшей особенностью работы с медью является то, что медь обладает высокой теплопроводностью, поэтому размер пятна лазерного излучения должен быть небольшим, а мощность-высокой. Только при соблюдении параметров скорости и мощности луча можно добиться качественно гладкой резки, чтобы края готового медного изделия не деформировались.

Среднее значение пятна для CO2 лазера приблизительно 10 нм.

Для обработки тонколистовой меди также используются лазерные установки с зеленым цветом излучения, из-за высокого коэффициента поглощения. Это могут быть следующие лазерные установки: твердотельный Nd:YAG, газовые лазеры на основе аргона, а также полупроводниковые.

При работе CO2 лазера коэффициент поглощения очень маленький, (около 2%), поэтому из этого материала можно делать защитные кожухи лазерных установок.

Подведем итоги, CO2 лазеры используются для обработки меди в связи с высокой мощностью излучения, вплоть до десятка МВт, что позволяет нивелировать крайне низкий коэффициент поглощения. С повышением температуры этот коэффициент увеличивается до 29%.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020 (номер темы fzsu-2020-0020).

Список использованных источников:

1. Проблемы лазерной сварки меди были преодолены благодаря появлению мощных импульсных зелёных лазеров // ЛазерИнформСервис URL: http://laseris.ru/news/kklj (дата обращения: 16.12.2020).

2. Absorption wavelength spectrum for different materials // ENDURANCE URL: https://endurancelasers.com/absorption-wavelength-spectrum-for-different-materials/ (дата обращения: 20.12.2020).

Достижения в пайке термоэлемента сплавом на основе цинка

Шаргаев Е.О.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.

МАИ, Москва

Термоэлектрический преобразователь на основе модуля Пельтье представляет собой термоэлектрический холодильник [1], состоящий из последовательно соединенных полупроводников p и n - типа, образующих p - n и n - p переходы.

В настоящее время при пайке термоэлектрических модулей используют различные низкотемпературные припои. Наиболее распространенными легкоплавкими припоями являются сплавы на основе олова: Sn - Sb (Тпл. = 230°C) и Sn - Au (Тпл. = 280°C). Температура деструкции полупроводникового материала составляет около 560°C. Поэтому еще имеется запас по температуре припоя для увеличения рабочей температуры термоэлектрического модуля. Однако подходящих сплавов припоев для указанных материалов с температурами плавления более 300°C нет кроме припоев на основе цинка.

Результаты данного исследования позволяют соединить термоэлементы цинковым припоем - Zn - 4 % Al, а также повысить температуру их работы [2].

Для исследования были получены образцы термоэлектрического элемента состава Bi - Sb - Te, с нанесённым антидиффузионным барьерным покрытием из никеля и олова, и иммерсионным золотым покрытием. Алюминиевое покрытие на исходные образцы наносилось газодинамическим методом, толщиной 40 мкм.

В качестве припоя была взята фольга из сплава Zn4Al толщиной 200 мкм. Из фольги вырезались закладные элементы в виде квадратов размером 4 х 4 мм. Пайка осуществлялась в вакуумной печи в атмосфере аргона и нагреве от 420°C до 480°C. Перед напуском аргона камера вакуумировалась до остаточного давления 1,3 Па. Приложение давления осуществлялось размещением груза определенной массы на шток. Величина давления на образец составляла 1,7 МПа. При таком давлении не происходит деформации образца при температурах до 500°C.

После пайки образцы разрезали и приготавливали шлифы для металлографических исследований. Металлографические исследования структуры полученных соединений и распределения элементов проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA 3 SBH с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford Instruments Advanced AZtecEnergy.

Определено, что соединение, с помощью бесфлюсовой пайки, припоем Zn - 4 % Al возможно в интервале температур 440 - 480°C с приложением давления, которое разрушает оксидные пленки и позволяет достичь плотные равномерные швы.

Отсутствие Al покрытия приводит к растворению припоем Ni/Sn покрытия и приводит к разрушению полупроводникового материала во всем диапазоне температур.

Толщина Al покрытия должна быть не менее 40 мкм для достижения стабильности швов при температурах пайки 440-480°C.

Повышение температуры пайки приводит к уменьшению слоя припоя в паяном шве и выдавливанию его на периферию образца.

Список использованных источников:
1 Riffat, S.B., Ma, X., “Thermoelectrics: a review of present and potential applications,” Applied Thermal Engineering, Vol. 23, No. 8 (2003), pp. 913-935.
2 Пайка термоэлектрического модуля сплавом на основе цинка. Пашков И.Н., Шаргаев Е.О., Базлова Т.А., Баженов В.Е. Сварочное производство. 2020. № 1. С. 30-35.

Особенности литья магниевых сплавов в песчаные формы

Шашлов Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Моисеев В.С.
МАИ, Москва

Литье в разовые песчаные формы является одним из самых распространенных способов получения заготовки деталей во многих отраслях промышленности [1]. Данный способ является одним из самых дешевых, обладает высокой производительностью и возможностью полностью автоматизировать рабочий процесс.

Для литья цветных сплавов, зачастую, используют расширяющуюся литниковую систему. Она позволяет расплаву спокойно заполнять полость формы без разбрызгивания и окисления. [2]

Рассмотрим пример с литьем магниевых сплавов в разовые песчаные формы.

Для приготовления расплава из магния используют электропечи сопротивления или индукционные печи со съемными литыми тиглями.

Магниевые сплавы имеют свои особенности при литье. Например, нужно учитывать, что при перегреве расплава на 15-20°С от температуры плавления (680°С для чистого магния и 650°С для сплавов магния), магний начинает самовоспламеняться. Ввиду этого плавку необходимо вести в среде защитных газов, в частности гексафторида серы. [3]

Перед заливкой расплава необходимо провести дегазацию расплава. На струю заливаемого расплава, в небольшом количестве, сыпется сера для создания защитной атмосферы.

Что касается литниково-питающей системы, то характерным для магниевого сплава является стояк, который выполняется в пластинчатой форме. Так же, в литниково-питающей системе используются сетчатые фильтры. Их располагают в основании стояка в каналах литниково-питающей системы.

Для небольших и средних отливок используют нижнюю литниковую систему, для крупных - вертикально-щелевую или комбинированную

Разработка ингибитора коррозии стали на основе наночастиц оксида цинка

Шевченко И.Н.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Лямина Г.В.
ТПУ, Томск

Для приготовления ингибиторов коррозии использовали нанопорошки ZnO (С = 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2% масс), которые были добавлены в традиционный органический ингибитор коррозии – тиомочеивину (С = 0,5%, масс).

Перед испытанием образцы протирали тканью, пропитанной раствором ингибитора, затем высушивали при комнатной температуре.

Образцы погружали в смесь азотной и соляной кислот. Затем измеряли потерю массы стальных образцов, через равные промежутки времени (5 минут).

При электрохимической оценке эффективности ингибиторов был использован потенциометрический метод, основанный на измерении равновесного потенциала (ЭДС). Исследования проводили в двух средах: кислой и щелочной. Перед измерением электрод протирали тканью, пропитанной раствором ингибитора. Рабочим электродом являлась испытываемая сталь У8А, в качестве противоэлектрода был использован хлоридсеребряный электрод. Растворы электролитов (0,1 М): NaOH, HCl.

С помощью гравиметрических испытаний была показана эффективность применяемого ингибитора и определена наиболее оптимальная концентрация наночастиц оксида цинка – 0,15 % масс.

Для сравнения эффективности частиц оксида цинка, полученных разными методами, далее из хлорида цинка были синтезированы наночастицы по методике прямого осаждения с использованием аммиака в качестве осадителя.

Полученную суспензию гидроксида цинка прокаливали в микроволновке, для получения оксида. Как и используемые ранее коммерческие наночастицы оксида цинка, так и синтезированные методом химического осаждения частицы обладают высоким антикоррозионным потенциалом. Меньшая антикоррозионная активность полученных нами наночастиц может указывать но то, что использование микроволновой сушки недостаточно, для полного разрушения кристаллогидратов гидроксида цинка.

Результаты потенциометрических испытаний, как в кислой, так и в щелочной средах так же продемонстрировали значительное увеличение антикоррозионных свойств.

Анализ структуры и продуктов деградации аустенитной стали

Шинкаренко А.А., Муратаев Т.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Муратаев Ф.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

При эксплуатации теплообменной аппаратуры из аустенитной стали 08Х18Н10Т, эксплуатирующейся при повышенных температурах в газовой среде углеводородов, возникают несквозные ветвящиеся трещины разной протяженности. Они развиваются как транскристаллитно, так и вдоль границ зерен. Установлено: радиус кончика трещин может достигать величин до 10 мкм, так же, встречаются трещины и с острой вершиной. Структура металла - полиэдрический аустенит (γ) и аустенит со следами интенсивного двойникования по всей длине трещин. Встречаются участки металла со сплошной оторочкой границ зерен карбидами Cr23C6 и со следами очагов межкристаллитной коррозии. Указанные обстоятельства могут служить причинами повреждения металла от коррозионного растрескивания, стресс коррозии [1-6] и межкристаллитной коррозии [7-11].

Для установления причин повреждения и разрушения теплообменника проведен микрозондовый рентгеноспектральный анализ продуктов деградации металла с его поверхности и в трещине с помощью энергодисперсионного спектрометра INCA X-Max [12-13].

Продукты деградации содержат очень большое количество элементов: C, O, Na, Cl, S, P, Ca, Mg и др. В условиях перегретого пара они могут осуществлять окислительные и восстановительные реакции, повреждая металл труб. Наряду с сернистыми и кислород содержащими соединениями существенное влияние оказывают соединения NaCl, KCl, MgCl2, CaCl2 – особо опасные паро-водные среды хлоридно-магниевые и хлоридно-кальцевые со степенью минерализации > 15г/л.

Как отмечалось у наружной поверхности структура металла – полиэдрическая (γε) – с двойниками, на внутренней поверхности имеет выраженную текстуру аустенита и δ-феррит. Разная степень проработки волокнистость (текстуры) возникла из-за количественной не согласованности параметров: температуры, степени деформации и скорости прокатки в производстве труб и наличие карбидов указывает на то, что стабилизирующая структуру термическая обработка труб не проведена. Наличие δ- феррита в аустенитной стали свидетельствует о перегреве стали в металлургическом цикле, это способствует снижению ее коррозионной стойкости и жаропрочности. А присутствие в зернах аустенита двойников со следами интенсивной микропластической деформации свидетельствует - уровень технологических напряжений (ТН) выше микроскопического предела текучести, т.е. уровень ТН в зернах превышает 292МПа. Сочетание высокого уровня структурных (металлургических) и действующих напряжений, от внутреннего давления, в условиях агрессивной среды, привели металл трубы в предельное состояние, а сталь в пучке

при эксплуатации труб теплообменника в агрессивной среде к интенсивному коррозионному растрескиванию под напряжением.

Список использованных источников:

1. Муратаев Ф.И., Мухамадеев И.М. Металлография коррозионного растрескивания сталей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2020. Т. 76. №3. С. 55-49.

2. Мак-Ивили А.Дж. Анализ аварийных разрушений. Москва: Техносфера, 2010.- 416с.

3. Ф.И. Муратаев Типовые и деградационные признаки микроструктуры сварных соединений конструкционных и специальных сталей // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2013. № 2. Выпуск. 3. С. 84-89.

4. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Адаптация состава, структуры, свойств металла и сварных соединений теплообменников к сопротивлению высокотемпературной газовой коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2015 Т. 71 №3. С. 119-125.

5. Горицкий В.М. Диагностика металлов. - М.: Металлургиздат, 2004.-408 с.

6. Ф.И. Муратаев, А.Ф. Муратаев Определение причин разрушения планетарного редуктора экскаватора “HYUNDAI-R170” // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016. №3. С. 87-90.

7. Муратаев Ф.И., Загидуллин А.Д. Обеспечение стойкости сварных соединений аустенитных сталей к межкристаллитной коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2019. №2. С. 45-50.

8. Ф.И. Муратаев, А.Ф. Муратаев Структура и свойства конструкционной стали после длительного перегрева // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016, №3. С. 82-86.

9. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. - М.: Химия. Колос С, 2009.- 444 с.

10. Муратаев Ф.И., Клабуков М.А., Муратаев А.Ф. Деградация состава и структуры сталей и сварных соединений змеевиков парообразования в условиях химической и электрохимической коррозии // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева.2016. Т. 72. № 4. С. 44–49.

11. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф. Исследование повреждаемости металла дисков компрессора ГТУ // ISSN 2078-6255. Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2016 №4. С. 31-35.

12. Закономерности состава, структуры и повреждаемости металла лопаток турбины после стендовой и эксплуатационной наработки Ф.И. Муратаев, В.Г. Саиткулов, Ш.Н. Хуснутдинов, А.А. Трифонов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева, 2014. №2. С.74-78.

13. Муратаев Ф.И., Муратаев А.Ф, Влияние состава и морфологии интерметаллической фазы сплава IN-738LC на повреждаемость лопаток газовых турбин // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева 2015 Е. 71 №3 С. 43-48.

Временные интервалы активности флюсов с различными соотношениями H3BO3/KF·2H2O

Якоб В.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пашков И.Н.

МАИ, Москва

Флюс – это химическое вещество, которое применяется для удаления окисной пленки с поверхности паяемого материала и припоя в процессе пайки.

Чтобы обеспечить высокое качество паяного соединения флюсы должны отвечать следующим требованиям:

• Вступать во взаимодействие с окисной пленкой основного металла прежде плавления припоя. Температура активного действия флюса должна несколько превышать температуру его плавления и быть ниже температуры плавления припоя;

• Смачивать место пайки, чтобы снизить поверхностное натяжение расплава припоя и улучшить его растекаемость по паяемой поверхности,

• Не изменять своего химического состава при нагревании из-за испарения отдельных компонентов, т.е. не снижать активность в заданном интервале температур;

• Остатки флюса не должны вызывать коррозии паяного соединения, а после пайки должны легко удаляться;

• В условиях транспортировки и хранения быть устойчивыми;

Паяльный флюс должен обеспечивать взаимодействие с окисной пленкой на поверхности основного металла и расплава припоя, что достигается подбором флюсующих веществ, активных к окислам окисной пленки как основного металла, так и припоя.

Целью настоящей работы является экспериментальное определение активности флюсов при различных температурах на поверхностях коррозионностойкой стали, стали, меди и латуни.

В работе использована методика нагрева пластин в печи в течение определенного времени при данных температурах, с нанесенным на них флюсом H3BO3/KF·2H2O с различным соотношением компонентов и проведен анализ полученных данных.

Временной интервал активности – время работы флюса при заданной температуре до момента его почернения.

В результате уменьшения фторида калия в составе увеличиваются время и температура плавления флюса.

Влияние высокосростной закалки на структуру и химический состав кобальтовых стеллитов

Ярошенко А.С., Патрушев А.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Серов М.М.
МАИ, Москва

Кобальтовые стеллиты – это группа твердых сплавов на основе кобальта и хрома с добавками вольфрама и/или молибдена, данные сплавы обладают повышенной ударопрочностью, жаростойкостью в пределах 800 ºС, высокой коррозионной стойкостью, не требуют термообработки в следствие чего широко применяются для изготовления наиболее напряженных деталей тепловых двигателей. За рубежом главным образом применяются для упрочнения бандажных полок авиационных двигателей, тепловых установок и газовых трактов и в составе щеточных уплотнений проточной части газотурбинных двигателей. Данные уплотнения призваны снизить утечки рабочего тела двигателя, что в свою очередь приводит к повышению его КПД.

В нашей стране известны работы по опробованию стеллитов в составе щеточных уплотнений авиационных газотурбинных двигателей проводимые во ФГУП «ВИАМ» совместно с ФГБОУ ВО «МАИ» в начале 90-х годов. Методом высокоскоростной закалки расплава на установке экстракции висящей капли расплава (ЭВКР) разработанной в ФГБОУ ВО «МАИ» были получены металлические волокна на основе стеллита В3К с последующим опробованием их в составе щеточного уплотнения. Исследования показали что данные уплотнения эффективны при температурах до 500 ºС, при скорости вращения ротора в зоне контакта до 400 м/с. Основной проблемой при этом является подбор оптимальной пары терния – материал щеточного уплотнения и ответное покрытие ротора. Перспективным материалом для применения в составе щеточного уплотнения является последний разработанный во ФГУП «ВИАМ» сплав типа стеллит получивший марку В4К. Данный сплав, в отличие от сплава В3К, дополнительно легирован ванадием и вольфрамом что приводит к повышению механических свойств и стабильности структуры. Что в свою очередь может положительно повлиять на рабочую температуру и механические свойства щёточных уплотнений, в составе которых применены металлические волокна на основе стеллита В4К.

В последующем на установке ЭВКР-ЭЛУ расположенной в ФГБОУ ВО «МАИ» были получены металлические волокна из стеллитов типа В3К и В4К, изучена их микроструктура и химический состав. Оценка влияния высокоскоростной закалки на структуру кобальтовых стеллитов проводилась путем фотографирования структуры макрошлифов в литом и быстрозакаленном состояниях при помощи оптического микроскопа Olympus GX-51. Анализ

макроструктуры показал, что в литом состоянии оба сплава имеют характерную для стеллитов структурную составляющую четкое разделение на карбидную и матричную фазы, карбидная фаза представляет собой твердые карбиды хрома и вольфрама, матричная фаза представлена раствором кобальта, вольфрама и хрома, тогда как в быстрозакаленном состоянии четкое разделение на карбидную и матричную фазы отсутствует. Это объясняется увеличением растворимости легирующих элементов под действием высоких скоростей охлаждения, то есть происходит растворение твердых карбидов хрома и вольфрама что приводит к изменению механических характеристик полученных волокон относительного литого сплава.

Химический состав оценивался при помощи растрового электронного микроскопа Zeiss EVO MA 10, оснащённого энергодисперсионным спектрометром «X-Max». Полученные данные показали отсутствие в различии химических составов стеллитов типа В3К и В4К и металлических волокон на их основе, это говорит о том, что во время прохождения процесса высокоскоростного охлаждения расплавы не претерпевают химических изменений, а происходят только структурные превращения.

В дальнейшем планируется произвести оценку влияния среды получения на структуру, химический состав и механические свойства металлических волокон на основе стеллитов В3к и В4К полученных методом высокосортной закалки на установке ЭВКР.

Секция №8.3 Полимерные и углеродные композиционные материалы, технологии производства изделий из неметаллических материалов

Защитные покрытия для авиационной техники из полимерных композиционных материалов

Ахметзянова Л.Х.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Куртаева Ф.Н.
КНИТУ–КАИ, Казань

Многие эксплуатационные характеристики такие, как износостойкость, коррозионная стойкость, молниестойкость и другие определяются свойствами поверхности. Для защиты материала основы от воздействий окружающей среды, необходимо повысить характеристики конструкционной прочности поверхностных слоев изделия за счет нанесения защитных покрытий.

Защитным антикоррозионным покрытиям из полимерных композиционных материалов (ПКМ) предъявляются ряд требований, они должны обладать устойчивостью к агрессивным средам, износо – и абразивостойкостью, топливо – и водостойкостью, а также повышенной адгезией к материалу подложки.

В патентной работе [1] рассматривается получение наноструктурированного ПКМ для нанесений защитного покрытия.

Для получения покрытия используется полиэтилен и суперконцентрат монтмориллонита.

Данный композиционный материал при использовании в качестве покрытия обладает следующими эксплуатационными свойствами: высокая стойкость к растрескиванию, высокая устойчивость к агрессивным средам, высокая термостойкость, высокая морозостойкость, повышенная адгезия к материалу подложки, высокая износо- и абразивостойкость.

Таким образом, заявленный способ позволяет получать наноструктурированный полимерный материал с повышенным уровнем эксплуатационных свойств, необходимых для использования его в качестве материала покрытия.

В патенте [2] рассматривается состав для получения ПКМ, включающий в себя эпоксидно-диановую смолу, модификатор, отвердитель — кремнийорганический амин, пигмент, минеральный наполнитель и органический растворитель, в котором в качестве модификатора он содержит полисульфидный каучук, дополнительно содержит реакционноспособный разбавитель моноглицидиловый эфир алкилфенола.

Полученное покрытие на основе этого состава обладает высокой топливо- и водостойкостью, высокими адгезионными и физико-механическими свойствами, при длительной эксплуатации в жидких агрессивных средах при рабочих температурах от –60°С до 80-100°С.

Также известен состав [3] для защитных покрытий, включающий фторполимер, эпоксидную смолу и отвердитель, отличающийся тем, что в качестве фторполимера он содержит фторполимер с содержанием гидроксильных групп 1,3-2,5%, в качестве эпоксидной смолы — эпоксидную диановую смолу с мол. массой 900-1800 или фторэпоксидную смолу, в качестве отвердителя - полиизоцианатбиурет и дополнительно содержит γ-аминопропилтриэтоксисилан и органический растворитель

Предлагаемый состав для покрытия позволяет значительно улучшить защиту от влаги, УФ, топлив и масел, следовательно, повышается эксплуатационная, коррозионная стойкость, надежность работы деталей и агрегатов авиационной техники из ПКМ, сталей, алюминиевых и магниевых сплавов.

Известны полимерные композиции, которые используются для защитных покрытий летательных аппаратов от молнии.

Так, в патенте [4] изготавливают панель из полимерного композиционного материала, содержащая обшивку, состоящую из молниезащитного покрытия и слоев углеткани, чередующихся со слоями из полимерного связующего, продольные стрингеры, отличающаяся тем, что продольные стрингеры содержат трапециевидные сечения, образованные с внутренней стороны обшивки пенопластовыми вкладышами, при этом молниезащитное покрытие расположено в верхнем слое обшивки с электросопротивлением не менее 10-4 Ом·м и состоит из равнопрочной углеткани сатинового или саржевого плетения с возможным диаметром жгутов от 1 до 24 К с металлическими включениями диаметром (0,07±0,03) мм на основе посеребренной меди, вплетенными в структуру ткани от 15 до 35 мас. %, пропитанной полимерным связующим, содержащим углеродные наночастицы размером не более 150 нм, причем в структуру панели интегрированы оптоволоконные сенсорные элементы на основе брэгговских решеток.

Покрытия позволяет повысить электропроводность верхних слоев аэродинамической поверхности панели в зоне смещающихся разрядов молнии, повысить ее экономическую и техническую эффективность, увеличить срок службы, качество изготовления наружной поверхности панели, оценки возникновения и накопления дефектов вследствие воздействия высоковольтного молниевого разряда, определения текущего напряженно-температурного состояния, принятия решения по результатам обработанных от сенсоров данных о возможности дальнейшей эксплуатации.

Надежность и долговечность эксплуатации летательных аппаратов зависит от многих факторов, особую роль занимают защитные покрытия, которые обеспечивают стойкость к агрессивной среде, молниезащиту и теплоизоляцию.

Роль защитных покрытий на основе полимерных композиционных материалов в авиации велика. В настоящее время имеются множество патентов, статей про новые модифицированные покрытия на основе ПКМ.

В данной работе приведены виды защитных покрытий, также осуществлен патентный поиск способов приготовления составов антикоррозионных, влагостойких и молниезащитных покрытий.

Список использованных источников:

1. https://www1.fips.ru/ Патенты РФ

Обработка пленок коллагена в плазме: влияние на структуру и свойства поверхности и объема

Бирдибекова А.О., Лунёв И.В.
Научный руководитель — д.х.н. Демина Т.С.
ИСПМ им. Н.С. Ениколопова РАН, Москва

Материалы из природных высокомолекулярных соединений широко применяются в биомедицине, в т.ч. в качестве биодеградируемых биосовместимых матриксов для тканевой инженерии. Фибриллярный белок коллаген является одним из наиболее подходящих материалов для использования в организме человека из-за его естественного происхождения и биосовместимости. В процессе получения материалов из коллагена и регулирования их свойств во многих случаях требуется предварительное модифицирование. Применение химических методов модифицирования может быть небезопасно с точки зрения дальнейшей биосовместимости материала. Более современные и экологически чистые методы химии высоких энергий могут быть не менее эффективны для регулирования структуры и свойств полимерного материала. Обработка в низкотемпературной плазме шикоро применяется в качестве метода оптимизации свойств поверхности, но также может повлиять на характеристики объема материала.

Целью работы является исследование влияния обработки в низкотемпературной плазме пониженного давления на структуру и свойства поверхности и объема пленок из коллагена.

Пленки (толщина 60 мкм) из коллагена формовали из 1 мас.% раствора в 3% CH3COOH и обрабатывали в низкотемпературной плазме на установке CUTE-1MPR (Корея) при следующих условиях: частота — 40 кГц, мощность — 50 Вт, время обработки — 60 сек., рабочий газ — синтетический воздух. Для изучения влияния различных активных компонентов в процессе обработки пленок в плазме, часть из образцов обрабатывали под защитой пластин из кварца, чтобы разделить влияние УФ-излучения и воздействия электронов/ионов. Свойства поверхности пленок из коллагена до и после обработки в плазме исследовали с помощью гониометрических измерений, атомно-силовой микроскопии и наноиндентирования, а объемные свойства были оценены с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния, измерения температуры денатурации и скорости ферментативной биорезорбции в растворе коллагеназы.

Было показано, что обработка в плазме значительно меняет структуру и свойства поверхности: наблюдается уменьшение углов смачивания, изменяется морфология и модуль Юнга поверхности. Эти изменения характерны в т.ч. для образцов, обработанных под пластинами из кварца, т.е. без воздействия электронов и ионов на поверхность. Влияние УФ-излучения может также быть причиной наблюдаемых изменений объемных свойств материала. Несмотря на то, что спектроскопия комбинационного рассеяния не выявила существенных изменений в химической структуре пленок до и после обработки в плазме, наблюдалось изменение скорости их ферментативного гидролиза и температуры денатурации.

Авторы выражают благодарность Первому МГМУ им. Сеченова за доступ к установке низкочастотного разряда и его сотрудникам А.А. Фроловой, Б.С. Шавкуте и Е.В. Истрановой за помощь в проведении исследований и плодотворные обсуждения, а также С.А. Минаевой (ФНИЦ «Кристаллография») за помощь в проведении КР-спектроскопии.

Использование наномодифицированных УФ-отверждаемых связующих для изготовления складчатых заполнителей

Блинова А.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время УФ-отверждение полимерных матриц применяется во многих отраслях промышленности. В отличие от термической полимеризации, время отверждения составляет порядка нескольких минут, а не часов, что означает значительное сокращение времени цикла, снижение занимаемой технологической площади, увеличение энергоэффективности за счет отверждения при комнатной температуре [1]. Но в то же время недостатком УФ-отверждаемых составов являются низкие механические и теплофизические свойства после отверждения [2]. С целью повышения прочностных характеристик включают разнообразные неорганические нанодобавки в полимерные связующие и покрытия, что дает возможность получения материалов с улучшенными механическими, электрическими и термическими свойствами [3]. Сочетание преимуществ технологии УФ-отверждения и наномодификации полимерных композиционных материалов представляет собой перспективное направление для научных исследований. Технология уф-отверждения основана на способности УФ-лучей инициировать реакцию полимеризации олигомерных материалов [4]. Однако при добавлении наночастиц необходимо учитывать поглощение, преломление и отражение УФ-излучения усиливающими наполнителями, чтобы не снижать скорость полимеризации.

В современной авиации ведется активная разработка складчатых заполнителей для многослойных панелей. Такие конструкции обладают высокими звукопоглощающими способностями и низкими весовыми характеристиками. Использование УФ-отверждаемых наномодифицированных связующих в гофрированных заполнителяхявляется перспективным направлением в самолетостроении, судостроении и других областях промышленности. [5]

Целью данной работы была оценка возможности использования наномодифицированных УФ-отверждаемых связующих для изготовления складчатых заполнителей. В качестве УФ-отверждаемых связующих были использованы ряд полиэфирных и эпокси-акриловых смол. Отверждение образцов производилось с помощью ультрафиолетового светодиодного облучателя UVI-Led (УФСО UVI-Led). Процесс УФ-отверждения исследовали с помощью дифференциального сканирующего калориметра с фото-приставкой Photo-DSC 204 F1 Phoenix. Реологические свойства связующих определяли с помощью ротационного динамического вискозиметра RheoStress RS6000 (HAAKE). Вязкость связующих определяли с помощью термостатируемого узла «плоскость-плоскость» при постоянной скорости сдвига.

Исследовано влияние различных типов наномодификаторов на процесс отверждения связующих под действием УФ-излучения, выбраны типы модификаторов, не снижающие скорость полимеризации. Подобраны оптимальные режимы отверждения (частота и время излучения) для получения стеклопластиков с УФ-отверждаемой наномодифицированной матрицей. Механические испытания стеклопластиковых образцов на сжатие и изгиб были произведены на универсальной измерительной машине Instron 5882. Модуль упругости и температуру стеклования отвержденных стеклопластиков определяли методом динамического механического анализа. На основании полученных данных был разработан технологический процесс изготовления складчатых заполнителей с использованием УФ-отверждения.

Список использованных источников:

1. A. Endruweit, M.S. Johnson, A.C. Long. Curing of composite components by ultraviolet radiation: A review // Polymer composites. - 2006. – Volume 27, Issue 2. - P. 119-128.

2. Ковалев В.В., Курмашева Л.Р., Андрианова К.А. Исследование возможности применения УФ-отверждаемых связующих в трансферных методах формования авиационных конструкций // Вестник КГТУ им.А.Н.Туполева. – 2019, №3. – С.51-55.

3. S. Bastani, M. K. Darani. Carbon Nanotube-Based UV-Curable Nanocomposite Coatings // Mohamed Berber. Carbon Nanotubes Current Progress of their Polymer Composites. - Tehran: BoD – Books on Demand, 2016. - С. 275-296..

4. Бабкин О.Э. Полимерные покрытия УФ-отверждения. - Учебное пособие. - СанктПетербург, СПбГУКиТ, 2012. - 47с.

5. Халиулин В.И., Двоеглазов И.В., Меняшкин Д.Г. Звукопоглощающая панель // Патент № 2307216. Опубл. 27.09.2007. Бюл. №27 - 20с.

Получение, строение и свойства TiO2 эпоксидных нанокомпозитов

Букичев Ю.С.

Научный руководитель — д.х.н. Джардималиева Г.И.

МАИ, Москва

На сегодняшний день одной из важных проблем человечества является утилизация полимеров, которые широко используются в повседневной жизни. Основным подходом их утилизации является сжигание, что неэкологично. Возможным решением этой проблемы может стать введение в полимерные материалы наночастиц диоксида титана (IV) или TiO2, который широко используется как фотокатализатор для разложения органических загрязнителей в водной и газовой среде. Под воздействием ультрафиолетового излучения определенной длины волны TiO2 образует активные формы кислорода и гидроксильные радикалы, которые, взаимодействуя с загрязнителем, разлагают его. Установлено, что наночастицы TiO2 обладают более высоким фотокаталитическим эффектом, чем микрочастицы [1].

Области применения связки TiO2/полимер достаточно широки – фотокатализаторы разложения органических соединений [2], анодные материалы [3], антибактериальные покрытия [4], самоочищающиеся поверхности [5] и упаковки [6] и др. Бактерицидная активность достигается воздействием мягкого ультрафиолета в результате реакции

фотокатализа в отличие от жесткого ультрафиолета, применяемого в медицине. Такая процедура является более эффективной и безопасной для человека, чем поверхностная стерилизация ультрафиолетом [7].

Нанокомпозиты на основе реактопластов с TiO2 исследованы не так широко, но во многих работах установлено, что наночастицы TiO2 более эффективны, чем микрочастицы. Цель настоящей работы состоит в изучении физико-механических свойств полученных композитов на основе наночастиц диоксида титана и эпоксидного полимера, а также изучение их состава, строения и физико-механических свойств.

Методом ex-situ, т.е. введением наночастиц TiO2 в смесь эпоксидной смолы и отвердителя получены нанокомпозиты с содержанием нанокомпонента до 5 масс.%. Методом рентгенофазового анализа исследован фазовый состав образцов эпоксидной пленки и нанокомпозитов. На рентгенограммах присутствуют дифракционные пики, соответствующие эпоксидному полимеру и наночастицам TiO2. Показано наличие областей упорядоченности в исходном эпоксидном полимере, которая, возможно, связана с релаксацией свободного объема по диффузионному типу [8]. Соотношение пиков эпоксидного полимера меняется с концентрацией наночастиц, что может быть объяснено влиянием наночастиц диоксида титана на структуру матрицы.

Исследование физико-механических свойств показало, что при концентрациях диоксида титана выше 3 масс. % происходит падение прочности нанокомпозитов, что, видимо, связано со вторичными процессами агрегации наночастиц. При этом средний диаметр наночастиц увеличивается. На концентрациях нанокомпонента выше 1 масс. % происходит увеличение модуля упругости и предела прочности, падение относительной деформации при разрыве, а также появляется тенденция к повышению температуры стеклования – все эти факторы свидетельствуют о повышении жёсткости эпоксидной матрицы в нанокомпозите и указывают на формирование прочных межфазных взаимодействий. Также установлено, что при добавлении наночастиц до 5 масс.% нанокомпозит остается стабилен при температурах до 300 °C в вакууме.

Список использованных источников:

1. Fujishima A. Titanium Dioxide Photocatalysis / A. Fujishima, T.N. Rao, D.A. Tryk // Journal of Photochemistry and Photobiolo-gy C: Photochemistry Reviews. 2000. No 1. P. 1-21.

2. Hamdy M. S. A Novel TiO2 Composite for Photocatalytic Wastewater Treatment / M. S.Hamdy, W. H.Saputera, E. J. Groenen, G.Mul // Journal of Catalysis. 2014. Vol. 310. P. 75–83.

3. Bella F. Combined Structural, Chemometric, and Electrochemical Investigation of Vertically Aligned TiO2 Nanotubes for Na-ion Batteries / F. Bella, A. B. Muñoz-García, F. Colò, G. Meligrana, A. Lamberti, M. Destro, M. Pavone, C. Gerbaldi // ACS Omega. 2018. Vol. 3. P. 8440−8450.

4. Li Q. Enhanced visible light-induced photocatalytic disinfection of E. coli by carbon sensitized nitrogen-doped titanium oxide / Q. Li, R. Xie, Y.W. Li, E.A. Mintz, J.K. Shang // Environmental Science Technology. 2007. Vol. 41. P. 5050-5056.

5. Murugan K. Synthesis, Characterization and Demonstration of Self-Cleaning TiO2 Coatings on Glass and Glazed Ceram-ic Tiles / K. Murugan, R. Subasri, T.N. Rao et al. // Progress in Organic Coatings. – 2013. – Vol. 76, № 12. – P. 1756–1760.

6. Bodaghi H. Synthesis of clay–TiO2 nanocomposite thin films with barrier and photocatalytic properties for food pack-aging application / H. Bodaghi, Y. Mostofi, A. Oromiehie, B. Ghanbarzadeh, Z. G. Hagh // Journal of Applied Polymer Science. 2015. Vol. 132. Article number 41764.

7. Проданчук Н.Г. Наночастицы диоксида титана и их потенциальный риск для здоровья и окружающей среды / Н.Г. Проданчук, Г.М. Балан // Современные проблемы токсикологии. 2011. No 4. С. 11-27.

8. Богданова Л.М. О релаксации свободного объёма в процессах формирования композиционных материалов с полимерной матрицей / Богданова Л.М., Пономарёва Т.И., Иржак В.И., Розенберг Б.А. // Высокомолекулярные соединения. 1984. Том (А) XXVI. №7. С. 1400-1404. УДК 541.64:539.2.

Технология получения термопластичных полуфабрикатов и композитов, армированных волокнами сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Ветохин И.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бухаров С.В.
МАИ, Москва

Развитие инновационных высокотехнологичных отраслей промышленности предполагает создание конкурентоспособных композиционных материалов (КМ) нового поколения с высокими показателями удельных характеристик эксплуатационных свойств, отвечающих требованиям современной техники.

В настоящее время наиболее перспективными для этих целей являются композиты на основе волокон из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). СВМПЭ – это термопластичный полимер, молекулы которого состоят из последовательно повторяющихся звеньев (–CH2 – CH2 -)n, имеют линейную топологию полимерной цепи и молекулярную массу равной 2 ÷ 6,5·106. В отечественной практике и за рубежом из них производят нити, ленты и ткани различных форм плетения. Из всех типов волокон, используемых для армирования полимерных композитов, они обладают самой низкой плотностью (0,96-0,97 г/см3), что в сочетании с высокой прочностью, износостойкостью, высокой ударной прочностью, уникальными диэлектрическими свойствами, высокой химической устойчивостью, морозостойкостью, биологической инертностью и минимальным коэффициентом трения, делает их перспективными в создании сверхлегких композиционных материалов многофункционального назначения. Однако из-за низкой поверхностной энергии волокон возникают проблемы их смачивания и адгезии с полимерными матрицами, приводящих к получению композитов с низкими показателями механических свойств. Функционализация поверхности волокон частично позволяет решать технологические проблемы совмещения компонентов, но низкие показатели межслоевой прочности композитов ограничивают области их использования в силовых конструкциях перспективной техники. Поэтому материалы на основе СВМПЭ волокон применяются, в основном, для создания средств индивидуальной защиты человека и специальной техники.

В данной работе для создания композита в качестве связующего выбран сополимер полиэтилена и винилацетата (СЭВА) в гранулированной форме, производимый ПАО «Казаньоргсинтез». Выбор этого полимера обусловлен его широким использованием в клеях для соединения поверхностей с низкими значениями поверхностной энергии. В качестве армирующего материала выбрана ткань из волокон СВМПЭ с саржевым переплетением 6/6 производства АО «ВНИИСВ».

Для исследований компонентов и композита на их основе использовали динамический механический анализ. Методом капиллярной вискозиметрии определяли показатели вязкости СЭВА в интервале температур 80-130 °С при разных скоростях сдвига, а методом сидящей капли – краевые углы смачивания волокон связующим. Определены показатели физико-механических характеристик ткани СВМПЭ по основе и утку при помощи разрывной машины.

Для формования образцов термопластичного композиционного материала СЭВА–СВМПЭ использовали термопластичное связующее в двух разных исполнениях: в виде плёнок, полученных методом горячего прессования гранул СЭВА, и в виде порошка, полученного путём дробления гранул СЭВА. Отработан процесс формования ТПКМ СЭВА-СВМПЭ методом горячего прессования в температурном диапазоне 110-130 °С. Показано, что порошковая технология совмещения компонентов имеет значительные преимущества перед пленочной технологией по качеству формуемых материалов и уровню показателей физических свойств.

Исследование возможности получения термостойких стеклопластиковых сотовых заполнителей на основе неорганической матрицы

Гормакова Т.С.
АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина, Обнинск

Благодаря своим высоким удельным характеристикам в высоко- и средненагруженных радиопрозрачных конструкциях летательных аппаратов (ЛА) широко применяются многослойные конструкции со стеклопластиковыми сотовыми заполнителями (ССП).

Увеличение скоростей ЛА приводит к их большему аэродинамическому нагреву, вызванному сопротивлением воздуха. Это выдвигает более жесткие требования по температуре эксплуатации применяемых материалов, в том числе и к стеклосотопластам (ССП).

Одним из путей повышения термостойкости сотовых заполнителей является применение более термоустойчивых матричных материалов. Среди известных матричных материалов наиболее термостойкими являются связующие неорганической природы, работоспособные до 1000°С.

Таким образом, разработка стеклопластиковых сотовых заполнителей на основе неорганических связок является актуальной задачей.

Целью данной работы являлось исследование возможности получения термостойких стеклопластиковых сотовых заполнителей на основе неорганических связующих и оценка их свойств:

Для этого были решены следующие задачи:

- Выбор ткани, аппретирующего покрытия и матрицы,
- Выбор оптимальной концентрации связующего и аппрета,
- Изготовление экспериментальных образцов ССП и проведение их испытаний.

Были получены экспериментальные образцы ССП на основе кварцевой ткани ТК-3, в качестве аппретирующего покрытия была выбрана композиция из спиртового раствора кремнийорганической смолы с добавлением силана в соотношении – КМ-9К 20%(масс.) + АГМ-9 3%(масс.) и водного раствора алюмофосфатного связующего АФС-В1 с концентрацией 60%(масс.). В ходе экспериментальных исследований были определены технологические режимы, позволяющие добиться соотношения прочность при сжатии/плотность.

Проведенные испытания на сжатие показали, что прочность при (20±5) °С составила (0,6±0,003) МПа, а после выдержки при (800±5)°С в течение 1 минуты (0,3±0,003) МПа с сохранением 50% прочности от исходной, после выдержки 5 минут – (0,2±0,010) МПа с сохранением 30% остаточной прочности.

Также была проведена оценка радиотехнических свойств, полученных ССП. По показателю диэлектрической проницаемости неорганические образцы ССП соответствуют аналогам на основе феноло-формальдегидных (тип ССП-1) и полиимидных (тип ССП-7) матриц.

Вывод: в результате проведенных исследований показана принципиальная возможность получения высокотемпературных ССП на основе неорганических матриц, которые, в отличие от ССП на основе органических матриц, сохраняют свои физико-механические свойства при температурах до 800°С.

Изучение механических свойств полиэтилена, модифицированного наночастицами диоксида кремния

Горончко В.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов М.М.
ТУСУР, Томск

Модифицирование полимерных материалов частицами нано- и микро- диапазона для увеличения стойкости к воздействию внешних агрессивных сред является актуальным направлением для получения новых материалов, в частности для космической техники.

Данные материалы должны сохранять рабочие характеристики при длительной эксплуатации в условиях космического пространства. Нанокомпозиты используются в качестве эффективного экранирования излучения, а также они являются лёгкими конструкционными материалами, откуда следует необходимость сохранения высокой механической прочности [1].

Основной ролью модификации полимеров наночастицами является препятствие образованию трещин в полимере. Связь между полимерной матрицей и наполнителем слабее связи между молекулами полимера, поэтому влияние перераспределения нагрузки на частицы практически отсутствует [2].

В данной работе использовались нанопорошки диоксида кремния и полиэтилен высокого давления марки ПЭ 15303-003. Нанокомпозиты получали в пластографе Брабендера. В результате были получены 5 образцов с концентрацией наночастиц SiO2: 0, 1, 2, 3 и 5 масс.%. Изучение механических свойств на растяжение до разрушения образцов проводили при помощи разрывной машины «Instron 3365», по 5 испытаний для каждого вида образца, в результате бралось усредненное значение измеряемых характеристик. Скорость растяжения составляла 25 мм/мин до разрушения. Для определения прочности при растяжении и удлинения при разрыве регистрировали прочность, относительное удлинение и предел текучести.

При рассмотрении зависимости деформации (%) от напряжения (МПа) полиэтилен является материалом, для которого характерно вязкое разрушение. Введение добавок в виде наночастиц не приводит к изменению характера разрушения. Но введение наночастиц приводит к смещению предела текучести в большую сторону, т.е. необходимо большее значение напряжения для перехода упругой деформации в пластическую (предел текучести для образцов составляет 12; 12,1; 12,2; 12,1 и 12,6 МПа для образцов полиэтилена 0; 1; 2; 3 и 5 масс.% нано SiO2 соответственно). Прочность изучаемых образцов составила: 10,5; 10,4; 10,6; 10,9; 11,3 МПа для образцов полиэтилена 0; 1; 2; 3 и 5 масс.% нано SiO2 соответственно.

Ранние работы показали большую эффективность модифицирования полиэтилена и полипропилена наночастицами оксидных соединений, такими как ZrO2 и Al2O3 [3,4] для увеличения стабильности оптических свойств к действию электронов с энергией 30 кэВ. Однако механические свойства при увеличении концентрации наночастиц в объёме полимера ухудшались [5]. Данная работа показала, что введение наночастиц SiO2 в объём полиэтилена приводит не только к улучшению стойкости полимера к воздействию излучения, но и к улучшению механических свойств на растяжение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-32-90096.

Список использованных источников:

1. Новиков Л.С. Перспективы применения наноматриалов в космической технике. М.: Университетская книга, 2008.188 с.

2. Адаменко Н.А., Фетисов А.В., Агафонов Г.В. Конструкционные полимерные композиты. Волгоград, ВолгГТУ, 2010. 96 с.

3. Горончко В.А. Изучение оптических свойств и радиационной стойкости полиэтилена модифицированного наночастицами Al2O3. Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, «Полифункциональные химические материалы и технологии», 2019. – С. 196.

4. Goronchko V.A. Mikhailov M.M. Lebedev S.M. Sokolovskiy A.N. Investigation of radiation stability of optical properties of polypropylene modified with ZrO2 nanoparticles. Polymer Composites, 2019, Volume 40, Issue 8, p. 3050-3055. DOI: 10.1002/pc.25148.

5. Горончко В.А. Исследование механических свойств полиэтилена модифицированного наночастицами диоксида циркония. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, «Сборник избранных статей ТУСУР», 2018. – С. 320.

Ударная прочность композиционных материалов

Гусева Д.В., Морозов В.В., Голубева К.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Горунов А.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время отрасль авиастроения активно развивается. Для реализации новых инженерных решений необходимо создание более лёгких, прочных, износостойких конструкций. Соединяя несколько различных по свойствам материалов в композиции, можно получить продукт, удовлетворяющий всем необходимым требованиям. Такие материалы называются композиционными.

Детали, изготовленные из композиционных материалов, обладают высокой прочностью, устойчивостью к коррозии, износостойкостью, могут быть до 80% легче металлических и более экологичны. Чаще всего в авиастроении применяют стеклопластики и углепластики.

Слабостью композитов являются динамические нагрузки [1], в том числе ударные, направленные перпендикулярно направлению волокна. При столкновении самолёта, например, с птицей выделяется энергия до 3кДж, из-за чего повреждаются аэродинамические поверхности во время взлёта и посадки. Вследствие удара в композитах образуются микротрещины, которые приводят к разрушению при циклических нагрузках [2]. Выявить трещину и устранить её сложно, зачастую деталь не подлежит ремонту и полностью заменяется на новую. Поэтому низкоскоростные удары считаются наиболее опасными.

Чтобы увеличить ударную прочность, в связующий материал добавляют термопласты, эластомерные прослойки [3], тонкие металлические фольги или же используют менее хрупкий армирующий материал. Однако при увеличении ударной прочности, как правило, снижается жёсткость изделия.

В настоящее время стойкость композитного материала к удару определяется только при квазистатическом нагружении. Но при циклических нагрузках влияние удара на характеристики прочности исследовано недостаточно. Поэтому для проектирования деталей из данных материалов требуется определение данного параметра именно при циклических нагрузках.

Научные исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-42-160015) и Минобрнауки России в рамках исполнения обязательств по Соглашению номер 075-03-2020-051/6 от 06.11.2020 (номер темы fzsu-2020-0020).

Список использованных источников:

1. Natalie Zimmermann, Peng Hao Wang, A review of failure modes and fracture analysis of aircraft composite materials // Engineering Failure Analysis. – 2020. – 115. – 104692.
2. Igor Petrov, Alexey Vasyukov, Katerina Beklemysheva, Alexey Ermakov, Alena Favorskaya, Numerical Modeling of Non-destructive Testing of Composites // Procedia Computer Science. – 2016. – Vol.98. – P.930 - 938.
3. Denise Düring, E.Petersen, D.Stefaniak, C.Hühne, Damage resistance and low-velocity impact behaviour of hybrid composite laminates with multiple thin steel and elastomer layers // Composite Structures. – 2020. – Vol.238. – 111851.

Бесконтактный ультразуковой контроль препрегов углепластика для авиационных применений при изготовлении компоновки

Дабабне И.Э., Аль Дарабсе А.М., Ахмед А.Р.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Маркова Е.В.
УлГТУ, Ульяновск

Использование композитных материалов в авиационной промышленности находится в постоянном прогрессе в связи с растущим спросом на материалы, способные удовлетворить экономические цели, задачи в области безопасности и проектирования, которые также становятся все более требовательными. Аналогичным образом, проблемы, с которыми сталкиваются методы инспекции, растут такими же темпами. Например, для

термореактивных полимеров проверка перед отверждением рассматривается в качестве альтернативы, поскольку она дает возможность отремонтировать или утилизировать нездоровый материал до стадии автоклава с потенциально значительным снижением затрат.

Одним из таких применений является проверка во время изготовления заготовки препрега. Препрег – это ткань или лента, предварительно пропитанные смолой. Система смолы уже смешана и находится в неотвержденной стадии. Материал обычно помещается в рулон. Материал препрега является липким и легко прилипает к другим слоям в процессе укладки. Проверка во время этого процесса изготовления является чрезвычайно сложной по ряду причин. Во-первых, во избежание загрязнения материала процедуры изготовления определяют, что контакт с материалом запрещен; это исключает возможность использования обычных ультразвуковых методов. Во-вторых, хотя существует значительный недостаток знаний о свойствах неотвержденного препрега из углепластика, ожидается, что затухание ультразвуковых волн в неотвержденном материале будет чрезвычайно высоким. В-третьих, ожидается, что на ультразвуковые свойства материала сильно повлияет отсутствие уплотнения, которое может возникнуть во время изготовления. Однако большинство из них не являются реальными дефектами, так как они полностью удаляются во время отверждения в автоклаве, но они серьезно влияют на проверку перед отверждением. В-четвертых, материал должен быть проверен вместе с формой или поверхностью укладки, где он изготовлен.

Целью проведенного исследования является предложение бесконтактного ультразвукового метода для проверки ламинатов препрега из углепластика во время изготовления укладки. Предложена технология сквозной передачи с использованием датчиков с воздушной связью для передачи ультразвуковых сигналов через ламинат препрега и форму, где он изготовлен с использованием нормального падения.

Помимо некоторых исследований по распространению поперечных волн в неотвержденном FRP с использованием преобразователей EMAT и некоторых исследований с использованием ультразвуковых методов для контроля отверждения эпоксидной смолы в FRP, нет информации об ультразвуковых свойствах неотвержденного CFRP.

В этой статье рассматривается возможность использования ультразвукового метода с воздушной связью и сквозного пропускания для проверки ламинатов препрега из углепластика во время изготовления укладки (то есть до отверждения смолы). Основными проблемами этого применения являются невозможность прикоснуться к материалу во время проверки, большой коэффициент затухания в неотвержденном ламинате из углепластика и необходимость проведения проверки вместе с формой изготовления. Предлагается воздушная и сквозная техника передачи. Чтобы минимизировать влияние очень больших вносимых потерь, пара широкополосных и низкочастотных (0,15–0,35 МГц), высокочувствительных (-24 дБ) преобразователей с диаметром активной области 25 мм использовалась вместе с обычным импульсом / приемником.

Дифференциальное уравнение распространения тепла для плоских композиционных материалов

Даниленко Е.Г.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Телегин С.В.
СибГУНТ им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

Основной проблемой является выход из строя аппаратуры космического аппарата за счет многочисленных факторов, один из них бета-излучение космической среды [1-2].

Снизить воздействие космического излучения позволяют радиационно-защитные экраны. Прототип нашей защиты представляет трехслойную структуру: первый слой выполнен из композиции эпоксидной смолы 50% и карбида бора с материалом высокой теплопроводностью 50%, последующие слои – металлические [3].

В основном мы рассматриваем первый слой, поскольку, он представляет собой диэлектрик, а подобные материалы содержат малое количество свободных электронов. Этот

слой служит для поглощения частиц с низкой энергией и ее понижения с целью предотвращения возникновения тормозного излучения при взаимодействии с материалом второго слоя, имеющим большую плотность.

Нами была изготовлена экспериментальная установка, на которой исследовались образцы в виде тонких пластин при стационарном режиме [3-4].

Модель переноса тепловой энергии в композите построим на предположении, что частички алюминиевой пудры в общем случае не контактируют между собой, то есть отделены друг от друга слоем диэлектрической матрицы. Композит считаем состоящим из множества составных частиц, окруженный слоем материала матрицы. Влияние теплового взаимодействия между соседними включениями можно считать малосущественным.

Анализируя физический процесс распространения тепла были подобраны граничный и начальные условия для дифференциального уравнения первого слоя радиационного экрана.

Список использованных источников:

1. Машкович В.П., Кудрявцева А.В. Защита от ионизирующих излучений: Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Электроатомиздат, 1995. 496 с.

2. Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите: учебное пособие. 4-е изд., расшир. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 508 с.

3. Исследование влияния функциональных добавок в композиционном слое радиационного экрана. / Е.Г. Даниленко, А.Е. Никитина, А.А. Сафронова. // Решетневские чтения: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева (11-15 нояб. 2019, г. Красноярск): в 2 ч.; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. - Красноярск. 2019. - Ч. 1. с.547-549.

4. Влияние технологических добавок на эффективную теплопроводность композиционного слоя радиационного экрана. / Даниленко Е. Г. // АПАК: [электронный ресурс] Тез. междун. науч.-практич. конф. 08-12 апреля, Красноярск, 2019 г. с. 370 – 373.

Разработка материала из имитатора лунного грунта для наземной отработки аддитивной технологии строительства объектов на Луне

Дегтярев С.В.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Козлов Н.А.

МАИ, Москва

В настоящее время все более актуальными становятся планы по освоению Луны и созданию на её поверхности жилых и производственных помещений и других объектов, причем, очевидно, что в качестве исходных компонентов при производстве материалов для таких построек наиболее эффективным является использование местного сырья, в первую очередь, лунный грунт (реголит). Среди различных вариантов технологии его переработки для получения строительных материалов и изготовления из них объектов различного функционального назначения, предлагаются аддитивные технологии. Однако при этом для придания реголиту нужной формы и монолитности предлагается сплавлять или спекать его, что требует значительного количества энергии. Нами предлагается для этого использовать порошкообразную высоконаполненную полимерную композицию (ПВПК), представляющую собой смесь порошка реголита заданного гранулометрического состава с небольшим количеством порошкообразного полимера, доставляемого с Земли. Порошок полимера при повышении температуры способен переходить в вязко-текучее состояние и придавать монолитность материалу при сравнительно низких затратах энергии, обеспечивая герметичность и стойкость материала к факторам космического пространства, действующим на поверхности Луны.

Цель работы состоит в изучении технологических и эксплуатационных свойств ПВПК, полученных на основе имитатора лунного грунта – порошки базальта различного гранулометрического состава (0,599 мм; 0,251 мм; 0,1 мм и 0,05 мм) и фракции 0,05-0,1 мм порошка полистирола (ПС) как полимерной связки. Из измельченного базальта выделяли выбранные фракции с помощью сит (ГОСТ 18318-73). Для получения ПВПК порошки

базальта смешивали с порошком ПС в лабораторной мешалке VEBMLVER-10 при частоте 5 Гц в течении 25-30 минут. Содержание полимера в ПВПК варьировали от 10 до 30 масс.%.

Образцы ПВПК компактировали в пресс-форме прямоугольного сечения (80x10x4 мм) при комнатной температуре и давлении 20 МПа в течении 10 минут, а затем прессовали при давлении 20 МПа, температуре 230-240 °С в течении 30 минут.

Текучесть компактированных образцов ПВПК исследовали методом ДМА, определяя кривые ДМА в координатах Температура, °С – Модуль упругости Е', МПа*с с использованием образцов цилиндрической формы диаметром 30,0 мм и толщина 4,0 мм. Кривые ДМА получали при нагружении образцов сжатием динамической силой 7Н при частоте 1 Гц и амплитуде 30 мкм и статической силой 0,5Н при нагревании от 0 до 250 °С со скоростью 5 К/мин.

Механические свойства отпрессованных образцов определяли стандартными методами с помощью разрывной машины WDW-10E - прочность при статическом изгибе по ГОСТ 4648-2014 и прочность при сжатии по ГОСТ 4651-2014.

Определено влияние соотношения базальт/ПС на температуру текучести (Тт) ПВПК и получены зависимости вязкости исходных композиций различных составов от температуры выше Тт. Приведены данные о зависимости деформационно-прочностных свойств отпрессованных образцов от соотношения базальт/ПС для различных размеров фракций базальта в ПВПК. Установлено, что при увеличении размера частиц наполнителя и содержания полимерной связки увеличиваются прочность и модуль упругости при изгибе и сжатии.

Влияние межслоевых дефектов на прочность ортотропной пластины из полимерного композиционного материала под действием нагрузок различного характера

Дедова Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мартиросов М.И.
МАИ, Москва

В настоящее время в авиационной технике (АТ) большое распространение приобретают полимерные композиционные материалы (ПКМ), имеющие значительные преимущества по сравнению с традиционными металлическими материалами.

При эксплуатации АТ, а также в процессе производства в композитных пакетах (КП) могут образовываться дефекты, которые оказывают существенное влияние на прочность изделий из ПКМ. Чаще всего встречаются следующие дефекты:

• Непроклей – нарушение адгезионной связи между монослоями, образующими КП (ещё на стадии производства);

• Недостаточная пропитка связующим – нарушение адгезионной связи между слоями наполнителя в КП или отсутствие связующего в слое (слоях) наполнителя (производственный или технологический дефект);

• Расслоение – нарушение адгезионной связи между слоями наполнителя в КП, вызванное механическими воздействиями ударного характера при эксплуатации или внутренними повреждениями в КП после формования или после проведения сборочно-монтажных работ.

Такие дефекты относятся к внутренним, так как охватывают внутренние слои КП.

Особое место в механике композитов занимают задачи о разрушении элементов конструкций под действием статических и динамических нагрузок различного характера с использованием критериев разрушения.

В работе рассматривается прямоугольная пластина из ПКМ. Пластина состоит из 12 монослоёв со следующей смешанной схемой укладки [+45°/–45°/90°/0°/+45°/–45°/–45°/+45°/0°/90°/–45°/+45°]. Каждый слой изготовлен из однородного упругого ортотропного материала Prism EP2400/TX1100 IMS65-24K-UD196-6.35, который представляет собой однонаправленный углепластик (на основе углеленты), армированный углеродными

волокнами TX1100 IMS 65-24K фирмы Tenax. В качестве связующего используется эпоксидная смола EP2400 фирмы Prism. Такой материал применяется для изготовления композитных изделий по инфузионной технологии. Толщина монослоя h = 0,19 мм. В центре пластины между слоями №3-4 и №4-5 находятся дефекты типа расслоений эллиптической формы заданной геометрии. В качестве нагрузок рассматриваются:

1. Осевая сжимающая нагрузка, приложенная к торцу пластины.
2. Движение торца пластины по заданному закону.

В качестве граничных условий используется шарнирное опирание торцов пластины.

Пластина моделируется объёмными элементами типа Solid Laminate в программном комплексе Simcenter Femap, затем модель импортируется в программный комплекс конечно-элементного анализа LS-DYNA (Lawrence Livermore National Laboratory), где задаются свойства материала, нагрузки и граничные условия. Все слои жёстко сцеплены клеевым контактом, за исключением областей с дефектами, в которых учитывается контактное взаимодействие.

В результате определяется поле напряжений и деформаций в каждом слое пластины. На основе полей напряжений вычисляются индексы разрушения монослоя и коэффициенты запаса прочности при наличии и отсутствии дефектов под действием статической и динамической нагрузок. Проводится сравнение результатов, полученных по критериям разрушения Hashin, Puck, Chang-Chang и LaRC (Langley Research Center).

Применение алюмосиликатов в качестве клеев конструкционного назначения

Зайцева А.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

За последние десятилетия использование в промышленности геополимеров, синтезированных из минералов, и клеев на их основе набирает все большие обороты. Это обусловлено тем, что они обладают рядом существенных преимуществ: низкой плотностью, благодаря пористой структуре, высокой химической стойкостью, огне- и термостойкостью, а также экологичностью по сравнению с традиционными материалами. Сферы применения геополимеров довольно многочисленны и различны, начиная от более экологичной замены бетона, заканчивая получением ячеистых композитов на их основе.

Целью данной работы было исследование свойств и оценка возможности применения алюмосиликатных вяжущих для склеивания сэндвич-панелей, а также разработка технологии их склеивания. Объектом исследования был выбран огнеупорный состав АлюТерм-1600.

В результате эксперимента были подобраны оптимальные режимы сушки (время и температура), отверждения и постотверждения алюмосиликатного вяжущего АлюТерм-1600 с целью получения мелкопористой структуры и высокой прочности вспененного клея. Оценка пористости проводилась методом оптической микроскопии. Определены значения прочности на сжатие отвержденных при разных условиях образцов на универсальной измерительной машине Instron 5882. Исследовано влияние режимов отверждения на прочностные свойства и структуру отвержденных клеевых пен. С целью оптимизации процесса вспенивания исследованы реологические свойства алюмосиликатного вяжущего с помощью ротационного динамического реометра. Изучена химическая активность алюмосиликатов по отношению к склеиваемым материалам различного состава.

В данной работе проведено склеивание пластин из металлов и неметаллических высокотемпературных материалов с учетом подобранного оптимального режима отверждения. Проведена оценка прочности получившихся клеевых соединений. На основании проведенных исследований была разработана технология склеивания несущих слоев сэндвич-панели геополимерным клеем АлюТерм-1600. Для анализа механических характеристик полученных конструкций были проведены испытания прочности на сдвиг.

Сделан вывод о том, что алюмосиликатные вяжущие могут использоваться для получения вспенивающегося конструкционного клея при изготовлении трехслойных композитных конструкций с повышенной теплостойкостью.

В последнее время большой интерес представляет поиск и синтез новых, обладающих уникальными свойствами, материалов для производства изделий из композиционных материалов. В данной работе исследована возможность применения алюмосиликатного вяжущего в качестве негорючего, термостойкого клея для производства конструкций из полимерных композиционных материалов.

Исследование свойств эпокси-фталонитрильных композиций и возможности их применения в производстве композиционных материалов

Зимин К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Андрианова К.А.
К(П)ФУ, Казань

Последние достижения в области полимерных материалов позволили получить полимеры с высокими эксплуатационными, технологическими характеристиками для применения в аэрокосмических, машиностроительных, электротехнических отраслях, дизайне и абсолютно в любых других отраслях, спектр их применения невероятно широк.

Фталонитрильные связующие представляют собой привлекательный класс термореактивных высокотемпературных полимеров, исследования которых ведутся более двух десятилетий [1, 2]. Отвержденные смолы обладают многими полезными свойствами, в том числе высокими температурами стеклования (выше 450°C), выдающейся термической и термоокислительной стабильностью, превосходными механическими свойствами, хорошей влагостойкостью и превосходной огнестойкостью [3]. Однако смолы на основе фталонитрила требуют относительно более высоких температур отверждения и увеличенного времени даже при использовании отверждающих добавок. Кроме того, их адгезионные свойства ниже, чем у эпоксидных смол.

Эпоксидные смолы - известный класс высокоэффективных термореактивных смол, они широко используются в огромном количестве областей в качестве клеев, связующих для композитных материалов, армированных частицами или волокнами. Полученные полимеры представляют собой сильно сшитую аморфную сетку со многими интересными свойствами, такими как хорошая обрабатываемость, высокий модуль, низкая ползучесть и приемлемые в целом термические и механические свойства при температуре от 100 до 150°C [4]. С другой стороны, эпоксидные смолы имеют несколько недостатков, в частности при использовании в качестве матриц для композитов. Например, эпоксидные связующие требуют низкую температуру хранения при их транспортировке, имеют слабую ударную вязкость, плохую трещиностойкость, технические ограничения, связанные с диффузией воды между эпоксидными матрицами и их армирующими элементами, и, что наиболее важно, их термостойкость намного отстает от других высокоэффективных термореактивных материалов. Интересным является исследование свойств смесей на основе фталонитрильных и эпоксидных смол.

Целью данной работы является исследование свойств композиций на основе эпокси-фталонитрильных смесей. В качестве объектов исследования были выбраны фталонитрильной мономер (PN-3M) и фосфорсодержащие эпоксидные олигомеры – глицидиловые эфиры кислот фосфора (ГЭФ): диглицидилметилфосфонат (глицифон) и триглицидилфосфат (ТГФТ). Смеси готовили в различных отношениях PN-3M / ГЭФ. Отверждение полученных смесевых композиций исследовали методами дифференциальной сканирующей калориметрии, ИК-спектроскопии. Реологические характеристики определялись в режиме осцилляции. Построены зависимости температур отверждения в зависимости от соотношения смесевых компонентов. Совместимость компонентов исследовалась методом ЯМР-спектроскопии. На основе проведенных исследований сделаны

рекомендации по возможности применения эпокси-фталонитрильных смесей в качестве связующих для полимерных композитов с высокими эксплуатационными свойствами.

Список использованных источников:

1 Keller T.M. Phthalonitrile-based high temperature resin / T.M. Keller // Journal of Polymer Science: Part A: Polymer Chemistry. – 1988. – P. 3199 – 3212.

2 Keller, T.M. High temperature resorcinol-based phthalonitrile polymer. / T.M. Keller, D.D. Dominguez // Polymer, – 2005. – P. 4614 – 4618.

3 Бабкин А.В. Высокотермостойкие фталонитрильные матрицы и полимерные композиционные материалы на их основе: автореферат дис. кандидата хим. наук: 02.00.06 / Бабкин А.В.; [Место защиты: Моск. Гос. Ун-т им. М.В. Ломоносова]. - Москва, 2016 - 24с.

4 May C. Epoxy resins: chemistry and technology. / C. May // New York: CRC Press; – 1987. – P. 331.

Модифицирование поливинилтриметилсилановой мембраны в плазме для улучшения газоразделительных свойств

Зиновьев А.В.

Научный руководитель — профессор, д.х.н. Кузнецов А.А.

ИСПМ РАН, Москва

Одной из наиболее важных задач процесса мембранного газоразделения является разделение смеси O2/N2, а поливинилтриметилсилан (ПВТМС) служит базовым полимером для асимметричных газоразделительных мембран с достаточно высоким коэффициентом газоразделения по O2 – O2/N2 до α~4.3. Для увеличения α использовали различные методы модифицирования полимера, в том числе химические (фторирование в газовой фазе F2), радиационно-химические и «мокрую» прививку акрилнитрила, акриловой кислоты и т.п. в среде растворителей. Однако, эти методы обладали рядом недостатков – в процессе модифицирования были использованы экологически опасные вещества (газообразный F2), радиация и «мокрые» методы.

В настоящее время наиболее эффективным, технологичным и экологически чистым методом модифицирования полимеров является воздействие низкотемпературной плазмы [1]. Нами было проведено модифицирование ПВТМС в разряде постоянного тока на аноде и установлено существенное увеличение коэффициента разделения смеси O2/N2 от α=3.8 до α=10.0 [2]. В этой связи значительный интерес представляет исследование процесса модифицирования ПВТМС мембраны в разряде постоянного тока и изучение изменений структуры и морфологии поверхности, приводящих к улучшению газоразделительных свойств.

В работе использовали гомогенные пленки из ПВТМС, которые получали поливом 5% раствора в толуоле на целлофановую подложку с последующим вакуумированием до достижения постоянного веса. Модифицирование пленок проводили в разряде постоянного тока (РПТ) на установке и с помощью методики, которые использованы в работе [2]. Пленки обрабатывали на аноде, давление рабочего газа (фильтрованный атмосферный воздух) составляло ~20 Па, ток разряда 50 мА, время 30с. Было показано, что изначально гидрофобная поверхность ПВТМС (угол смачивания по воде θ=100º) приобретала свойство гидрофильности (θ=8º), сохраняющееся в течение длительного времени (через 40 суток θ=32º). Известно, что изменения поверхностных свойств полимеров, модифицированных в плазме, связаны с изменением химической структуры и морфологии поверхности [1]. Изучение химической структуры поверхности ПВТМС методом рентгенофотоэлектронной спектроскопии показало, что после воздействия РПТ на поверхности появляется значительное количество новых кислородсодержащих групп, а химический состав отвечает, в основном, SiO2. Было найдено также значительное изменение морфологии поверхности пленок. Методом атомно-силовой микроскопии было установлено существенное увеличение средней шероховатости (Ra) от 0.18 до 0.63 нм, а также рост среднеквадратичной шероховатости (Rms) от 0.23 нм до 1.19 нм. Полученные данные свидетельствуют, что увеличение газопроницаемости ПВТМС, модифицированной в РПТ на аноде, связаны, по-видимому, с изменением химической структуры и морфологии поверхности полимера.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №20-08-00655.

Природные полимеры как эмульгаторы для стабилизации границы раздела фаз масло/вода

Ивановская Е.В., Хайбуллин З.И., Попырина Т.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
РХТУ им. Д.И.Менделеева, Москва

Эмульсии находят широкое применение в различных отраслях промышленности: пищевой, химической, биомедицинской и др. В фармацевтике их перспективность заключается в способности модифицировать свойства лекарственных препаратов: регулировать биодоступность, устранять раздражающие действие на слизистую оболочку, маскировать горький вкус. Но эмульсии также применяют в качестве более сложных систем доставки лекарственных средств (в т.ч. адресной и/или пролонгированной доставки, в т.ч. тераностических систем) или многофункциональных клеточных микроносителей. Приготовление таких систем требует использования природных эмульгаторов для стабилизации границы раздела фаз, которые обладают лучшей биосовместимостью и биодеградируемостью, по сравнению с синтетическими.

Целью данной работы являлось исследование различных природных макромолекул (белков, олиго/полисахаридов) с точки зрения их способности стабилизировать границу раздела фаз масло/вода, в т.ч. в процессе получения микрочастиц из полилактида методом испарения растворителя из эмульсий масло/вода. Дисперсную фазу – раствор полилактида (5 мас.%) в смеси дихлорметан:ацетон (9:1 об:об) смешивали с дисперсионной средой – 1 мас.% водными растворами полисахаридов (хитозан, арабиногалактан, гидроксиэтилцеллюлоза, гуар, гидроксипропилгуар, гиалуроновая кислота и натрий карбоксиметиллцеллюлозы) или белков (коллаген, желатин, β-лактоглобулин, рисовый протеин и др.) с помощью 4-х лопастного мешальника до полного испарения растворителя из дисперсной фазы, что привело к переводу эмульсии в суспензию микрочастиц полилактида. Способность полисахаридов/белков стабилизировать границу раздела фаз оценивали по выходу микрочастиц и их распределению по размерам. Выход в случае использования белков в качестве эмульгаторов был выше, чем в случае использования полисахаридов.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №19-53-45048.

Изготовление интегральных силовых конструкций повышенной теплостойкости

Исхаков В.С.
Научный руководитель — Морозов Б.Б.
ОКБ Сухого, Москва

Современные силовые конструкции летательных аппаратов имеют тенденцию к усложнению геометрии, методов производства и контролепригодности. Интегральные конструкции позволяют решить множество задач конструктивного характера.

Интегральные конструкции позволяют существенно снизить стоимость изготовленных деталей за счет уменьшения количества операций (раздельное изготовление элементов, подгонка, сборка, в т.ч. установка механического крепежа), а также сократить цикл их изготовления. Кроме того, интегральные конструкции имеют дополнительные преимущества по сравнению с классическими сборными: однородность материалов (одинаковый КЛТР, одинаковые механические характеристики) обеспечивают лучшую совместную работу элементов изделия под воздействием внешних нагрузок

Наиболее распространены два подхода к повышению теплостойкости – изготовление конструкции целиком из теплостойкого материала и формирование теплостойкого защитного слоя. Первый метод может быть дорогостоящим и трудозатратным, а теплозащитный слой не всегда возможно сформировать (например, для внутренних силовых конструкций). Для изготовления интегральных деталей из теплостойких материалов

необходимо решить задачу оптимизации: сократить количество формований, повысить контролепригодность обеспечить качество готовой продукции.

В современных изделиях авиационной техники широко применяются угле- и стеклопластики на основе клеевых препрегов типа КМКУ и КМКС. Характерной особенностью этих материалов является то, что в качестве связующего используется клеевая композиция. То есть, препреги априори при формовании могут образовывать клеевые соединения с различными субстратами.

Изготовление деталей интегральной конструкции из клеевых пластиков может производиться путем совместного отверждения элементов. Однако, такой подход требует наличия довольно сложной разборной оснастки для позиционирования собираемых элементов, не имеющих достаточной жесткости. Зачастую также требуется отдельная оснастка для формирования заготовок отдельных частей детали, например полустрингеров для подкрепленной панели.

В целях упрощения технологии изготовления интегральных деталей, уменьшения потребного количества и сложности оснастки, в настоящей работе проведена отработка режимов предварительного уплотнения заготовок с целью придания им жесткости, достаточной для сохранения требуемой формы вплоть до полного отверждения при минимальной поддержке.

За рубежом одним из способов соединения отдельных элементов конструкции являются так называемые π-стыки – когда предварительно отвержденные детали соединяются между собой с помощью клея и специального промежуточного элемента. В качестве упрощенной альтернативы такого соединения мог бы выступить клеевой наполненный компаунд, По запросу ОКБ Сухого, ООО «ИТЭКМА» была изготовлена экспериментальная партия компаунда на основе бисмалеинимидного связующего М-250 и рубленого углеродного волокна. Подкрепляющие элементы были установлены на обшивку и зафиксированы с помощью экспериментального компаунда.

В целях упрощения технологии изготовления интегральных деталей, уменьшения потребного количества и сложности оснастки, в настоящей работе проведена отработка режимов предварительного уплотнения заготовок с целью придания им жесткости, достаточной для сохранения требуемой формы вплоть до полного отверждения при минимальной поддержке.

В качестве опытного образца была изготовлена интегральная силовая конструкция имитирующая два лонжерона сотовой конструкции, состыкованные монолитными обшивками с помощью наполненного компаунда

При сборке технологического пакета не использовались цулаги. Для предотвращения чрезмерного отжима связующего поверх валика из компаунда выкладывался двойной слой антиадгезионной пленки.

Отверждение компаунда производилось по режиму 1-й стадии отверждения бисмалеимидного связующего. По его завершении технологический пакет разбирался, а образец конструкции подвергался окончательной термообработке в свободном состоянии.

Выводы

1. Интегральные конструкции на основе клеевых углепластиков могут быть изготовлены с использованием упрощенной технологической оснастки за счет проведения предварительного частичного отверждения связующего в заготовках, обеспечивающего сохранение требуемой формы изделий.

2. Детали интегральной конструкции на основе бисмалеимидного углепластика могут быть изготовлены с использованием упрощенной оснастки путем установки на выложенный пакет препрега предварительно отвержденного, но не подвергавшегося термообработке дополнительного элемента.

3. Перспективным способом изготовления интегральных конструкций из бисмалеимидного углепластика может быть способ соединения отдельных элементов с помощью компаунда на основе связующего и рубленого углеродного волокна.

Технологии получения керамических порошков и области их применения

Катиева Л.Р., Юсупов И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов В.К.
БашГУ, Уфа

В настоящее время важную роль в науке и инженерной деятельности играют порошковые технологии. Они составляют основу всевозможных современных технологий: начиная от переработки различных материалов, порошковой металлургии и заканчивая аддитивными технологиями и технологиями газотермического напыления защитных покрытий.

Порошковые технологии – это собирательное название ряда технологических процессов и операций получения порошков различными методами. Основной акцент в этих технологиях делается на определения размеров и формы частиц, а также на свойства порошков, определяющие их область применения. Поэтому в порошковых технология предметом изучения является закономерности получения порошков, анализируется зависимость показателей физико-механических свойств от способа получения.

Сейчас одним из самых востребованных порошков для авиакосмической области, промышленности являются керамические порошки. Это связано с их высокими теплофизическими и механическими свойствами. Но в определенных условиях даже высокие показатели керамики недостаточно в связи с чем в керамические порошки вводят незначительное количество модифицирующей добавки. В результате основа порошка не изменяется, но радикально меняются физико-механические показатели.

В настоящее время керамические порошки можно получить как твердофазным спеканием твердых веществ, карботермическим синтезом, так и самораспространяющимся высокотемпературным, плазмохимическим и растворным синтезом, диссоциацией сложных соединений и электролизом. В данной статье рассмотрим технологии получения керамических порошков разного состава, а также изучим возможные области их применения.

В патентной работе [1] получают порошок керамического композиционного материала муллит-оксид циркония. Для этого в начале смешивают гидролизованный тетраэтоксисилан с хлоридом алюминия и получают смесь муллита. Затем в эту смесь добавляют тетрагональный оксид циркония и проводят гелирование путем обработки аммиаком (NH4OH). Далее производят сушку заготовки с последующим получением порошка и термическую обработку. Данный материал используется для изготовления химически стойких высокотемпературных изделий.

Керамические покрытия находят широкое применения не только в промышленности, но и в авиации. К примеру, продолжительное время в качестве покрытия использовался состав из алюминия и кремния на основе хрома. Данное покрытие имело высокое сопротивление коррозии и отличалось термостойкостью. Однако позже определили, что хром (шестивалентный) из приведенного состава является экологически опасным материалам и требует замены. В ходе исследований [2] удалось создать керамический состав на основе силиката. Связующее представляет собой легированный литием силикат калия в комбинации с алюминиевым порошком. Отличием является то, что данный состав безопасен и его можно использовать для нанесения защитного покрытия на различные твердые подложки, полученные из железистых сплавов, никелевых и никелево-кобальтовые сплавов и других металлических и неметаллических термостойких поверхностей. Покрытие, полученное в данном патенте, отличается высоким сопротивлением коррозии и нагреванию, а также сохранением гибкости и адгезии. Важным преимуществом состава является то, что его можно наносит на поверхность любыми традиционными методами, известными в данной области техники, такими как: распыление, нанесение кистью, окунание.

В статье [3] рассматривают способ получения керамического материала системы ZrO2–Y2O3, имеющий высокую прочность. Для этого порошок на основе ZrO2, стабилизированного с Y2O3, синтезировали методом сжигания нитратов (использование реакций горения при взаимодействии азотнокислых растворов металлов (окислитель) с

органическими добавками (восстановитель) в процессе нагревания при 100–300 °С.). Перед формованием порошки были подвергнуты механоактивации в мельнице с шарами из диоксида циркония. Используя метод изотактического прессования, получили образцы, которые затем обжигали при 1350 °С. После обжига линейная усадка образцов составила 28–33 %, средний размер зерен керамики около 0,5 мкм, а предел прочности при изгибе 700–800 МПа.

Таким образом, используя различные методы модифицирования керамических порошков, можно значительно повысить их основные функциональные свойства, а также расширить области их применения. При выборе метода модифицирования важно учитывать степень кристалличности порошка, глубину модифицирования, а также требуемые свойства

Список использованных источников:

1. Способ получения порошка керамического композиционного материала: пат. 2292320 Рос. Федерация: МПК C04B 35/624

2. Свободные от хрома керамические составы на основе силиката: пат. 2673685 Рос. Федерация: МПК C04B 41/50

3. Комоликов Ю.И., Пудов В.И. Получение прочной керамики системы ZrO2–Y2O3 из порошков, синтезированных методом сжигания нитратов // Новые огнеупоры 2016, №3. с. 58

Исследование и моделирование адгезионных соединений титана со стеклокомпозитом при межслоевом сдвиге

Кобзев М.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Червяков А.А.

МАИ, Москва

В современной авиации широкое применение помимо механических соединений нашли адгезионные соединения. Такие соединения имеют ряд преимуществ. Они позволяют оптимизировать форму летательных аппаратов, позволяют снизить массу конструкции, обеспечивают необходимую герметичность. Одним из важных достоинств адгезионных, в том числе и клеевых, соединений является возможность соединения разнородных материалов, например, металла и полимера, что в сочетании с возможностью соединения тонкостенных слоёв металла и клеевых препрегов между собой или через клеевую прослойку позволяет изготавливать гибридные металло-полимерные композиционные материалы. Сочетание металла и полимера в материалах позволяет реализовать труднодостижимые свойства, например, повышенную термоэрозионную стойкость вкупе со сниженной плотностью материала.

Целью работы является исследование адгезионных соединений титана со стеклокомпозитом. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изготовлены образцы с различными способами подготовки поверхности, в том числе с применением клеевого подслоя на титане, для проведения испытания на межслоевой сдвиг адгезионного соединения титан-стеклокомпозит, разработаны модели такого адгезионного соединения, и промоделировано аналогичное испытание.

В рамках экспериментальных исследований в качестве образца для анализа деформационно-прочностных свойств адгезионного соединения с различными видами подготовки поверхности использовали классический образец для определения межслоевого сдвига клеевого соединения. Образец состоит из металлической и композитных пластин, склеенных внахлёст просто за счёт адгезии клеевого связующего к титану, и склеенных внахлёст различным адгезивом. Изготовленные образцы были испытаны на разрывной машине, рассчитана прочность адгезионного соединения при сдвиге.

В программном комплексе Ansys разработана модель для теоретического исследования деформационно-прочностных свойств, аналогичная по своим геометрическим характеристикам и условиям проведения реальному эксперименту. В качестве физических характеристик заданы паспортные характеристики металла, композита и клеевого подслоя.

Проведён сравнительный анализ результатов эксперимента и численного моделирования, который показал хорошую корреляцию расчётных и экспериментальных данных.

Оптимизация конструкции пресс-форм для автоклавного процесса изготовления полимерных композиционных материалов

Ковтунов С.С., Утябаева А.Р., Конюшок В.В.
Научный руководитель — Хван А.В.
МАИ, Москва

Автоклавный процесс широко используется в технологических процессах производства термореактивных матричных композиционных материалов. В ходе технологического процесса неравномерность распределения температуры в автоклаве может привести к несинхронному отверждению композита, что, в свою очередь, снижает показатели механических свойств композитных деталей. Для повышения эффективности отверждения необходимо провести конструкторскую оптимизацию автоклавных форм.

Армированный волокнами полимерный композит широко используется в аэрокосмической промышленности благодаря своей высокой жесткости и легкости. В производстве термореактивных матричных композитов процесс автоклавного отверждения является одним из наиболее распространенных методов. Промышленные автоклавы используются для обработки целых конструкций самолетов. Поскольку принудительная конвекция воздуха является основным источником теплопередачи в автоклаве, большие размеры автоклава и сложные формы пресс-форм определенно приводят к неравномерности распределения температуры. Затеняющие эффекты не только приводят к задержке скорости нагрева, но и приводят к чрезмерному парциальному градиенту температуры несжимаемых деталей. Остаточное напряжение, оказывающее существенное влияние на механические свойства композитов, сильно зависит от температурного градиента. При достижении максимально допустимого температурного градиента в составной части необходимо продлить фазы нагрева и сохранения цикла отверждения, а процесс автоклава, как правило, занимает больше времени.

В данной работе создана численная модель, основанная на методе конечных объемов, для моделирования распределения температуры внутри автоклава и верифицированная известными экспериментальными данными. Затем в цифровую модель вводится типичная конструкция пресс-формы, покрытая композитами и упрощенными вспомогательными материалами. Кроме того, представлен метод, сочетающий численную модель с генетическим алгоритмом, для оптимизации конструктивных параметров субструктуры пресс-формы с целью повышения синхронности отверждения. В качестве цели принимается максимальное стандартное отклонение степени отверждения композитных деталей, а в качестве ограничения-деформация формы при подъеме. Результат показывает, что максимальное стандартное отклонение степени отверждения в композитных деталях улучшается на 17,21%, что свидетельствует о лучшей синхронности отверждения при представленном способе.

Термопластичная пултрузия

Конюшок В.В., Ковтунов С.С., Утябаева А.Р.
Научный руководитель — Хван А.В.
МАИ, Москва

Сегодня полимерные композиционные материалы нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Популярность композиционных материалов обусловлена их свойствами, такими как высокая удельная прочность и жесткость; повышенная прочность; высокая усталостная, химическая и коррозионная стойкость; удобство транспортировки и сборки композитных конструкций. Композиционные материалы производятся различными способами, например, автоклавным формованием, формованием с переносом смолы, компрессионным формованием, намоткой нитей и пултрузией. Пултрузия — это процесс, при котором пакет армирующих волокон, пропитанных смолой, протягивается через нагретый блок фильеры, где происходит процесс полимеризации.

Также стоит отметить, что пултрузия - один из наиболее эффективных методов получения полимерных композитных конструкций с постоянным поперечным сечением. Пултрузионные профили широко используются в мостостроении, транспортной промышленности, энергетике, а также в гражданском и архитектурном строительстве. Однако, несмотря на многие преимущества термопластичных композитов перед термореактивными, рынок термопластической пульверизации демонстрирует значительно меньшие объемы производства по сравнению с термореактивными. Изучая процессы термопластической пултрузии, сырье, механические свойства термопластических композитов, методы моделирования процессов, патенты и применения термопластической пултрузии, этот обзор направлен на анализ существующего разрыва между термореактивными и термопластичными пултрузиями с целью продвижения развитие последнего. Поэтому, наблюдая за пултрузией термопластов с новой точки зрения, существует намеренность выявить текущие недостатки и проблемы, предложить будущие исследования и направления применения.

Исследование и разработка термостабильного углерод-углеродного композиционного материала для длительных времен эксплуатации при температурах более 2000 °C

Корчинский Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Колесников С.А.
МАИ, Москва

Научно-технический прогресс в областях, связанных с эксплуатацией техники в экстремальных условиях, способствовал распространению практики применения изделий из углерод-углеродных композиционных материалов (УУКМ), эксплуатационные и технологические свойства которых обеспечиваются путем подбора состава и свойств наполнителя и матрицы. Новейшим этапом в развитии композиционных конструкционных материалов стала разработка многомерных структур из углеродных стержней или тканей, уложенных согласно схеме армирования в нескольких направлениях. В качестве связующих веществ в зависимости от целевого назначения материала применяют пеки, смолы, пироуглерод.

На работоспособность подобных композиционных материалов значительное влияние оказывает совместимость коэффициентов теплового расширения матрицы и наполнителя; она же в значительной мере определяет характер напряжений в изделии.

Учитывая высокую ответственность изделий из УУКМ особую актуальность приобретают вопросы термостабилизации матрицы (высокотемпературного каменноугольного пека) и наполнителя (углеродного волокна и/или стержней).

Для изготовления УУКМ были отобраны углеродные ткани (УТ–900–3М и UWB–200–3К–ЕР). Определено значение эффективной температуры термообработки тканей – 2000 и 1450°С соответственно. Для формирования матрицы УУКМ использован типовой технологический процесс с некоторыми изменениями (заменены операции по сборке 3D каркаса на 2D выкладку слоев ткани). Также внедрена операция “Сверх высокотемпературная обработка (СВТО)” (Тобр= 2600 °С) после 2 и 5 операции пропитки и карбонизации под давлением (ПКД).

Для испытаний по определению плотности, коэффициента температурного линейного расширения (КТЛР), коэффициента теплопроводности, предела прочности при растяжении были выбраны следующие образцы УУКМ:

1. Наполнитель УТ-900-3М, ТТО= 2600 °С после ПКД-2;
2. Наполнитель УТ-900-3М, ТТО= 2600 °С после ПКД-5;
3. Наполнитель УТ-900-3М, ТТО= 2150 °С после ПКД-5;
4. Наполнитель UWB-200, ТТО= 2600 °С после ПКД-2;
5. Наполнитель UWB-200, ТТО= 2600 °С после ПКД-5;
6. Наполнитель UWB-200, ТТО= 2150 °С после ПКД-5.

Обсуждение результатов

Определение коэффициента теплопроводности методом продольного теплового потока в стационарном режиме

Сущность метода заключается в измерении величины теплового потока, пропускаемого через испытуемый образец, и возникающего при этом перепада температур между рабочими поверхностями образца.

Теплопроводность пластин прошедших через операцию СВТО (№ 1,2,4,5) выше в 2-3 (λ= 134,2 – 270,7 Вт/(м·К) раза, чем теплопроводность пластин, не проходивших термообработку (λ= 68,1 – 60,5 Вт/(м·К) при 2600 °С (№ 3,6). Это объясняется тем, что при графитации происходит повышение степени совершенства кристаллической структуры матрицы и наполнителя – уменьшение межслоевого расстояния и рост размеров кристаллитов при одновременном увеличении степени ориентации графеновых слоёв относительно оси волокна.

Также наблюдается относительно низкое значение теплопроводности перпендикулярно слоям ткани (λ= 18,2 – 58,9 Вт/(м·К), которое доказывает, что теплопроводность в 2D углеродных композитах носит в первую очередь волоконный механизм передачи тепла.

Определение температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) в интервале температур от 20 до 3000 °С

Сущность метода измерения ТКЛР заключается в совместном измерении удлинения образца и изменения температуры, вызвавшего это удлинение в заданном диапазоне температур.

Значение КТЛР не термообработанных образцов (αср= 2,50·10-6 К-1) выше приблизительно в 2 раза нежели термообработанных (αср= 1,32·10-6 К-1). Также заметно отсутствие влияния эффективной температуры обработки наполнителя на значение ТКЛР.

Определение предела прочности при растяжении.

Значения предела прочности при растяжении, полученные на данном этапе работ, не являются корректными. Образцы УУКМ как графитированные, так и изготовленные по стандартной технологии либо выскальзывают из захватов, либо разрушение происходит в области захватов.

Данное явление связано с появлением углеродных чешуек на поверхности образцов, полученных в процессе сверх высокотемпературной обработки. Графеновые чешуйки имеют крайне низкий межслоевой предел прочности, что и способствует выскальзыванию образца из захватов.

На настоящий момент времени есть предложение по частичному переоснащению разрывной машины. А именно замены стандартных захватов на оснастку.

С помощью оснастки, в которую заранее интегрировано углубление в виде лопаток образца, удастся избежать прямого контакта поверхностей образца и захватов, а как следствие избежать влияния на результат испытаний графеновых чешуек.

Исследование текучести спиральных наноструктур жидкокристаллических сегнетоэлектриков

Кузнецов А.В., Ткаченко Т.П.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пожидаев Е.П.

МАИ, Москва

Известно большое количество (более десять) фазовых состояний жидких кристаллов, которые подразделяются на 2 больших класса: нематические и смектические жидкие кристаллы (СЖК) [1]. Нематические жидкие кристаллы (НЖК) характеризуются некоторой самопроизвольно возникающей ориентацией длинных молекулярных осей (ориентационный порядок). НЖК текут, как обычные жидкости. У СЖК, помимо ориентационного порядка, существует и трансляционный порядок: центры масс молекул упорядочены в одной плоскости, которая называется плоскостью смектического слоя. СЖК – это специфический тип двумерных кристаллов, которые, вообще говоря, текучестью не обладают, а

разрушаются под действием механического напряжения, подобно обычным трёхмерным твёрдым кристаллам. Если СЖК состоят из хиральных молекул, или в их состав входят хиральные молекулы, то направление преимущественной ориентации длинных молекулярных осей распределено в пространстве по спирали [2]. Период (шаг) спирали некоторых хиральных молекулярных структур СЖК достигает 50 – 100 нм [3], а сами структуры называют спиральными наноструктурами жидкокристаллических сегнетоэлектриков (СНЖС), так как спонтанная поляризация возникает вследствие хиральности [4]. В СНЖС наблюдается электрооптический эффект, обусловленный деформацией спирали в электрическом поле [5]. Этот эффект используется в дисплейных ячейках и фотонных преобразователях [6].

СНЖС обычно не текут, как жидкости и НЖК, а для повышения механической устойчивости дисплеев и фотонных преобразователей необходимо разработать текучие СНЖС. В данном исследовании представлены результаты работы по решению этой задачи. Текучий СНЖС получен нами при смешивании обычного текучего НЖК и немезогенного хирального соединения Бис [(1S) -1-метил-2 - {[(1S) -1-метилбутил] окси} -2-оксоэтил] 1,1 ': 4', 1 " - терфенил-4,4 " – дикарбоксилат, мольная концентрация которого в смеси не превышала 15%.

Экспериментально показано, что величины текучести хирального НЖК и разработанного нами СНЖС соизмеримы при одной и той же температуре — при 50 градусах Цельсия, а при понижении температуры текучесть СНЖС уменьшается по экспоненциальному закону.

Работа выполнена при финансовой поддержке: гранты №19-52-06005 МНТИ_а, №20-02-00746 А..

Список использованных источников:

1. E. B. Loginov, Z. X. Fan, W. Haase, Landau approach for the phase transition in ordered loquid crystals. Part 1. Hexatic phases, Mol. Mat., 5, 1995, pp. 123-142.
2. С. А. Пикин. Структурные превращения в жидких кристаллах. – М., Наука, 1981.
3. V. Mikhailenko, A. Krivoshey, E. Pozhidaev, et al., The nanoscale pitch ferroelectric liquid crystal materials for modern display and photonic application employing highly effective chiral components: Trifluoromethylalkyl diesters of p-terphenyldicarboxylic acid, Journal of Molecular Liquids, 2019.
4. R. B. Meyer, L. Libert, L. Strzelecki, P. Keller. Ferroelectric Liquid Crystals. J. De Phys. Lett., v. 36, 1975, L-69 L-71.
5. L. A. Beresnev, V. G. Chigrinov, D. I. Dergachev, E. P. Poshidaev, J. Funfshilling, M. Schadt, Deformed helix ferroelectric liquid crystal display – a new electrooptic mode in ferroelectric smectic C* liquid crystals, Liquid Crystals, 5, №4, 1979, pp. 1171-1177.
6. E. P. Pozhidaev, T. P. Tkachenko, A. V. Kuznetsov, I. N. Kompanets, In-plane Switching Deformed Helix Ferroelectric Liquid Crystal Display Cells, Crystals, 9, 543, 2019.

Исследование проблемы ремонта конструкций из композиционных материалов

Кузякина Е.А., Малинина Д.Д.
Научный руководитель — Коробовский А.В.
МАИ, Москва

В авиационной промышленности композиционные материалы применяются с целью повышения прочности конструкций и снижения их массы. Однако, несмотря на преимущества, данные материалы подвержены износу и различным повреждениям, что может оказывать значительное влияние на характеристики воздушного судна, а также на безопасность эксплуатации. Вследствие особенностей структуры композитных материалов их ремонт сложнее, чем для металлов. Именно поэтому это направление является темой многих исследований.

Основными проблемами осуществления ремонта композитных конструкций является его трудоемкость, отсутствие единых методов и технологий ремонта, а также сложность необходимого оборудования. Однако некоторым компаниям удалось разработать собственные технологии ремонта и внедрить их в практику эксплуатации. Одной из таких компания является Lufthansa Technic, где используют роботизированную систему CAIRE, которая сканирует повреждения, идентифицирует поверхность и рассчитывает путь фрезерования для вырезки поврежденного материала (с учетом шарнирных соединений). После этого ремонтные слои обрезаются по размеру и вставляются в трехмерную поверхность, созданную роботом. Затем вновь вставленную деталь вручную приклеивают к фюзеляжу и отвердевают.

Другим примером успешного внедрения технологий ремонта композитных конструкций является Airbus Group Innovations. Данная компания использует роботизированный манипулятор со сменными головками для выполнения цифрового сканирования, ультразвукового контроля и фрезерования для устранения повреждений композитных изделий.

Также важным аспектом, препятствующим более раннему развитию данного направления, является отсутствие квалифицированных кадров. Для решения этой проблемы Комитет по ремонту компонентов гражданских самолетов из композиционных материалов разработал стандарт для программ обучения составному ремонту, который определяет базовые знания, необходимые для технического специалиста по ремонту. Кроме того, Ассоциация инженеров автомобилестроения опубликовала стандарт AIR 4938, в котором изложен общий учебный план обучения.

В настоящее время доля применения композитных материалов как в авиационной промышленности, так и в других отраслях, растет. Поэтому можно сделать вывод о том, что направление ремонта композитных конструкций требует дальнейшего развития. Для этого необходима качественная подготовка персонала на ремонтных предприятиях и привлечение ученых для проведения различного рода исследований и испытаний. Кроме того, существует необходимость введения единых стандартов по ремонту композитных конструкций, так как это позволит значительно повысить безопасность эксплуатации авиационной техники.

Изучение влияния обработки поверхности и модификации наполнителя на прочность межфазного слоя в стеклопластиках с полипропиленовой матрицей

Ларионов И.С., Балькаев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

Цель работы: изучить зависимость изменения механических характеристик стеклопластиков с полипропиленовой матрицей от видов обработки армирующего наполнителя и модификации компонентов композита.

Полипропилен (ПП) - один из важнейших полимеров общего назначения. Его относительно низкая стоимость, универсальность, устойчивость к химическим воздействиям, пригодность для вторичной переработки и хорошая технологичность сделали его одним из самых распространённых компонентов на рынке композиционных материалов. Для решения инженерных задач нередко возникает необходимость улучшения механических и термических свойств полимеров, что наиболее часто достигается путём их армирования стекловолокном (СВ). Как и ПП, СВ имеет целый ряд положительных качеств, делающих его отличным сырьем для композиционных материалов, и одними из его самых важных достоинств являются низкая теплопроводность, высокая химическая устойчивость, низкая стоимость и высокая доступность. Включение коротких СВ в термопластические матрицы придает этим материалам жесткость, прочность и термическую стабильность с некоторой потерей деформации до разрушения. В связи с этим, стеклопластики на основе

полипропилена являются одними из самых дешёвых композиционных материалов на рынке, сохраняя достоинства входящих в их состав компонентов.

К сожалению, стеклонаполненные полипропилены имеют узкую сферу применения и не используются при изготовлении ответственных и высоконагруженных деталей. ПП не может вступать в реакцию со стекловолокном и не проявляет никакой совместимости с ним. Гидрофильная природа стекловолокна из-за его поверхностных гидроксильных групп отрицательно влияет на адгезию к гидрофобной термопластической матрице, что приводит к слабым связям на границе раздела и низким механическим свойствам композита [1].

В настоящее время известно 2 основных пути решения проблемы слабого взаимодействия ПП и СВ, которые неразрывно связаны друг с другом: очистка поверхности волокна от замасливателей / загрязнителей и модификация наполнителя или матрицы связующими агентами. Методы модификации делятся на: обработку поверхности СВ с использованием связующих компонентов [2], или зародышеобразователей для увеличения транскристалличности [3], введение межфазного компатибилизатора в матрицу [4]. Кроме того, иногда применяют обработку волокна коронным разрядом или низкотемпературной плазмой. Однако на успех каждого, из вышеперечисленных методов в значительной степени влияет правильная очистка наполнителя от посторонних веществ, потому сложно недооценить её влияние на формирование прочного межфазного слоя. Существует несколько способов очистки: термообработка, промывка и экстрагирование, а также комбинированные способы.

В данной работе было выбрано рубленное стекловолокно 560 A Jushi длиной 4,5 мм в качестве армирующего наполнителя для полипропилена марки 1262R ПАО НКНХ.

Очистка поверхности армирующего материала проводилась следующими способами: отжиг в муфельной печи при 300°C в течение 2 ч.; обработка парами изопропилового спирта в течение 72 ч; обработка парами ацетона в течение 72 ч; промывка в этаноле. Также были проведены 3 комбинированные обработки, заключавшиеся в очистке каждым из трёх растворителей по отдельности (72 ч) с последующим кратковременным отжигом при 300°C (20 мин). Дополнительно, часть волокон после каждого из методов обработки была покрыта силановым связующим агентом А-1100. Для этого волокна помещались в ёмкость с 90% спиртовым раствором силана, после чего сушились в печи при T=80°C в течение 45 мин, затем температура повышалась до 120°C на 60 мин.

После обработки поверхности и модификации стекловолокна методом двухшнековой экструзии были изготовлены композиционные материалы с полипропиленовой матрицей в виде гранул из которых далее методом литья под давлением изготавливались стандартные образцы для проведения физико-механических испытаний. По данным прочности на разрыв были сформированы выводы о целесообразности применения каждого из способов очистки.

Проведённое исследование показало, что очистка поверхности стеклянного наполнителя от загрязнителей, совмещенная с покрытием волокна силановым агентом заметно увеличивает механические и прочностные характеристики стеклонаполненного полипропилена. Предложенная в работе методика обработки армирующего наполнителя имеет перспективы для использования в промышленных масштабах.

Анализ трещиностойкости эпоксистеклокомпозита с использованием метода конечных элементов и модели когезионной зоны

Ленский А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Салиенко Н.В.
МАИ, Москва

Несущая способность и эксплуатационная долговечность слоистых полимерных композиционных материалов (ПКМ) при их работе в условиях совместного действия механической нагрузки и окружающей среды в решающей степени определяются способностью сопротивляться образованию трещин и их критическому или докритическому росту в местах дефектов. Наличие дефектов в конструкциях из ПКМ приводит к снижению

физико-механических характеристик и надёжности эксплуатации. Для обеспечения надежности элементов конструкций летательных аппаратов из слоистых ПКМ с точки зрения устойчивости к росту существующих и инициированию новых межслоевых дефектов необходимо правильно оценивать и прогнозировать показатели такой устойчивости.

При сложной конфигурации конструкции и дефекта, классические методы определения трещиностойкости слоистых ПКМ не позволяют правильно оценить трещиностойкость материалов. В связи с этим одним из эффективных инструментов для оценки возникновения и роста трещин становится использование разработанных в рамках линейно упругой механики разрушения микромеханических моделей трещин совместно с методом конечных элементов.

В рамках данной работы разработана 3D конечно-элементная модель образца в виде двухконсольной балки из слоистого эпоксистеклокомпозита ВПС на основе препрега КМКС при нагружении по моде I с имплантированными моделью и экспоненциальным законом когезионной зоны (МКЗ и ЗКЗ), а также методики расчета зависимости нагрузки на края трещины от ее раскрытия и распределения локальных напряжений по длине моделируемой когезионной зоны от ее начала при заданных параметрах ЗКЗ и различной длине конечных интерфейсных элементов. С помощью нестандартной методики определены критическе параметры когезионной зоны: локальная межслоевая когезионная прочность σC, максимальное раскрытие когезионной зоны δmax и длина когезионной зоны lкз. Исследовано влияние размеров конечно-элементной сетки и, соответственно, числа интерфейсных элементов, приходящихся на длину когезионной зоны, рассчитанной по экспериментально определенным параметрам ЗКЗ, на точность численного предсказания начала расслоения с целью минимизации объема вычислений.

Нанесение покрытий из хитозана на поверхность порошка из полилактида

Лунёв И.В., Бирдибекова А.В., Попырина Т.Н.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва

Значимость биологически совместимых и биоразлагаемых полимеров в современном мире растет в геометрической прогрессии: от борьбы за улучшение экологического портрета мира до научных прорывов в различных областях медицины (системы адресной/пролонгированной доставки лекарств, регенеративная медицина и т.д.). Полилактид (ПЛА) – биодеградируемый и биосовместимый полимер, который находит свое применение в производстве протезов, частиц для доставки лекарств, косметологии и многих других сферах. Также ПЛА крайне актуален в развивающейся области аддитивных технологий, так как пригоден для получения материалов заданной архитектуры с помощью 3D-принтеров и селективного лазерного спекания. Во многих случаях для обеспечения возможности формования материалов из ПЛА или их правильного функционирования необходимо наносить покрытия. Одним из наиболее подходящих для нанесения покрытий полимеров является хитозан полисахарид, получаемый из хитина ракообразных, насекомых и т.д. Во-первых, хитозан является биодеградируемым и биоактивным полимером, что может повысить биосовместимость материалов из ПЛА. Во-вторых, нанесение гигроскопичного полисахарида на поверхность изделий из гидрофобного ПЛА является эффективным способом для регулирования гидрофильно-гидрофобного баланса их поверхности.

Целью работы является исследование эффективности предварительной активации поверхности порошка из ПЛА в смеси растворителей на иммобилизацию хитозана на поверхность частиц, а также оценка влияния этого способа нанесения покрытий на физико-химические и геометрические характеристики порошка. В работе использовали ПЛА марки Natureworks 4043D (США) с молекулярной массой ММ 100 кДа в форме порошка из частиц с размером 100-200 мкм. Активацию поверхности частиц ПЛА проводили с помощью диспергирования порошка в смеси ацетона с водой (1:1 об/об) в течение 2-х часов при

постоянном перемешивании на магнитной мешалке для частичного набухания поверхностного слоя частиц. Далее порошок быстро помещали в 1% раствор хитозана в водном растворе уксусной кислоты с дальнейшей инкубацией в течение 24 часов. Покрытый промывали дистиллированной водой и сушили в тонком слое в беспылевом шкафу.

Результаты световой и сканирующей электронной микроскопии показали, что активация поверхности, описанным выше способом, не нарушает изначальную форму частиц и несущественно изменяет их размер. Качественный анализ эффективности иммобилизации хитозана проводили с помощью нанесения селективного, по отношению к аминогруппам хитозана, флуоресцентного красителя и последующей флуоресцентной микроскопии, которая показала однородное нанесение полисахарида на поверхность частиц из ПЛА. Исследование адсорбции воды показало, что наличие покрытия из хитозана на поверхности частиц из ПЛА приводит к увеличению адсорбции в 2 раза, по сравнению с исходным порошком из ПЛА. Таким образом, активация поверхности в смеси растворителей является простым и достаточно эффективным способом нанесения покрытий из хитозана на поверхность частиц из ПЛА.

Оценка термического расширения эпоксидных полимеров с различной густотой сшивки

Мадиярова Г.М., Резвых А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Хамидуллин О.Л.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время широкое применение получили композиционные материалы (КМ), способные работать в аэрокосмических условиях, когда происходят большие изменения температуры [1]. При создании конструкций из полимерных композитов большое значение имеют характеристики линейного термического расширения (КЛТР). Существующие композиции армирующего и матричного материала характеризуются значительными отличиями КЛТР. Это является одной из главных причин появления проблем, которые возникают при использовании таких КМ в условиях температурного воздействия. Коэффициент теплового расширения является важным механическим свойством и оказывает существенное влияние на поведение и эксплуатационные характеристики композитных конструкций. Целесообразным является применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) с малыми значениями коэффициента линейного термического расширения. Большое тепловое расширение полимеров в настоящее время является одним из основных факторов, снижающих их полезность [2,3]. Поэтому изучение и тем самым снижение КЛТР полимерных матриц является актуальной задачей.

Целью работы явилось экспериментальное определение коэффициента линейного термического расширения полимеров с различной густотой сшивки в широком диапазоне температур.

В качестве объектов исследования был выбран ряд эпоксиноволачных смол с различной степенью полимеризации (DER354, DEN425, DEN431, DEN438) и аминный отвердитель ХТ-187. Измерения КЛТР проводились на термомеханическом анализаторе TMA 402 F1 Hyperion (Netzsch). На динамическом механическом анализаторе DMA Q800 (TA Instruments) проводились измерения по определению упруго-деформационных свойств отвержденных полимеров.

Было отмечено, что с увеличением густоты сшивки эпоксидных полимеров наблюдается снижение КЛТР, как в стеклообразном, так и высокоэластичном состоянии.

Показано, что значение термического расширения в высокоэластичном состоянии (α2) существенно более чувствительно к густоте сшивки, чем термическое расширение в стеклообразном состоянии (α1). Так для эпоксидных полимеров с наибольшей разницей густоты сшивки (на основе DER354 и DEN438) отличие α1 составляет лишь на 4%, тогда как α2 - 18%.

Работа выполнялась при финансовой поддержке АО «ОДК» (научная стипендия).

Список использованных источников:

1. Материалы и покрытия в экстремальных условиях. Взгляд в будущее: В 3 т. – Т. 1. Прогнозирование и анализ экстремальных воздействий / Ю.В. Полежаев, С.В. Резник, Э.Б. Василевский и др.; Под ред. С.В. Резника. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 224 с.

2. Escher, U. Thermal expansion of epoxy resins with different cross-link densities at low temperatures / U. Escher // Cryogenics 35 (1995) 115-778

3. Ogata, M., Kinjo, N. and Kawata, T. (1993), Effects of crosslinking on physical properties of phenol–formaldehyde novolac cured epoxy resins. J. Appl. Polym. Sci., 48: 583-601

Разработка жаростойких покрытий для жаропрочных композитов на основе углерода: анализ литературы и постановка задачи

Матуляк А.И.

Научный руководитель — к.т.н. Астапов А.Н.

МАИ, Москва

В настоящее время наиболее перспективными материалами для изготовления теплонагруженных элементов изделий ракетно-космической техники являются углерод-углеродные и углерод-керамические композиты. Данные материалы обладают низкой плотностью, малым коэффициентом температурного расширения, высокими удельными механическими характеристиками. Однако во время эксплуатации в кислородосодержащих средах при температурах, начиная с 400 °С, они окисляются и теряют несущую способность. Поэтому защита от окисления композитов с целью увеличения их рабочих температур является актуальной задачей современного материаловедения.

Данная работа является продолжением исследований, посвященных разработкам жаростойких защитных покрытий [1-3]. Выполнен критический анализ литературы по жаростойким покрытиям на основе тугоплавких боридов, карбидов и силицидов переходных металлов IV-VI групп, содержащих добавки TaSi2, TaB2, TaC [4-6 и др.]. Показано, что в процессе окисления / абляции на поверхности покрытий образуются плотные гетерогенные оксидные пленки, содержащие стеклофазу с несмешиваемыми танталсодержащими частицами (Ta2O5, Ta2Hf6O17, Ta2Zr6O17) и тугоплавкие частицы оксидов переходных металлов (HfO2, ZrO2 и др.). Несмешиваемость оксидов приводит к увеличению вязкости стеклофазы и, как следствие, к снижению диффузионной проницаемости по кислороду (согласно соотношению Стокса-Эйнштейна). Модифицирование оксидов HfO2 и ZrO2 танталом способствует замещению им катионов гафния/циркония в кристаллических решетках, что приводит к уменьшению концентрации кислородных вакансий согласно реакции Крегера-Винка [4] и, как следствие, к снижению ионной проводимости.

Предполагается, что в рамках данного исследования в качестве базовой системы для разработки жаростойких покрытий будет взята система ZrSi2-MoSi2-ZrB2 [3]. Однако, с целью увеличения температуроустойчивости будет принципиально изменено соотношение между тугоплавкими ZrB2 (Тпл = 3245°С), MoSi2 (Тпл = 2020°С) и относительно легкоплавкой ZrSi2 (Тпл = 1620°С) фазами. Предполагается, что в качестве матричной фазы будет выступать дисилицид молибдена MoSi2, а не дисилицид циркония ZrSi2, как в ранее рассмотренных составах покрытий [3]. Содержание фазы ZrSi2 планируется свести к минимуму или полностью исключить. Для увеличения вязкости формируемой при эксплуатации стеклофазы, снижения диффузионной проницаемости по кислороду и уменьшения упругости паров планируется модифицирование составов танталом, которое должно привести к увеличению степени гетерогенности образующихся оксидных пленок в результате реализации эффекта несмешиваемости оксидов (SiO2, ZrO2, Ta2O5). Наличие в пленке оксида Ta2O5 (Тпл = 1870°С) должно способствовать сохранению самозалечивающих свойств после испарения SiO2 (Тпл = 1713°С) при температурах эксплуатации порядка 2000°С и выше.

В настоящее время осуществляется планирование эксперимента в предположении, что покрытия будут формироваться из гетерофазных порошковых композиций на основе

системы ZrB2-Si-Mo-Ta с привлечением метода шликерно-обжигового наплавления с одновременным реакционным синтезом.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ по мероприятию «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов (Соглашение № 19-79-10258 от 08.08.2019 г.).

Список использованных источников:

1. Мананникова А.И. Поиск перспективных направлений повышения рабочих температур жаростойких покрытий силицидного типа // Сборник тезисов докладов XLV Международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения – 2019». Москва, 16 – 19 апреля 2019 г. – М.: МАИ, 2019. – С. 856–857.

2. Мананникова А.И., Астапов А.Н. Перспективные направления совершенствования жаростойких покрытий для жаропрочных углеродсодержащих материалов // Сборник трудов XXIX Международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации». Алушта, Республика Крым, 14 – 20 сентября 2020 г. – СПб.: ГУАП, 2020. – С. 119–120.

3. Lifanov I.P., Astapov A.N., Terentieva V.S. Deposition of heat-resistant coatings based on the ZrSi2-MoSi2-ZrB2 system for protection of non-metallic composite materials in high-speed high-enthalpy gas flows // Journal of Physics. – 2020. – Vol. 1713, No. 1. – P. 012025-1–012025-6.

4. Yan Ren, Yuhai Qiana, Jingjun Xua, et al. Ultra-high temperature oxidation resistance of ZrB2-20SiC coating with TaSi2 addition on siliconized graphite // Ceramics International. – 2019. – Vol. 45. – P. 15366–15374.

5. X.R. Ren, H.J. Li, Q.G. Fu, K.Z. Li. TaxHf1−xB2-SiC multiphase oxidation protective coating for SiC-coated carbon/carbon composites // Corrosion Science. – 2014. – Vol. 87 – P. 479–488.

6. Yan Jiang, Tianyu Liu, Hongqiang Ru, et al. Oxidation and ablation protection of multiphase Hf0.5Ta0.5B2-SiC-Si coating for graphite prepared by dipping-pyrolysis and reactive infiltration of gaseous silicon // Applied Surface Science. – 2018. – Vol. 459. – P. 527–536.

Разработка производства композитных изделий с трикотажным армированием

Минсадрова А.М.
Научный руководитель — Сахбутдинова В.Р.
КНИТУ–КАИ, Казань

Современность диктует необходимость разработки новых конструкционных материалов. Пример реализации этой потребности является трикотаж для технического назначения. В настоящее время технический трикотаж широко используется в качестве армирующего материала при производстве композиционных материалов. Использование трикотажных полотен для армирования композитных материалов открывает многочисленные возможности для получения бесшовных конструкций практически любой пространственной формы. Это достигается за счет возможности вязать изделия по контуру на трикотажных машинах или придавать вязаной заготовке нужную форму за счет локальной растяжимости.

В данной работе представлена технология изготовления ячеистого заполнителя из композиционного материала, армированного трикотажным полотном на базе эпоксидной смолы.

Для изготовления конструкции заполнителя необходим материал, обладающий достаточным значением удлинения по основе и по утку. Трикотажные ткани обладают наилучшими показателями по удлинению.

Проектирование выполнялось с помощью автоматизированной системы SIEMENS NX 12. Встроенный CAD-модуль позволяет моделировать конструкторские построения и создавать объемные тела, из которых будет представлено все изделие. Таким образом, 3D-модель ячеистого заполнителя имеет размеры 254x254x42.

Для изготовления ячеистой конструкции был выбран контактный метод формования. Контактное формование является наиболее простым по аппаратурно-технологическому оформлению способом получения полимерных композиционных материалов. Оно применяется для изготовления крупногабаритных малонагруженных деталей сложной конфигурации: коробчатых кожухов механизмов, баков, корпусов и других элементов лодок, катеров и пр.

Для формования заполнителя спроектирована оснастка, состоящая из формообразующей матрицы и силиконовой цулаги. Проектирование осуществлялось в программном продукте SIEMENS NX 12, основываясь на математической модели теоретического контура ячеистого заполнителя.

Оснастка напечатана на 3Д-принтере из PLA пластика методом послойного наплавления (3Д-печати). Использовалось ПО Repetierhost, процесс печати длился 23 часа.

Силиконовая цулага изготовлена из силиконового компаунда AxsonEssil 291 и отвердителя AxsonEssil 291 catalyser.

Одной из основных технологических операций при изготовлении ячеистого заполнителя является создание преформы вязанием кулирной глади, которое осуществлялось на однофонтурной вязальной машине 3 класса Brother KH-230.

Для того, чтобы изготовить заполнитель сначала необходимо предварительно очистить оснастку, обработать её заполнителем пор FRECOTE B-15 и антиадгезионным составом. Нанесение антиадгезива FRECOTE-770NC проводилось непосредственно перед выкладкой преформы. Было нанесено 10 слоев с интервалом выдержки между слоями 10 минут.

Процесс подготовки связующего: смола смешивается с отвердителем в соотношении 1:10 и дегазируется с созданием вакуума 5-10 Мбар.

Затем на подготовленную оснастку наносится кисточкой полученное связующее.

Поверх преформы, выложенной в формообразующую матрицу, устанавливается силиконовая цулага, которая позволяет получить хорошую поверхность с обратной стороны. Для фиксации оснастки и уплотнения необходимо положить на цулагу груз.

Отверждение проходило при температуре 50°C в течении 3 часов. После полного отверждения и остывания оснастка извлекается из печи и производится разборка оснастки и извлечение полученного заполнителя. В дальнейшем производится механическая обработка, контроль его качества и размеров.

Список использованных источников:

1. Халиулин В.И., Шапаев И.И. Технология производства композитных изделий: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан.гос. Ун-та, 2004. 332с.

2. Халиулин В.И., Батраков В.В. Технология производства изделий из композитов // Технология интегральных конструкций. Казань: Изд-во Казан.гос. техн. ун-та, 2018. С. 233.

3. Беляева А.В. Применение трикотажа для армирования композиционных материалов // Вестник молодых ученых СПГУТД. Сборник научных трудов, часть 4, СПб.: СПГУТД, 2011. С.211- 212.

Влияние аппрета тканых объемно-армированных преформ на свойства высокотемпературного углепластика

Начаркина А.В.
Научный руководитель — к.т.н. Колобков А.С.
ФГУП "ВИАМ", Москва

В настоящее время активно идет развитие и внедрение новых материалов во всех видах промышленности [1]. В настоящее время, область полимерных композиционных материалов (ПКМ) активно развивается, а в частности, углепластик, среди ПКМ, находит самое широкое применение [2, 3]. При разработке новых видов углепластиков, к ним предъявляются все более высокие требования, для возможности конкурирования с традиционными металлическими материалами, способными применятся в различных условиях эксплуатации.

Для авиационных материалов, существуют особенно высокие требования к весовым и удельным характеристикам узлов и конструкции в целом [4-5]. Для достижения поставленной задачи, проводятся работы по замене рабочего колеса центробежного компрессора (РКЦК) современных вертолетных двигателей, изготовленных из титанового сплава, на РКЦК из ПКМ.

С использованием отработанной технологии изготовления РКЦК на основе термостойкого термореактивного связующего и углеродного наполнителя — объемно армированной тканой преформы, с рабочими температурами до 300°С вырастает экономия материальных средств, а также снизятся затраты на изготовление и эксплуатацию [6,7].

При разработке материалов всегда встает ряд проблем и задач, нуждающихся в решении, не исключением является и технология изготовлении РКЦК на основе термостойкого термореактивного связующего и объемно армированной тканой преформы. Для улучшения технологических и физико-химических свойств, углеродные волокна покрываются аппретом (1,0-1,5%). Для изготовления объемно-армированных тканых преформ из углеродного жгута, его подвергают процедуре дополнительного аппретирования, в результате которой увеличивается содержание аппрета более чем в два раза (3,0-3,5%).

Для высокотемпературных углепластиков, наносимый для улучшения ткачества аппрет, имеет негативное действие, так как при температурах отверждения высокотемпературных углепластиков выше 250˚С начинается процесс деструкции аппрета, приводящий к порообразованию в полимерной матрице и влияющий на структуру и свойства углепластика [8].

В результате исследования физико-механических характеристик установлено, что углепластик на основе преформ без аппрета имеет более высокие свойства по сравнению с углепластиком на основе преформ с аппретом. Так же углепластик на основе преформы без аппрета показал сохранение упруго-прочностных свойств, после теплового старения – на 15% выше, чем углепластик с аппретом. А уменьшение влаго- и водопоглощения на 60% и 30% соответственно, говорит о том, что образцы углепластика без аппрета имеют более плотную структуру и меньше открытых пор.

Для более полной реализации свойств углепластика на основе объемно-армированных тканых преформ, стоит учитывать влияние аппрета. Один из вариантов, удалять излишки аппрета - либо методом отмывки аппрета растворителем, либо термическим отжигом [9]. Так же возможен вариант подбора аппретирующего состава для каждого связующего и предполагаемых условий эксплуатации.

Список использованных источников:

1. Каблов Е.Н. Композиты: сегодня и завтра // Металлы Евразии, 2015. №1. С. 36–39.

2. Каблов Е.Н. Материалы нового поколения - основа инноваций, технологического лидерства и национальной безопасности России // Интеллект и технологии, 2016. №2. С. 16–21.

3. Holmes M. Carbon fibre reinforced plastics market continues growth path // Reinforced Plastics, 2013. Vol. 57. №6. P. 24–29.

4. Каримбаев Т.Д., Луппов, А.А., Афанасьев, Д.В., Рабочие лопатки вентиляторов для перспективных двигателей //Двигатель. 2011. №6, С. 2 – 10.

5. Каблов Е.Н., Салибеков С.Е., Абузин Ю.А., Рыльников В.С., Турченков В.А., Каримбаев Т.Д., Луппов А.А. Конструктивные и технологические решения для создания составных лопаток перспективных вентиляторов с применением прочных и жестких металлокомпозитов /В сб.: Новые технологические процессы и надежность ГТД. Вып. 3. Композиционные и керамические материалы в ГТД. М.: ЦИАМ. 2003. С. 124-139.

6. Донецкий К.И., Хрульков А.В., Коган Д.И., Белинис П.Г., Лукьяненко Ю.В. Применение объемно-армирующих преформ при изготовлении изделий из ПКМ // Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С.35-39.

7. Донецкий К.И., Раскутин А.Е., Хилов П.А., Лукьяненко Ю.В., Белинис П.Г., Коротыгин А.А. Объемные текстильные преформы, используемые при изготовлении полимерных композиционных материалов (обзор) // Труды ВИАМ: электрон. Науч.-технич. Журн., 2015. №9. Ст.10. URL: http://www.viam-works.ru (дата обращения 13.11.2017 г.). DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-9-10-10.

8. Евдокимов А.А., Гуляев И.Н., Зеленина И.В. Исследование физико-механических свойств и микроструктуры объемно-армированного углепластика // Труды виам, 2019. №4 [76].
9. Начаркина А.В., Зеленина И.В., Валуева М.И., Воронина О.Г. Влияние аппретирования углеродного волокна при получении объемно-армированных преформ на свойства высокотемпературного углепластика // Труды ВИАМ. 2021. №1 [95].

Особенности применение препрегов из высокотемпературных термопластов

Низамиев Р.Р.
Научный руководитель — к.т.н. Хамидуллин О.Л.
КНИТУ-КАИ, Казань

Современные высокотемпературные термопласты привлекают к себе большое внимание инженеров из различных отраслей благодаря сочетанию ряда свойств: высокой прочности при ударных нагрузках, химической стойкости, ремонтопригодности и возможности работы материала в широком диапазоне температур. Изделия из высокотемпературных термопластов можно изготавливать различными способами. Выбор технологии переработки зависит от формы конкретного изделия, предъявляемых требований по качеству поверхности, типа матрицы и наполнителя. Перед началом процесса разработки деталей необходимо учесть все эти факторы.

Наиболее применяемыми способами формования волокнисто-армированных композитов на основе термопластичных матриц являются способы, основанные на формовке заранее готовых препрегов. К ним относятся вакуумное, пневматическое, гидравлическое, механическое формование и их различные комбинации.

Совмещение волокнистых наполнителей с термопластичными связующими при создании препрега осуществляется множеством способов, которые можно объединить в группу расплавных и растворных методов. Недостатком расплавной технологии является низкая смачивающая способность и высокая вязкость расплава полимера, а также необходимость применения высоких температур, что особенно критично при применении суперконструкционных термопластов. В то же время растворная технология лишена этих недостатков, однако растворимость некоторых термопластов сильно ограничена, а растворители, нередко являются веществами повышенной опасности и работа с ними сама по себе является трудной задачей. Также, при использовании данной технологии необходимо учитывать, что все термопласты по-разному реагируют на различные растворители. Иногда необходимо использовать концентрированные кислоты (ЖКП, ПЭЭК), иногда необходим нагрев, а некоторые связующие, например, полифениленсульфид (ПФС), и вовсе не растворяются. При пропитке армирующего материала раствором достигается лучшее совмещение, а изменением концентрации растворителя возможно изменять вязкость и технологичность связующего.

Одной из главных проблем растворной технологии является то, что во время пропитки не всегда удается достичь равномерного и полного ухода растворителя. Из-за этого увеличивается пористость и уменьшаются прочностные характеристики материала. Чтобы решить данную проблему необходимо разработать оптимальный режим нагрева, который позволяет обеспечить равномерное и наиболее полное удаление растворителя. Это приведет к отсутствию дефектов пленки (пузырей, вздутий и т.д.), а также позволяет достигать высоких значений температуры стеклования.

Термопластичный препрег в зависимости от типа, содержащегося в нем растворителя, может изменять свои свойства при хранении. Выдержка препрега оказывает существенное влияние на ряд технологических параметров, таких как цвет, липкость к оснастке, межслойная липкость, также наблюдается набор массы препрега. Эти изменения, скорее всего, связаны с влагопоглощением растворителя.

Для анализа данного процесса и оценки изменения свойств связующих при хранении был применен метод рефрактометрического анализа. На основе изучения показателя преломления связующих с различной концентрацией растворителя была построена

калибровочная кривая, позволяющая оперативно оценивать концентрацию связующего в препреге на различных стадиях хранения.

Исходя из полученных данных был сделан вывод, что вязкость и показатель преломления термопластичного связующего являются чувствительными параметрами к содержанию растворителя, благодаря чему могут быть зафиксированы даже незначительные изменения концентрации связующего в препреге при хранении.

Оптимизация процесса изготовления детали на основе стеклоткани и термопластичного полимера методом термоформования

Никитин В.С., Балькаев Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

В последнее время в аэрокосмической промышленности всё большее значение приобретают композиционные материалы (КМ) благодаря высоким удельным физико-механическим характеристикам. Одним из наиболее распространённых в промышленности методов изготовления изделий из ПКМ является термоформование за счёт низкой стоимости и хорошей формуемости [1]. Однако в связи с большими временными затратами и повышенной сложностью изготовления деталей из КМ, связанной с влиянием на качество получаемого изделия большого количества параметров и высокой стоимостью сырья, требуется повышение качества технологического процесса и сокращение времени изготовления деталей. Наиболее перспективным в данном плане является моделирование испытаний численными методами с помощью программного обеспечения, благодаря чему возможно заменить испытания на реально изготовленных образцах их симуляцией, что позволяет сократить технологический цикл производства [2,3].

Цель данной работы заключается в оптимизации технологического процесса изготовления композиционной детали на основе стеклопластика и термопластичного связующего методом термоформования с помощью программного обеспечения PAM-FORM. Исследовался полипропилен марки 01030 Balen. Теплофизические свойства материалов проводилось методами дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) с помощью ДСК-калориметра NETZSCH DSC 204 F1 Phoenix в режимах изотермического и динамического нагрева. Данные о реологических свойствах полимеров были получены с помощью ротационного вискозиметра HAAKE RheoStress в режиме осцилляции. Зависимости модуля изгиба от температуры полимеров определялись методом динамо-механического анализа (ДМА) на ДМА-анализаторе TA Instruments DMA Q800.

Физико-механические характеристики образцов исследовались на электромеханической универсальной машине с термокамерой Instron 5882. Модуль сдвига определялся методами растяжение-смещение и испытания в рамке. Модуль упругости определялся в ходе испытания на растяжение. Плотность образцов определяли методом гидростатического взвешивания. Также был изучено межслоевое трение и трение с оснасткой и измерен модуль упругости при изгибе.

На основании полученных данных о физико-механических свойствах с помощью программы PAM-FORM был смоделирован процесс термоформования двойного купола.

В ходе работы были исследованы свойства полипропилена, смоделирован и оптимизирован процесс изготовления композиционной детали на основе термопласта и стекловолокна методом термоформования в программе PAM-FORM в результате чего удалось сократить время на производство и повысить качество изготовления сборочной единицы.

Список использованных источников:

1. Laroche D., Erchiqui F. Experimental and Theoretical Study of the Thermoformability of Industrial Polymers // Journal of Plastic Film and Sheeting. 1999. Vol. 15. P. 287–296.
2. Görthofer J. et al. Virtual process chain of sheet molding compound: Development, validation and perspectives // Composites Part B: Engineering. 2019. Vol. 169. P. 133–147.
3. Arai M., Kato Y., Kodera T. Characterization of the Thermo-Viscoelastic Property of Glass and Numerical Simulation of the Press Molding of Glass Lens // null. Taylor & Francis, 2009. Vol. 32, № 12. P. 1235–1255.

Экспериментальные исследования полимерных композитных образцов с отверстиями, полученными по методике прокалывания

Павлов К.А., Попов В.В., Орлов А.Д.
Научный руководитель — Васильева Т.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

В настоящее время, практически ни одна отрасль промышленного производства не обходится без использования полимерных композиционных материалов. Детали из композитов в большинстве случаев получают теми же методами механической обработки, что и металлические. Принимая во внимание специфику структуры и свойств композитных материалов, возникает необходимость и в новых методах обработки и в технологическом оснащении. Рассматриваемый метод прокалывания не является видом мехобработки и его исследование проводится уже в течение нескольких десятилетий. В работе представлены результаты экспериментов по получению отверстий в образцах из неотвержденных композиционных материалов и данные испытаний их на растяжение.

Прокалывание полуотверждённого композиционного материала (КМ) – альтернативный способ для получения отверстий [1, 2]. В процессе прокалывания сохраняется целостность волокон, поскольку инструмент, внедряясь в материал, раздвигает их. В то же время число волокон вокруг отверстия увеличивается [1]. Это оказывает положительное влияние на прочность отверстия и износостойкость будущего изделия в целом.

В работе представлены данные исследований по двум видам полимерных образцов – первый: самостоятельно выполненный КМ на основе стеклоткани Т-23 и связующего ЭД20 ГОСТ 10587-84, второй – приобретенный полуотвержденный препрег марки SIGRAPREG GW280-TW2/2-E323/37%. По образцам обоих видов были проведены эксперименты по определению их степени полу- и отверждения.

Для отработки методики прокалывания спроектировано несколько вариантов специальных приспособлений, которые должны обеспечивать надёжную фиксацию образцов из композиционных материалов в процессе получения отверстий. В общем виде конструкция представляет собой две стальные плиты-основания, соединяемые болтами, между которыми закрепляется исследуемый образец. Для каждого выполняемого отверстия используется специально направляющая для инструмента – индентора.

Были проведены экспериментальные исследования по определению подходящей марки антиадгезионного состава, необходимого, в первую очередь, для предотвращения прилипания материала образцов к пластинам и беспрепятственного удаления инструментов-инденторов.

Все полученные отверстия были дополнительно исследованы на микроскопах БМИ-1Ц и USB | Digital Microscope 1000x. Некоторые образцы были разрезаны для изучения внутренней структуры материала и внутренних дефектов отверстий (например, разрыв нитей в слоях, трещины, расслоение).

Образцы обоих видов испытывались на растяжение (разрыв) на разрывных машинах. Используемое максимальное усилие достигло для образцов первого вида 7000 Н, что соответствует характеристикам материала и подтверждает результаты ранее выполненных работ [4, 5, 6]. По итогам было принято решение: для второго вида образцов выбрать исследуемые отверстия диаметрами 4, 6, 8 мм, так как усилие на разрыв для образцов с просверленными и проколотыми отверстиями было сопоставимо. Также утверждена наиболее оптимальная форма инструмента-индентора.

Выводы:

1. При определении параметров процессов полу- и отверждения материала необходимо строго соблюдать технические требования и условия.
2. Существует необходимость математического моделирования и для процессов разной степени отверждения материала (для определения оптимальной температуры), и для самого процесса получения отверстий методом прокалывания.

3. Полученные результаты испытаний образцов на растяжение (в нашем случае образцы с проколотыми отверстиями, для диапазона 2…8 мм, имели преимущество перед просверленными до 20%) дают возможность говорить о перспективах дальнейшего исследования предлагаемого метода.

Оценка снижения остаточной прочности и жесткости панелей крыла самолета транспортной категории из композитных материалов

Петров Р.А., Лупачев Д.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Стрижиус В.Е.
МАИ, Москва

One of the main tasks of ensuring the strength of components of composite aircraft structures is to assess the degradation of residual strength and stiffness of such components in the fatigue accumulation process. It is known that the residual strength and residual stiffness of the composite panels of the wings of the transport aircraft shall not be below certain levels during the life of the aircraft. Methods and procedures for such assessments to be carried out with sufficient precision are established. It should be noted that such assessments should be carried out at the pre-design stage of the aircraft when defining the most important parameters for laminated composite materials: type of laminated material, parameters of layers, selection of design stresses, etc. Use of the proposed methods of testing procedures to estimate residual strength and stiffness of the process accumulation of fatigue samples free holes CFRP laminated AS4-PW for 8.84 mm thick this laminate as panels for composite aircraft wing transport category was performed. The fatigue life values of the test samples are obtained until the normalized values of residual strength and stiffness are reached. The periods obtained are compared with the durability of the samples without taking into account any reduction in residual strength and stiffness. There is a significant difference in the value of fatigue life. It has been concluded that it is advisable to carry out such assessments for almost all load-bearing elements of an aircraft made of composite materials.

References

1. A.P. Vassilopoulos, T. Keller, Fatigue of Fiber-reinforced Composites, Springer-Verlag London Limited, 2011.

2. B. Harris, A parametric constant-life model for prediction of the fatigue lives of fiber-reinforced plastics, Fatigue in composites, Ed. by B. Harris. − Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC, 2003.

Арабиногалактан и его сополимер с хитозаном в качестве полимерных платформ для создания тераностических систем

Попырина Т.Н., Ивановская Е.В., Хайбуллин З.И.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
ИСПМ РАН, Москва

Тераностика представляет собой дисциплину, совмещающую в себе как диагностику самой болезни, так и подбор индивидуального лечения для пациентов и основывается на применении наноразмерных препаратов – тераностических систем, которые сочетают в себе комбинацию диагностических и терапевтических агентов. Подобный подход применим для целого ряда различных заболеваний, таких как аутоиммунные, сердечнососудистые, и является наиболее значимым в области онкологии. Одним из важных факторов при формовании тераностических систем является создание и оптимизация полимерной платформы, которая могла бы успешно нести как диагностический, так и лечебный компонент. Для создания подобных платформ используют в том числе природные полисахариды, которые благодаря своим свойствам, таким как биосовместимость, способность к биодеградеградации и биоактивность, выгодно отличаются от синтетических аналогов.

Целью настоящей работы являлось исследование природного полисахарида арабиногалактана и его сополимера с хитозаном в качестве полимерной платформы для

создания тераностических систем. В работе использовались арабиногалактаны двух типов: АГ древесины лиственницы с ММ 17 кДА (ООО Инновационная научно-производственная фирма «Химия древесины», г. Иркутск) и АГR древесины лиственницы с ММ 20 кДА марки Robios (VitaPост, г. Москва). Синтез сополимера (АХ), состоящего из АГ и хитозана «Сонат» (Россия) с ММ 350 кДА и СА 0.14, проводили методом твердофазного реакционного смешения компонентов в двухшнековом экструдере «Berstorff ZE-40» (Германия). В качестве модельного компонента, который был помещен на полимерные платформы при помощи воздействия ультразвука, использовали кверцетин (Acros Organics, Китай). Растворимость полимерных платформ оценивали при помощи динамического лазерного светорассеяния и фракционирования. Наличие и концентрацию модельного компонента, иммобилизованного на полимерной платформе, исследовали при помощи УФ-спектроскопии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19–53–45048).

Модификация полифениленсульфида и полисульфона дисперсными наполнителями для повышения их теплопроводности

Пырков Д.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бабаевский П.Г.
МАИ, Москва

Благодаря уникальному сочетанию эксплуатационных и технологических свойств термопласты находят всё большее применение в различных отраслях машиностроения. Термопласты обладают высокими деформационно-прочностными характеристиками, ударостойкостью, высокой вязкостью разрушения, низкой плотностью, высокой устойчивостью к коррозии. Важным направлением потребления термопластов являются аддитивные технологии, технологии послойного формования прототипа или физической модели сложной формы по компьютерной 3D-модели. Развитие направления трехмерного формования связывают как с оптимизацией технологических параметров, так и с решением ряда материаловедческих задач: снижение усадки, оптимизацией реологии расплава и теплофизических свойств с учетом послойного формования объекта.

Термопласты, применяемые в послойном формовании, должны пройти первоначальное экструдирование пластика в нить, вторичное экструдирование и привязку к контуру детали в процессе печати. Они должны отличаться прочностью, термостабильностью, не впитывать влагу, не деформироваться и не давать усадку. Пока практически отсутствуют материалы с уникальными свойствами: пониженной пожарной опасностью, высокой стабильностью и заданными теплофизическими характеристиками.

В качестве модифицируемых термопластичных матриц выбрали порошки кристаллического полифениленсульфида (ПФС) с плотностью 1,34 г/см3, температурой плавления 285°С, стеклования 95°С, теплопроводностью 0,28 Вт/м·К и аморфного полисульфона (ПСФ) с плотностью 1,24 г/см3, температурой плавления 260°С, стеклования 185°С, теплопроводностью 0,18 Вт/м·К. Выбор порошковой формы обусловлен возможностью получения более равномерного распределения наполнителей в композиции. Одним из методов повышения теплофизических характеристик полимера является его наполнение дисперсными частицами с высокой теплопроводностью: BN

(100 Вт/м·К), ZnO (54 Вт/м·К), Si (150 Вт/м·К), SiC (490 Вт/м·К), AlN (200 Вт/м·К).

Для обеспечения необходимого уровня теплофизических характеристик полимера важны контактные явления на границе «наполнитель–полимер», определяющие его теплопроводность и другие теплофизические свойства. Образование теплопроводящих путей в двухфазной системе зависит от способности частиц теплопроводящей фазы образовывать хороший тепловой контакт при их соприкосновении или сближении. Введение дисперсных наполнителей осуществляли физической модификацией, которая позволяет получить полимеры матричной структуры, основные свойства которых определяет матрица, в данном случае – ПФС и ПСФ.

Цель работы: определение исследование влияния дисперсных наполнителей на теплопроводность термопластичных полимеров – ПФС и ПСФ.

Объектами исследования являлись термопластичные полимерные матрицы на основе ПФС (марки DIC) и ПСФ (марки ПСК-1). Модификацию ПФС проводили частицами BN (80 мкм) от 5 до 45 вес. %, ZnO (100 мкм) 5–60 вес. %, Si (60 мкм), SiC (40 мкм), AlN

(3-5 мкм) в диапазоне 10–80 вес. % соответственно.

Модификацию осуществляли путем совмещения компонентов в расплаве на лабораторном двухшнековом экструдере Thermo Scientific Process 11 и последующей отливки образцов на литьевой микромашине HAAKE MiniJet. А также в блендере (Laboratory Blender) с последующим прессованием в прессе ПКМВ-40.

Измерение теплопроводности проводилось на установке LW-9389 по разработанной методике. Экструзионная модификация ПФС частицами BN и ZnO в расплаве приводит к увеличению теплопроводности только в 2,5 раза в результате большого переходного слоя между теплопроводящими частицами, которую можно представить по модели Максвелла. Модификация термопластов ПФС и ПСФ методом объемного прессования приводит к получению композитов с большой теплопроводностью (увеличение теплопроводности на порядок) в результате распределения частиц наполнителя с минимальной переходным слоем и структурным формированием теплопроводящих каналов.

Особенности деформирования сферопластиков при высокоскоростном ударе

Ростилов Т.А.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Зиборов В.С.

ОИВТ РАН, Москва

Сферопластики – класс современных композитных материалов, состоящих из, как правило, полимерных матриц, наполняемых полыми сферическими микроразмерными частицами – микросферами. В зависимости от выбранных компонентов сферопластики могут обладать различными полезными свойствами, среди которых можно выделить малый вес и хорошую прочность. Такие композитные материалы применяются в различных конструкционных элементах аэрокосмической техники [1, 2]. В том числе они могут служить в качестве модельного вещества при разработке покрытий, защищающих космические аппараты от столкновений с объектами космического мусора [3]. Так или иначе любая техника, которая поднимается в воздух, может испытать воздействие высокоскоростного удара. В связи с этим экспериментальное исследование ударных волн в материалах, из которых изготовлен летательный аппарат, является важной задачей.

В проведенном исследовании продемонстрировано как меняется зависимость максимальной скорости продольной деформации во фронте ударной волны от давления за фронтом ударной волны в сферопластиках при увеличении концентрации микросфер. Исследован диапазон давлений 0.3 – 2.7 ГПа. Покоящиеся образцы в форме диска нагружались в результате одноосного соударения с пластинами из сплава алюминия Д16т или меди, летящими со скоростями 250 – 800 м/с. Образцы сферопластиков состояли из эпоксидной матрицы, наполненной необходимым количеством стеклянных микросфер со средним диаметром 83 мкм и толщиной стенки порядка 1 мкм.

С использованием метода лазерной интерферометрии VISAR [4] и системы датчиков в экспериментах были измерены профили ударных волн и параметры ударного сжатия. Профили ударных волн в сферопластиках демонстрируют сложную двух-волновую структуру, при этом в чистой матрице фронт ударной волны одиночный. Двух-волновая структура в сферопластиках связана с формированием волны-предвестника, демонстрирующей упругопластические свойства этих материалов при динамическом нагружении.

Максимальная скорость продольной деформации, реализующаяся во фронте ударной волны, пропорциональна давлению за фронтом ударной волны в степени n. Значение n=4 считается универсальным для сплошных материалов [5]. Также известно, что для композитных материалов с дисперсными наполнителями и пористых веществ n=1÷3 [5, 6].

Обнаружено, что в чистой эпоксидной смоле n=5.5, а с ростом концентрации микросфер и, как следствие, пористости n понижается до значений меньших 4 [7]. Высокое значение n в случае эпоксидной смолы, вероятно, связано с различиями в механизмах пластической деформации полимеров и металлов, преимущественно для которых и было получено n=4.

Учет полученных соотношений для скорости деформации и сложной волновой структуры может позволить улучшить результаты моделирования ударно-волновых процессов в сферопластиках.

Список использованных источников:

1. Соколов И.И., Коган Д.И., Раскутин А.Е., Бабин А.Н., Филатов А.А. Многослойные конструкции со сферопластиками для изделий авиационной техники // Конструкции из композиционных материалов. 2014. № 1. С. 37-42.

2. Gupta N., Zeltmann S.E., Shunmugasamy V.C., Pinisetty D. Applications of polymer matrix syntactic foams // JOM. 2014. V. 66. P. 245–254.

3 Smirnov N.N., Kiselev A.B., Smirnova M.N., Nikitin V.F. Space traffic hazards from orbital debris mitigation strategies // Acta Astronaut. 2015. V. 109. P. 144 – 152.

4. Barker L.M., Hollenbach R.E. Laser interferometer for measuring high velocities of any reflecting surface // J. Appl. Phys. 1972. V. 43. P. 4669-4575.

5. Grady D.E. Structured shock waves and the fourth-power law // J. Appl. Phys. 2010. V. 107. 013506.

6. Vogler T.J., Borg J.P., Grady D.E. On the scaling of steady structured waves in heterogeneous materials // J. Appl. Phys. 2012. V. 112. 123507.

7. Rostilov T.A., Ziborov V.S. Experimental study of shock wave structure in syntactic foams under high-velocity impact // Acta Astronaut. 2021. V. 178. P. 900-907.

Анализ влияния термохимического старения на свойства материалов вакуумных мешков

Сабирзянов Р.Р.

Научный руководитель — к.т.н. Хамидуллин О.Л.

КНИТУ–КАИ, Казань

При производстве изделий из композиционных материалов безавтоклавными методами в условиях большой серийности, нередко экономически целесообразно применение вакуумных мешков многоразового применения. Несмотря на инертность и химическую стойкость силикона, являющимся наиболее популярным материалом вакуумных мешков, в процессе длительной эксплуатации могут происходить изменения свойств, отражающиеся на эксплуатационных характеристиках и технологичности мешка. Наиболее существенными факторами влияния являются высокие температуры и контакт поверхности с химически активными компонентами связующего. Информации, предоставляемой производителями, часто недостаточно, чтобы провести прогнозирование срока службы вакуумного мешка, поэтому сравнительные исследования изменения свойств материалов при ускоренном термохимическом старении являются актуальной задачей.

Целью работы явилось изучение деградации силиконовых эластомеров, применяемых в качестве материалов вакуумных мешков.

Для оценки изменения свойств силиконовые эластомеры марок ELASTOSIL 1200 A/B (Wacker Chemie AG (США)), MASAIT (Steinbach AG (Германия)), PENTA (Пента Юнион (Россия)) выдерживались в жидком ароматическом амине ХТ-187Б (ХИМЭКС Лимитед) при различных температурах. Упруго-деформационные свойства изучались с помощью динамического механического анализатора DMA Q800 (TA Instruments) в диапазоне температур до 300°C и широком диапазоне частот. Анализ происходящих химических реакций проводился на ИК-Фурье спектрометре Tensor 27 (BRUKER).

Наблюдаемыми признаками деградации явилось изменение окраса и прозрачности, а также повышение модуля упругости силиконовых эластомеров.

Разработка технического решения по изготовлению электропроводящих композитных углепластиковых агрегатов, содержащих клеевые соединения

Саламатин В.С.
Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.
МАИ, Москва

Детали и узлы среднемагистральных узкофюзеляжных пассажирских самолетов, выполненные из полимерных углепластиков с применением молниезащитных элементов и устройств широко применяются в современном авиастроении. Повышение эффективности применения композитов в указанной сфере ограничивается большим количеством основных и вспомогательных крепежных элементов. Для решения этой проблемы проводятся работы [1-3] по созданию электропроводящих клеевых соединений, обеспечивающих работу основных молниезащитных и зарядоотводящих устройств. При этом указанные клеевые соединения должны обеспечивать высокие прочностные свойства.

Среди клеевых композиций, обеспечивающих высокопрочные долговечные клеевые соединения металлических материалов, полимерных композитов целесообразно отметить класс фенольно-каучуковых высокоэластичных конструкционных клеев ВК-3, ВК-25, ВК-32-200, ВК-50 [4]. Благодаря наличию в рецептуре каучука и феноло-формальдегидного резольного олигомера, которые могут отверждаться независимо друг от друга, посредством вулканизации каучука серой и конденсации метилольных групп фенолоформальдегидного олигомера, а также в связи с частичным взаимодействием каучука с феноло-формальдегидными олигомерами при создании этих клеев была реализована научная идея формирования высокопрочного полимера со структурой в виде двух самостоятельных взаимопроникающих сеток, получившая широкое признание, как полимерная структура типа «сетка в сетке» [5]. Среди указанных клеев наиболее технологичным клеем является пленочный клей ВК-50, позволяющий создавать клеевые соединения, имеющие высокую статическую и усталостную прочность, долговечность, надежность и работоспособность в всех климатических зонах [5-7]. Прочность при сдвиге клеевых соединений при комнатной температуре достигают величин 26 МПа, которые сохраняются на высоком уровне при воздействии тепловлажностных условий и различных механических нагрузок [5]. В данной работе проводится экспериментальное модифицирование клея ВК-50 наномодификатором в виде углеродных нанотрубок (УНТ) одностенных форм [8] в целях получения эффекта электропроводимости. Выбор оптимального способа совмещения УНТ и клеевых композиций [9] также является одной из важнейших задач проводимой работы. Попутно исследуется возможное влияние модификации на прочностные свойства клеевых соединений углепластиков. Спроектированы и изготовлены экспериментальные образцы, целью испытаний которых является измерение электропроводных и прочностных характеристик.

Список использованных источников:

1. Саламатин В.С., Насонов Ф.А. Поиск путей обеспечения молниестойкости авиационных углепластиковых конструкций, содержащих в своём составе клеевые соединения. В сборнике: Новые материалы XXI века: разработка, диагностика, использование. Материалы I Международной молодёжной научной конференции. Москва, 2020. С. 196-199.

2. Саламатин В.С. Поиск путей обеспечения молниестойкости авиационных углепластиковых конструкций, содержащих в своем составе клеевые соединения/ В книге: Гагаринские чтения - 2020. Сборник тезисов докладов. 2020. С. 1078-1079.

3. Саламатин В.С., Насонов Ф.А. Возможности реализации свойств молниестойкости авиационных углепластиковых конструкций, имеющих в своем составе клеевые соединения. В книге: 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». Тезисы 19-ой Международной конференции. Москва, 2020. С. 787-788.

4. Жадова Н.С., Лукина Н.Ф., Котова Е.В., Аниховская Л.И. Опыт применения феноло-каучуковых клеев в авиастроении /Клеи. Герметики. Технологии. 2015. № 10. С. 12-15.

5. Аниховская Л.И., Батизат Д.В., Петрова А.П. Высокоэластичный конструкционный пленочный клей ВК-50/Клеи. Герметики. Технологии. 2016. № 3. С. 16-20.

6. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Аниховская Л.И. Клеящие материалы в конструкции лопастей вертолетов /Труды ВИАМ. 2016. № 7 (43). С. 7.

7/ Petrova A.P., Anikhovskaya L.I. The influence of the EP-0234 adhesive primer on the properties of adhesive joints made using VK-50 phenolic–rubber adhesive/Polymer Science. Series D. 2016. Т. 9. № 4. P. 374-376.

8. Добрянская А.Н., Аниховская Л.И., Комаров Г.В., Нуждин Г.А. Модифицирование полимерных матриц активными наноструктурами/ Наноинженерия. 2015. № 5 (47). С. 40-48.

9. Вермель В.Д., Доценко А.М., Титов С.А., Аниховская Л.И., Кладова Л.С., Ткачев А.Г., Слепов С.К., Мележик А.В. Способ диспергирования наночастиц в эпоксидной смоле/Патент на изобретение RU 2500706 C1, 10.12.2013. Заявка № 2012114992/05 от 17.04.2012.

Изготовления и оптимизация режимов вакуумного формования консолидированной пластины из семипрега на основе углеродной ткани и полипропилена

Сафин А.Р., Соловьев Р.И.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

В последнее время авиационная отрасль развивается с целью увеличения объемов [1], а для расширения производства и особенно габаритов элементов конструкций требуется поиск более дешевых методов их формования. Одним из путей решения данного вопроса является разработка семипрегов [2], в которых часть ткани пропитана связующим, а другая остаётся сухой [3]. Области, сформированные непропитанной частью ткани, служат каналами для удаления воздуха. Так, препреги с неполной пропиткой связующим имеют необходимые области для удаления пузырьков воздуха [4]. Остаточный воздух может быть выведен при нагреве, когда связующее будет иметь достаточно низкую вязкость. Для успешного вывода газа из межслоевых и межволоконных пор необходимо достичь высокого уровня взаимосвязанности каналов для отвода газов между слоями. Поперечная проницаемость увеличивается с увеличением размеров прерывистых пленок связующего. Следовательно, каналы становятся более доступными для отвода газа по всей толщине. Отверстия должны быть достаточно большими, чтобы предотвратить закрытие каналов в ламинатах с большим количеством слоев во время укладки, а также достаточно малыми, чтобы предотвратить образование поверхностных дефектов и полностью пропитать композит [5].

Семипреги на основе термопластичной смолы достаточно легко изготавливаются подпрессовкой к ткани пленки полимера при температуре выше температуры течения. При этом ткань наполовину остается сухой, сохраняя каналы в волокнистой структуре для удаления воздуха перед формованием пакета. Семипреги могут укладываться на оснастку или просто в пакет для получения консолидированной пластины [3].

Целью данной работы является получение консолидированной пластины с наименьшей пористостью, и оптимизация параметров её формования. В работе были использованы следующие материалы для получения консолидированной пластины: углеродная ткань с поверхностной плотностью 200 г/м^2 и полипропиленовая пленка. Пленка была изготовлена из полипропилена марки PP 01030 на плоскощелевом экструдере Sciencific и имела толщину 150 мкм. Предварительно раскроенная углеродная ткань на 10 слоев размером 360 х 360 мм и пленка укладывается на металлической пластине, последовательно чередуя слои. Сверху укладывается тефлоновая пленка и дренажная ткань. Затем формируется технологический пакет. Оснастка с композитом помещается в вакуумный пакет, из которого откачивается воздух. Далее пакет подвергается термическому воздействию. Температура в печи составляет 220°С. Вязкость связующего играет существенную роль в возможности пропитки с наименьшей пористостью, коэффициент проницаемости армирующего наполнителя,

давление вакуума, температура. Пропитка под давлением подчиняется законам, величина же площади сечения каналов пористой среды, по которым происходит течение связующего, характеризуется коэффициентом проницаемости. Полученные образцы испытывались на динамическом механическом анализаторе DMA 242 Artemis Netzsch. Вязкость матрицы измеряли с помощью ротационного динамического реометра HAAKE Rheostress 6000.

Полученный композит имел высокую степень консолидации, низкое содержание газовых пузырьков и свойства, что позволяет использовать данный метод для производства консолидированных пластин. Предварительно проведенное математическое моделирование позволяет определить параметры и оптимизировать технологический процесс.

Список использованных источников:

1. Umemoto Y., Gouke M., Mashima Y. Out of autoclave material «semi-preg». Technical development of resin transfer molding // Proceedings of the 18th International Conference on Composite materials (Korea –, 2011. –.

2. Schechter S. G., Grunenfelder L. K., Nutt S. R. Air evacuation and resin impregnation in semi-pregs: effects of feature dimensions // Advanced Manufacturing: Polymer & Composites Science. – 2020. – Т. 6, № 2. – С. 101-114.

3. Cender T. A., Simacek P., Advani S. G. Resin film impregnation in fabric prepregs with dual length scale permeability // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – 2013. – Т. 53. – С. 118-128.

4. Gangloff Jr J. J., Cender T. A., Eskizeybek V., Simacek P., Advani S. G. Entrapment and venting of bubbles during vacuum bag prepreg processing // Journal of Composite Materials. – 2017. – Т. 51, № 19. – С. 2757-2768.

5. Schechter S. G., Centea T., Nutt S. R. Polymer film dewetting for fabrication of out-of-autoclave prepreg with high through-thickness permeability // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. – 2018. – Т. 114. – С. 86-96.

Оценка влияния углеродсодержащего нанонаполнителя на электросопротивление силиконовой матрицы

Семенуха О.В.

Научный руководитель — Воронина С.Ю.

СибГУНТ им. академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

Целью данной работы является изготовление образцов гибкого электропроводящего нанокомпозита с достаточным уровнем электрофизических свойств материала для обеспечения защиты от скопления электрических зарядов на поверхности мембраны космического рефлектора.

Для появления возможности снятия электрических зарядов с поверхности композиционных изделий достаточно снизить значение сопротивления связующего до 1 МОм.

Полимерной матрицей являлся двухкомпонентный силиконовый каучук Elastosil RT 604 производства Wacker Chemie AG (Германия) в соотношении смешения 9:1. В качестве наполнителя использован углеродсодержащий концентрат на основе одностенных углеродных нанотрубок TUBALL для силиконовых компаундов Matrix 601 OCSiAl (Россия). Нами были изготовлены нанокомпозитные образцы, содержащие 0,5, 1, 2, 3, 5 вес.% углеродного концентрата.

Методика изготовления образцов электропроводящего материала включала следующие этапы:

Компонент А силиконового каучука Elastosil RT 604 смешивался с углеродным наполнителем Matrix 601 в течение 20 минут с помощью механической мешалки IKA; после этого вводился компонент В, и смесь перешивали ещё в течение 5 минут; затем образцы отверждались в сушильном шкафу при температуре 80ºС в течение 30 минут. Плоские образцы нанокомпозита были получены методом отливки в полипропиленовые подложки размером 75×100×3 мм.

Для измерения электросопротивления образцы электропроводящего материала были охлаждены на воздухе до комнатной температуры. Измерение проводилось с помощью цифрового мультиметра APPA-80 согласно стандарту DIN 65181. На образцах материала было определено поверхностное электросопротивление при разной концентрации углеродсодержащего концентрата.

В результате работ было выявлено, что при увеличении концентрации углеродного концентрата происходит снижение поверхностного электросопротивления силиконовой матрицы. Наибольшее значение электросопротивления около 1 МОм получено при концентрации 0,5 вес.%, наименьшее — при концентрации 5 вес.%. Таким образом, для применения силикона марки Elastosil RT 604 в качестве материала аэрокосмического назначения для снятия электрических разрядов с поверхности, необходимо изготавливать силиконовые нанокомпозиты с содержанием в нем углеродного наполнителя Matrix 601 не менее 0,5 вес. %.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Интеллектуальные материалы и структуры» проекта «Разработка многофункциональных интеллектуальных материалов и структур на основе модифицированных полимерных композиционных материалов способных функционировать в экстремальных условиях» (Номер темы FEFE-2020-0015).

Фазовые равновесия и взаимодиффузия в системе фталонитрил-полиэфиримид

Семкин В.В.
Научный руководитель — д.х.н. Шапагин А.В.
МАИ, Москва

Развитие авиакосмической отрасли нуждается в появлении легких, термостойких материалов, обладающих хорошими физико-механическими характеристиками. Полимерные матрицы композиционных материалов (КМ) на основе фталонитрилов сохраняют эксплуатационные характеристики до 375 °С. Для улучшения деформационно-прочностных свойств высокотемпературных КМ часто используют модификацию реактопластичной матрицы жесткоцепными термопластами, характеризующимися высокими значениями температуры стеклования.

Целью работы было исследование растворимости полиэфиримидов во фталонитнильных мономерах с целью установления температурно-концентрационных диапазонов получения гомогенных смесей.

В качестве объектов исследования использовали фталонитрильный мономер и полиэфиримиды (ПЭИ) марок EXTEM, ULTEM, SILTEM, отличающиеся температурами стеклования.

Термостабильность и температуры фазовых и физических переходов фталонитрила и полиэфиримидов определяли методами термогравиметрии (Netzsch TG209F1 Iris, Германия) и дифференциальной сканирующей калориметрии (Netzsch DSC 204 F1 Phoenix, Германия). Исследование растворимости компонентов проводили методом оптической лазерной интерферометрии (ОДА-2, ИФХЭ РАН, Россия) в диапазоне температур от 20 до 300°С.

Получены интерферограммы зон взаимодиффузии. Установлено, что самопроизвольное смешение компонентов носит диффузионный характер. По кинетическим зависимостям движения изоконцентрационных плоскостей рассчитаны коэффициенты взаимодиффузии, построены их концентрационные и температурные зависимости. Установлено, что фталонитрил при температурах выше 200 °С неограниченно совместим с ПЭИ SILTEM и частично совместим с EXTEM и ULTEM, при этом наблюдается диффузия термопласта в фталонитрил, а растворимость фталонитрила в ПЭИ отсутствует. По концентрационному скачку на межфазной границе определены составы сосуществующих фаз и построены диаграммы фазовых состояний (ДФС).

Полученные ДФС и диффузионные константы позволяют определить технологические параметры переработки исследованной смеси, время гомогенизации композиции, а также являются исходными данными для прогнозирования фазовой структуры конечной отвержденной фталонитрил-полиэфиримидной матрицы КМ.

Формирование и исследование керамикоподобных оксидных покрытий на циркониевом сплаве Э110 методом микродугового оксидирования

Сивцова Г.В.
Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Борисов А.М.
МАИ, Москва

Микродуговое оксидирование (МДО) один из перспективных методов получения защитных покрытий из диоксида циркония [1]. Подобные покрытия перспективно использовать для биосовместимых покрытий имплантов, для защиты от коррозии ТВЭЛов и для получения теплозащитных покрытий. Различные добавки в электролит позволяют улучшать некоторые свойства покрытий. Например, добавки наночастиц таких оксидов, как Al2O3, CeO2 и ZrO2 способствуют улучшению коррозионной стойкости МДО-покрытий циркониевых сплавов [2].

Покрытия были сформированы на дисковых образцах циркониевого сплава Э110 в водном растворе гипофосфита натрия (5 г/л) и жидкого стекла (9 г/л) с добавкой субмикронного порошка оксида иттрия (6 г/л) методом МДО. Эксперименты проводились в анодно-катодном режиме при соотношении токов 1:1 с суммарной плотностью тока 20, 30 и 40 А/дм2 в течение 20 минут. Исследования морфологии поверхности и поперечной структуры покрытий проводились с помощью растрового электронного микроскопа Quanta 600. Оценка шероховатости проводилась на портативном измерителе шероховатости TIME TR100. Исследования коррозионной стойкости покрытий проводились в стандартной трехэлектродной ячейке на потенциостате ПИ-50-1.

Сформированные покрытия имели толщину 15, 23 и 30 мкм, для плотностей тока 20, 30 и 40 А/дм2, соответственно. Поверхность покрытий характеризовалась кратерной с порами в центре и глобулярной структурами, типичной для циркониевых МДО-покрытий. Поперечная структура покрытий состоит из трех слоев: тонкого барьерного слоя (толщиной до 1.5 мкм), среднего пористого и верхнего слоя с кратерными каналами. Исследование шероховатости полученных покрытий показало, что увеличение плотности тока МДО-обработки приводит к возрастанию шероховатости покрытий. В ходе исследований на коррозионную стойкость было выявлено, что покрытия надежно защищают металл. Об этом свидетельствуют малые токи на анодных поляризационных кривых, так как металл с покрытием находится в глубоком пассивном состоянии.

Список использованных источников:

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. 1. Arun S., Arunnellaiappan T., Rameshbabu N. Fabrication of the nanoparticle incorporated PEO coating on commercially pure zirconium and its corrosion resistance// Surface and Coatings Technology. – 2016. V. 305. - P. 264-273

Оптимизация упруго-деформационных характеристик связующих для препрегов

Синдаров Т.О.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

Препреги являются композиционными материалами-полуфабрикатами, которые представляют собой угле-, стекло- и прочие ткани, пропитанные связующим. Они нашли применение во многих сферах производства: авиастроение, автомобилестроение, медицина, энергетика и многое другое. Благодаря высокому спросу и востребованности во многих

отраслях промышленности происходит увеличение производства препрегов и расширение их ассортимента. Температура и время полимеризации препрега зависят от связующего, которым он пропитан. Поэтому важно в полной мере знать характеристики связующего и учитывать их при формировании препреговой заготовки.

Связующие для получения препрегов должны обладать набором свойств, порой взаимоисключающих. С одной стороны, связующее должно проникать между волокнами и достаточно равномерно распределяться (должна произойти пропитка наполнителя связующим), с другой стороны, недопустимо, чтобы связующее продолжало течь в дальнейшем. Помимо вышесказанного, термореактивное связующее должно обладать хорошей адгезией к наполнителю и не испытывать хрупкого разрушения, при этом, должна исключаться возможность кристаллизации во время охлаждения. Подобное возможно только при использовании связующих с плавным переходом в стеклообразное состояние при охлаждении в приблизительной области температур от -30 до 0˚С. Для достижения аналогичных показателей необходимо подбирать такую композицию смол, отвердителя и, порой, нано-наполнителя, чтобы после пропитки при повышенных температурах и последующем охлаждении связующее приобретало необходимый показатель вязкости. Подбор состава таких связующих в основном проводится эмпирическим путём. Это связано с тем, что характер деформации таких переохлаждённых стеклующихся жидкостей довольно сложно зависит от молекулярной структуры и молекулярно-массовых характеристик. Также в современной науке существует проблема недостатка сведений о структуре жидкости, образующей стекло после охлаждения, что говорит о важности проведения исследований в направлении изучения взаимосвязи между закономерностью деформации термореактивных связующих и их молекулярно-массовых характеристик.

В проделанной работе в качестве связующего были использованы различные смеси эпоксидиановых и эпоксиноволачных смол, а также ряд отвердителей. Зависимости модулей упругости и потерь от частоты осцилляции были измерены на ротационном реометре DHR 2 (TA Instruments) в диапазоне температур от 5 до 95°С. По полученным данным в программном пакете Origin Pro 8.1 были построены кривые частотных зависимостей для каждой марки связующего, с их последующими обработкой, анализом и проведением расчетов. С использованием принципа температурно - временной суперпозиции были построены обобщенные кривые частотных зависимостей модуля накопления и потерь приведенные к единой температуре. Проведено сопоставление полученных кривых и температурных зависимостей сдвиговых коэффициентов для различных составов связующих и их анализ с позиций молекулярно-массовых характеристик и химического строения компонентов связующего. Проведено сравнение обобщенных кривых зависимости модулей упругости и потерь для разработанных составов с аналогичными кривыми, полученными для связующих используемых в коммерческих препрегах. Сделан вывод об информативности обобщенных кривых частотных зависимостей модулей упругости и потерь для оптимизации состава связующих для препрегов.

Методом дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC 204 F1 Phoenix, Netzsch) с температурной модуляцией проведено исследование динамики стеклования исследованных олигомерных составов. С использованием подхода Френкеля-Кобеко-Райнера [1] была проведена количественная оценка влияния молекулярно-массовых характеристик на кинетику стеклования. Кинетику стеклования, характеризующуюся зависимостью T f от скорости охлаждения, исследовали в стандартном режиме при охлаждении с разными скоростями (1, 2, 5 и 10 Кмин -1). Термодинамическое состояние, достигаемое после заданной скорости охлаждения, было охарактеризовано оценкой T f с помощью метода Мойнихана [2].

Для получения препрегов в качестве наполнителей были выбраны углеткани разных марок. Проницаемость ткани была определена пропиткой модельными жидкостями. Оптимизирован температурно-временной режим пропитки. Оптимизация режима отверждения проведена методом ДСК. Температуру стеклования и модуль упругости отвержденных композиций определяли методом ДМА. На основании полученных данных была подобрана композиция смол, позволяющая достичь тех показателей реологических свойств, что позволили улучшить процесс пропитки и получить необходимые свойства препрегов.

Выбор параметров производства однонаправленной термопластичной ленты

Смирнов Г.К.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резник С.В.
МГТУ им. Баумана, Москва

В последние годы композиционные материалы на основе термопластичного связующего начали все более широко применяться в авиационной и ракетно-космической технике [1-3]. К главным преимуществами этих материалов по сравнению с реактопластами можно отнести: высокую ударную вязкость при разрушении, повышенную демпфирующую способность, сокращение цикла формования изделий, расширенные технологические возможности и неограниченную жизнеспособность сырья и полуфабрикатов [4]. Такие преимущества являются стимулом для развития производства термопластичных армированных лент.

В производстве термопластичных препрегов ключевую роль играют тепловые процессы, сопровождающие взаимодействие составных частей композита. Естественно, что управление этими процессами должно быть основано на современных методах и средствах математического моделирования и оптимизации.

Объектом исследования настоящей работы служила линия по производству однонаправленного термопластичного композиционного материала с углеродным волокном в качестве наполнителя и полифениленсульфидом (ПФС) в качестве связующего компонента. Производственная линия включала печь подплавления, модуль каландрирования и модуль смотки.

В данной работе представлены физическая и математическая модели теплообмена при производстве ленты. Моделировалось распределение температур вдоль термопластичной ленты в зависимости от расстояния между модулями производственной линии и скорости движения. Предполагалось, что температурное состояние ленты формируется под влиянием теплового излучения от электрических нагревателей и естественной конвекции. В работе была учтена нелинейная зависимость теплоемкости материала от температуры. Моделирование подвижного источника тепла, имитирующего нагрев полуфабриката в печи подплавления и на участке каландрирования, проведено для учета движения ленты. Для первого и второго участков линии в начальный момент времени источник теплоты был задан на всей поверхности ленты. В последующих итерациях при расчете источник теплоты сдвигался со скоростью, определенной параметрами варьирования скорости. Температура источника задавалась равной 310°C.

По результатам моделирования были получены зависимости конечной температуры на первом и втором участках от расстояния между соответствующими модулями. Выявлены условия, при которых возникает необходимость изменения температуры печи подплавления и каландров или изменения конструкции оборудования для снижения потерь тепла.

Список использованных источников:

1. Петрова, Г. Н. Термопластичные материалы нового поколения для авиации / Г.Н. Петрова, С.А. Ларионов, М.М. Платонов, Д.Н. Перфилова // Авиационные материалы и технологии. 2017. №5. С. 420-436.

2. Garvey, R. E. Minimum-gage, maximum-stiffness graphite / Thermoplastic spacecraft structures / R.E. Garvey, J.B. Andriulli, J.W. Mckeever, R.V. Rudness // Polymer composites. 1991. Vol. 12, No. 2. P. 108-118.

3. Kominar, V. Some matrix failure peculiarities of unidirectional fibre-reinforced plastics and layers in laminated composites / V. Kominar, H.D. Wagner // Composites. 1994. Vol. 25, No. 1. P. 5-10.

4. Головкин, Г.С. Научные основы производства изделий из термопластичных композиционных материалов / Г.С. Головкин, В.П. Дмитренко. М.: ИНФРА-М, 2020. 471 с.

Защитные полиуретановые покрытия

Смирнова Л.Ю.
Научный руководитель — Давлетбаев Р.С.
КНИТУ–КАИ, Казань

Двухкомпонентные лакокрасочные покрытия на основе аминоэфиров фосфорной кислоты и полиизоцианатов для защиты изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) от воздействия атмосферных факторов, влаги, химических реагентов, горючих и смазочных материалов, биологических факторов.

Ключевые слова: водопоглощение, полимерные лакокрасочные покрытия, адгезия

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) все более уверенно завоевывают свое место среди конструкционных материалов в авиационной промышленности. Композиты материалы являются основными материалами при производстве беспилотных летательных аппаратов.

В данной работе были получены полимерные двухкомпонентные лакокрасочные материалы на основе аминоэфиров фосфорной кислоты и полиизоцианатов (ФЛКМ) [1].

Адгезионные характеристики измерялись с использованием прибора ПСО-10МГ4С, предназначенного для контроля прочности сцепления керамической плитки, фактурных покрытий, штукатурки, защитных, лакокрасочных покрытий с основанием, методом нормального отрыва.

Адгезионные характеристики с увеличением содержания нелетучих веществ в ЛКМ резко увеличиваются, например, изменение сухого остатка от 40 до 50% является причиной увеличения адгезии от 1,46 до 2,07 МПа, а для покрытия, полученного без использования растворителя, достигает уже 7,7 МПа. Помимо определения адгезии покрытия методом нормального отрыва, адгезия была определена методом решетчатого надреза. После выполнения данного вида испытания было определено: адгезия в соответствии с 6-балльной классификацией оценки результатов составляет 0 балл.

Твердость образцов покрытия определяли по карандашу (для этой цели использовали карандаши производства KOH-I-NOOR) она соответствует «В».

Прочность покрытий при ударе для покрытия, нанесенного на пластинку из алюминиевого сплава при прямом и обратном ударе составил 50 см (максимальная высота подъема груза для прибора У1-А – 50 см); для стальной пластинки прочность при прямом и обратном ударе так же составила 50 см.

В соответствии с ГОСТ 52740-2007 было проведено испытание прочности лакокрасочного покрытия к растрескиванию и/или отслаиванию от металлической окрашенной поверхности при изгибе вокруг цилиндрического стержня в стандартных условиях. Было установлено, что для образца 1 с толщиной 0,15 мм при диаметре стержня 1 мм (самый маленький диаметр стержня) растрескивания и отслаивания после изгиба образца не обнаружено. Для образца 2 (нержавеющая сталь) толщиной 2 мм при диаметре стержня 2 мм, трещин и отслаивания не так же не обнаружено.

Результаты испытания, позволяют утверждать, что разработанное покрытие имеет не только высокую эластичность, но высокий показатель адгезионной прочности к поверхности металлического образца.

Проведены испытания по определению предельных значений водопоглощения и набухания образцов в различных средах. Согласно результатам можно утверждать, что полученные ФЛКМ проявляют высокую стойкость к воздействию масел и предельных углеводородов

ФЛКМ не изменяют своих внешних характеристик и не изменяют массу после выдерживания в течение 24 часов в 25%-ных растворах серной и соляной кислоты и щелочи.

Список использованных источников:

1. Сазонов О.О., Дулмаев С.Э., Коробкина А.А., Давлетбаева И.М. Исследование защитных полиуретановых покрытий на основе гиперразветвленных иономерных полилов. Открытый конкурс-конференция научно-исследовательских работ по химии элементоорганических соединений и полимеров «ИНЭОС OPEN CUP — Москва». Москва. – 2018. - 290-291 с.

Моделирование процесса термоформования углепластика на основе полипропилена

Соловьев Р.И., Сафин А.Р.
Научный руководитель — профессор, д.х.н. Амирова Л.М.
КНИТУ–КАИ, Казань

Замена термореактивных полимеров на термопластичные, обладающие способностью к неоднократному переходу в вязкотекучее состояние, позволяет разрабатывать методы формообразвания, аналогичные методу металлической штамповки [1]. Предложенный технологический процесс осуществляется в два этапа. Изготавливается пластина, которую затем формуют горячим прессованием. Однако в процессе термоформования консолидированной пластины, состоящей из слоёв армирующей ткани и расплава связующего между ними, происходят межслоевые сдвиги по форме оснастки, возможно образование складок, разрывов, к тому же, необходимо правильно подобрать усилия пресса и температуру формования.

Сложность процесса и необходимость оптимизации многих параметров делает весьма актуальным предварительное его моделирование [2]. Моделирование формования композитов было разработано для прогнозирования и оптимизации основных параметров формовки, что уменьшает трудозатраты и энергозатраты, а также уменьшить стоимость производства [3]. Однако, чтобы подтвердить точность и правдивость данных методов, необходимо сравнить теоретически смоделированные результаты с полученными экспериментально. Для моделирования процесса термоформования хорошо зарекомендовало себя программное обеспечение ESI PAM-FORM. ESI PAM-FORM позволяет моделировать такие явления, как межслоевые сдвиги, деламинация, образование складок, гофр, предсказание разрывов [4]. Моделирование позволяет изменять параметры процесса производства композитного изделия: скорость инструмента, температуру, давление, выбор параметров диафрагм, цикл формовки. В ходе расчета прогнозируются все возможные дефекты, что дает специалистам возможность оценивать изменение заготовки в процессе производства [7].

Проводится моделирование процесса термоформования консолидированной пластины из полипропилена и углеткани. Для работы в программе необходимо наличие входных параметров, которые были получены из ряда экспериментов, приведенных ниже.

Для точного прогнозирования драпировки ткани при формовании трехмерной композитной детали необходимо располагать величиной сдвига материала. Было проведено испытание с помощью теста рамкой, который является стандартом для характеристики сопротивления сдвигу и обеспечивает наиболее достоверную информацию о поведении ткани в широком диапазоне углов сдвига (вплоть до 45...60°, иногда даже до 75°) [5]. При испытании пластину предварительно нагревают до температуры, близкой к температуре плавления матрицы, так что можно регистрировать зависящие от температуры сдвиговые силы и траектории движения волокон. На основе записанных кривых силового воздействия можно рассчитать модуль сдвига G, который имеет решающее значение для моделирования процесса деформации [6]. Был определен коэффициент трения при вырывании слоя, проведено испытание на отслаивание склеенного слоя, испытание на измерение коэффициента трения между композитом и оснасткой. На DMA Q-800 была получена величина изгибной жесткости. Также было проведено испытание образца на растяжение и сдвиг.

Формование пластины производили по форме двойного купола. Полученные результаты теоретического процесса формования углепластика на основе полипропилена показали хорошую корреляцию с экспериментальными данными. Предсказанные углы сдвига волокон хорошо соответствовали экспериментальным результатами. На основании проведенного исследования сделан вывод, что пакет программного обеспечения PAM-FORM позволяет прогнозировать поведение консолидированной пластины при формовании без дополнительных экономических и временных затрат.

Список использованных источников:

1. Friedrich K., Hou M., Krebs J. Thermoforming of continuous fibre/thermoplastic composite sheets // Composite materials seriesElsevier, 1997. – С. 91-162.

2. Advances in composites manufacturing and process design. / Boisse P.: Woodhead Publishing, 2015.

3. Wang P., Hamila N., Boisse P. Thermoforming simulation of multilayer composites with continuous fibres and thermoplastic matrix // Composites Part B: Engineering. – 2013. – Т. 52. – С. 127-136.

4. Котов В. Моделирование производства композиционных материалов-вызов времени // Перспективные материалы для авиакосмической промышленности. – 2011. № 1. – С. 21-23.

5. Lomov S. V., Willems A., Verpoest I., Zhu Y., Barburski M., Stoilova T. Picture frame test of woven composite reinforcements with a full-field strain registration // Textile Research Journal. – 2006. – Т. 76, № 3. – С. 243-252.

6. Iwan S., Althammer F., Mueller S., Troeltzsch J., Kroll L. Simulating the Forming of Thermoplastic, Fibre Reinforced Plastics-Demonstrated for a Side Impact Protection Beam // Applied Science and Engineering Progress. – 2017. – Т. 10, №2.

7. Котов В., Пещеренко Е. Моделирование операции формовки композитного изделия // Информационные технологии. -- 2012. № 5. -- С. 2-4.

Морфологические исследования градиентной гетерогенной диффузионной зоны в эпокси-полисульфоновых системах

Сосков Д.Ю.

Научный руководитель — к.х.н. Шапагин А.В.

МАИ, Москва

При производстве композиционных материалов на основе эпоксидных связующих, армированных волокнами из термопластичных полимеров, а также клеевых эпокси-термопластичных соединений принципиальное значение имеет информация, позволяющая прогнозировать формирующуюся фазовую структуру в межфазной области, которая определяет физико-механические свойства композита или клеевого соединения.

В работе исследовано влияние температурно-временных условий отверждения эпоксидного олигомера при его контакте с термопластичным полимером на формирование фазовой структуры в межфазной диффузионной зоне. В качестве объектов исследования использовали эпоксидный олигомер ЭД-20, отвердитель – диаминодифенилсульфон (ДДС) и термопластичный полимер – полисульфон (ПСФ) марки ПСК-1. Для приготовления модельных образцов для исследований ЭП-ПСФ-ЭП, где ЭП – отвержденный эпоксидный полимер, пленку ПСФ толщиной 400 мкм помещали в силиконовую ячейку, заполненную смесью ЭД-20 с отвердителем в стехиометрическом соотношении. Отверждение эпоксидных композиций проводили при температурах 120, 140, 160, 180 и 200 °С в течении 6 часов. Образцы, отвержденные при 120, 140 и 160 °С доотверждали при 180 °С в течение 4 часов. Степень отверждения ЭП определяли методом дифференциальной сканирующей калориметрии (Netzsch DSC 204 F1 Phoenix, Германия). Фазовую структуру и морфологию сколов образцов после отверждения анализировали методом электронной сканирующей микроскопии (Philips SEM-500, Нидерланды). Исследования показали, что в зависимости от температурно-временных условий отверждения в зоне контакта ЭП-ПСФ происходит формирование диффузионных зон различной ширины с различной градиентной фазовой структурой. Рассчитан средний размер фаз для всех участков диффузионной зоны. Установлено область диффузионной зоны и ее фазовая структура, где наиболее вероятно распространение трещины при разрушении образцов.

Разработка состава термостойких связующих на основе цианатного эфира бисфенола А

Суворова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Червяков А.А.
МАИ, Москва

Связующее, основным компонентом которого является цианатный эфир бисфенола А (ЦЭБА), является перспективным для получения высокотемпературных углекомпозитов, работоспособных до температуры 300°С. Тепло -, термо - и химстойкость, а также высокий модуль упругости – важные свойства связующих на основе ЦЭБА. Композиционные материалы, содержащие такое связующие, могут применяться в различных отраслях промышленности, например, ракетно-космической технике, авиа- и судостроение, автомобилестроение и других.

В работе и исследованы различные составы связующих на основе ЦЭБА и металлорганического катализатора ферроцена (Фе) и диацетилферроцена (ДАФ). Термостойкость полученных образцов связующих исследована методом ТГ/ДТА.

Реокинетика отверждения связующих исследована на вискозиметре Brookfield с нахождением времени начала гелеобразования и времени гелеобразования.

На основании анализа и обработки полученных, в ходе эксперимента, результатов и литературных данных, отобрано несколько композиций, технологические требования которых удовлетворяют переработкой методом «мокрой» намотки.

На основе полученных олигоцианатов методом «мокрой» намотки изготовлены образцы углекомпозитов: микропластики на основе нити ВМПС (высокомодульной пряжи из стекла) и УКН-М-6К, однонаправленные плоские и кольцевые образцы. Образцы углекомпозитов демонстрируют высокие значения прочностных характеристик при повышенных температурах. Кроме того, по результатам испытаний сохранение прочности микропластиков на основе нитей УКН-М-6К и олигоцианатных связующих при 300°С составляет примерно 80%.

По итогам испытаний выявлен оптимальный состав связующего для получения термостойких, прочных и жестких углепластиков методом «мокрой» намотки.

Получение покрытия из карбида титана на углеродной ткани и исследование его влияния на механические свойства

Сукманов И.В.
Научный руководитель — к.т.н. Астапов А.Н.
МАИ, Москва

Настоящая работа является составной частью систематических исследований [1-3], направленных на создание сверхвысокотемпературных композиционных материалов на основе углерода, предназначенных для эксплуатации в скоростных высокоэнтальпийных потоках окислительных газов. Общий технологический процесс получения композита включает следующие стадии: приготовление препрега на основе углеродной ткани и тугоплавких компонентов, автоклавное формование заготовок, операции карбонизации и пироуплотнения с последующей реакционно активированной капиллярной пропиткой жаростойкими композициями, нанесение антиокислительного покрытия (при необходимости). Получение на поверхности тканного волокнистого материала барьерного покрытия является важным подэтапом техпроцесса.

В рамках настоящей работы исследована возможность получения барьерного покрытия из карбида титана на поверхности углеродной ткани. В качестве подложки использовали ткань, полученную саржевым плетением углеродных волокон на основе гидратцеллюлозы. Покрытие формировали в два этапа. На первом этапе методом магнетронного напыления на поверхность ткани осаждали слой металлического титана. Параметры процесса (сила тока, напряжение, время) подбирали исходя из необходимости получения на поверхности филаментов диаметром 8-10 мкм сплошного покрытия толщиной 1,5-2 мкм. В результате

удалось сформировать достаточно качественное покрытие столбчатого строения указанной толщины на первом эшелоне филаментов и даже получить покрытие толщиной < 1 мкм на втором и третьем эшелонах филаментов. Однако адгезия осажденного слоя к филаментам низкая, обеспечивается исключительно за счет когезионной прочности «кругового» слоя.

На втором этапе проводили термическую обработку углеродной ткани с осажденным титаном при температуре 1600°С в вакууме при остаточном давлении в рабочей камере 0,1 Па или в среде разреженного аргона при давлении 10 и 100 Па. Установлено, что в этих условиях формируется покрытие на основе карбида титана толщиной 0,9-1,2 мкм. Дефектность и дисперсность структуры покрытия снижаются, а его толщина возрастает при увеличении давления в камере, что, прежде всего, связано со снижением упругости паров металлического титана. Адгезия покрытия к филаментам по-прежнему обеспечивается исключительно механическим путем.

К настоящему времени подготовлены образцы углеродной ткани в исходном состоянии и ткани со сформированным барьерным покрытием из карбида титана для сравнительных испытаний на растяжение с целью определения степени влияния покрытия на механические свойства ткани.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ по мероприятию «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» Президентской программы исследовательских проектов (Соглашение № 19-79-10258 от 08.08.2019 г.).

Список использованных источников:

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., Лифанов И.П., Погодин В.А., Прокофьев М.В., Рабинский Л.Н. Апробирование материалов системы ZrSi2-MoSi2-ZrB2 в шликерно-обжиговых технологиях объемной и поверхностной защиты углеродных композитов // Материалы XXV Международного симпозиума «Динамические и технологические проблемы механики конструкций и сплошных сред» им. А.Г. Горшкова. – Калужская обл., г. Кремёнки, 18 – 22 марта 2019 г. – Т. 1. – М.: ООО «ТРП», 2019. – С. 16 – 18.

3. Pogodin V.A., Astapov A.N., Rabinskiy L.N. CCCM specific surface estimation in process of low-temperature oxidation // Periodico Tche Quimica. – 2020. – Vol. 17, No. 34. – P. 793 – 802.

Влияние жидких сред на прочность сцепления модифицированной эпоксидной матрицы с армирующими волокнами

Тагирова М.Р.

Научный руководитель — к.т.н. Солодилов В.И.

МАИ, Москва

Адгезионная прочность связи полимерной матрицы и армирующих волокон является одним из важнейших факторов, определяющих качество композиционного материала, и зависит, в первую очередь, от типа и состава связующего, природы армирующих волокон и состава их поверхности, а также от условий окружающей среды. При использовании полимерных композиционных материалов существенное влияние на их эксплуатационные характеристики оказывает воздействие жидких сред на адгезионную связь полимерной матрицы и армирующих волокон. Поведение адгезионных соединений «полимерная матрица - волокно» при нагружении в жидких средах может изменить кинетику зарождения и развития дефектов, ответственных за разрушение границы раздела, вследствие эффект Ребиндера, и привести к нарушению монолитности композита, его жесткости и прочности.

Целью исследования является изучение поведения адгезионных соединений «полимерная матрица – волокно» в различных жидких средах (полярных и неполярных) при нагружении. Объектами исследования служили четыре типа волокон (титановое, стальное,

полиамидное и борное) и отвержденное связующее на основе эпоксидной смолы ЭД-20, модифицированной полисульфоном (0–20 масс.%), и отвердителя – триэтаноламинотитаната (10 масс.%).

Адгезионную прочность в системах «полимер – волокно» измеряли методом «pull-out» - извлечением волокна из слоя полимера. Для приготовлении образцов использовали чашечки из алюминиевой фольги, в которые вертикально устанавливали отрезки волокон длиной 4 - 6 см и заливали их исходным связующим. Связующее отверждали в термошкафу при 160°С в течение 8 часов. Полученные образцы испытывали при комнатной температуре на воздухе и в среде четырех жидкостей - воды, петролейного эфира, спирта, и силиконового масла с помощью специально сконструированного микроразрывной машины (компьютеризованного адгезиометра), разработанного в Институте химической физики им. Н.Н. Семенова РАН. Определяли усилие извлечения волокна. После разрушения соединения измеряли длину адгезионного контакта волокна с полимером с помощью микрометра с конусными вставками. По величине усилия извлечения волокна и площади его контакта с волокнам определяли значения адгезионной прочности и по кривым ее зависимости от площади контакта оценивали влияния типа окружающей среды на прочность соединений «эпоксидная матрица-волокно».

Создание электропроводящего наполненного покрытия «Полиамид 66-Многостенные углеродные нанотрубки»

Ткаченко Т.П.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пожидаев Е.П.
МАИ, Москва

В настоящее время массово используются тонкие электропроводные покрытия как в нуждах микроэлектроники, так и в прочих технических приложениях (например, для экранирования электронных устройств [1]). В частности, в жидкокристаллических (ЖК) устройствах отображения информации используются стекла с полупроводниковым с токопроводящим слоем оксида индия и олова (ITO) и нанесенном поверх него полимерным ориентантом [2]. Однако такой материал обладает рядом недостатков (сложная методика изготовления, поглощение электромагнитных волн в инфракрасном (ИК) диапазоне спектра электромагнитных волн), которые не позволяют использовать ЖК в устройствах ИК фотоники.

Целью работы - исследование возможности создания тонких электропроводящих покрытий «Полиамид 66 (ПА 66)– многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ)», объединяющих в себе функции полимерного ориентанта и электропроводные свойства МУНТ, обладающие прозрачностью в ИК области [3].

В работе решались следующие задачи:

1. Изготовление 1%-х растворов ПА66-МУНТ с различной массовой концентрацией нанотрубок.
2. Обработка полученных растворов в ультразвуковой ванне для перемешивания и разбиения агломератов нанотрубок, с последующим нанесением на стеклянную подложку и выпариванием растворителя.
3. Измерение значений поверхностного сопротивления покрытия и оптической прозрачности.

Объекты исследования: покрытия на основе полиамида 66 с МУНТ в концентрациях 1, 0.85, 0.50 и 0.1 массовый процент. МУНТ BAYTUBES C 150 P, произведенные фирмой Bauer MaterialScience AG, содержащие 3-15 стенок, со средним внешним диаметром 13-16 нм и характерной длиной 1-10 мкм.

Методы исследования: Измерение поверхностного сопротивления выполнялось на тераомметре Е6-13, определение оптической прозрачности производилось методом оптической спектроскопии светопропускания в видимой области спектра и по закону Бугера-Ламберта-Бера рассчитывалась концентрация поглощающих центров.

В результате было получено покрытие, обладающее средним поверхностным электрическим сопротивлением в 500 кОм/квадрат. Показано снижение концентрации

поглощающих центров покрытия с 0,00409 моль/л при длине волны 400 нм до 0,00334 моль/л при 1000 нм, что говорит об увеличении светопропускания при дальнейшем углублении в ИК диапазон.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №20-02-00746¬А и №19-52-06005-МНТИ_А.

Список использованных источников:

1. С.В. Кондрашов, А.Г. Гуняева, К.А. Шашкеев, Д.Я. Баринов, М.А. Солдатов, В.Г. Шевченко, А.М. Музафаров Электропроводящие гибридные полимерные композиционные материалы на основе нековалентно функционализированных углеродных нанотрубок, Труды ВИАМ, 2016, №2(38).

2. Ткаченко Т.П., Пожидаев Е.П., Жуков А.А., Бабаевский П.Г., Кузнецов А.В. Влияние молекулярной структуры полиамидов на ориентацию смектических жидких кристаллов, 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Тезисы. – М.: Издательство «Перо», 2020, с 796-798.

3. А.В. Баженов, Т.Н. Фурсова, А.Н. Туранов, А.С. Аронин, В.К. Карандашев Свойства композитного материала на основе многостенных углеродных нанотрубок и ионной жидкости, Физика твердого тела, 2014, том 56, вып. 3.

Формовка полимерных композиционных материалов методом вакуумной инфузии

Тодоров Е.И., Боровков Д.К., Волков Е.И.
Научный руководитель — Константинов И.А.
МАИ, Москва

Процесс вакуумной инфузии, или VIP, является одним из многих процессов в закрытых формах. Он отличается тем, что является единственным процессом, в котором для проталкивания смолы в полость формы используется только атмосферное давление. Полость пресс-формы может быть односторонней пресс-формой с упаковочной пленкой, используемой для стороны "В", двусторонней пресс-формой или даже мягким мешком-конвертом. Этот процесс хорошо контролируем, так как он регулируется принципами закона Д'Арси.

Процесс вакуумного литья под давлением становится все более популярным для производства крупных композитных деталей. Комплексная модель процесса пока не предложена, что затрудняет его оптимизацию. Гибкий характер вакуумного мешка, связанный с изменяющимся давлением внутри полости формы, приводит к изменению толщины полости во время пропитки. Полная имитационная модель должна учитывать это явление. В представленной статье был проведен анализ процесса вакуумного литья под давлением. Анализ основывается не только на теоретических аспектах, но также показывает влияние основных параметров обработки. Считается, что параметры, исследованные в этой статье, представляют наибольший интерес для процесса, то есть уплотнение арматуры, проницаемость, стратегия инфузии и наличие слоев, улучшающих поток. Также представлена одномерная модель процесса вакуумного литья под давлением. Эта модель основана на предположении, что во время заполнения формы, в полости формы удерживается упругое равновесие. Несмотря на то, что было обнаружено большое сходство между результатами моделирования и экспериментами, сделан вывод о необходимости дополнительной работы над численной моделью для интеграции интересных результатов экспериментальной части.

Биодеградируемые нетканые волокнистые материалы, полученные методом электроформования и аэродинамического формования

Хайбуллин З.И., Курьянова А.С., Лукиев И.В.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
МАИ, Москва

Формование биодеградируемых и биосовместимых микро-/нановолокнистых материалов представляет большой практический интерес для тканевой инженерии - области регенеративной медицины, занимающейся созданием и восстановлением поврежденных или утраченных тканей и органов. Важными факторами при создании материалов для тканевой инженерии являются: возможность регулировать химический состав и архитектонику полимерного материала, что позволяет создавать материалы с целевыми свойствами.

Цель настоящей работы - формование и исследование морфологии нетканых многокомпонентных волокнистых материалов, полученных методами электроформования (ЭФ) и аэродинамического формования (АДФ), в т.ч. с использованием дополнительного электрического напряжения (ЭАДФ). Для формования нетканых материалов использовали раствор многокомпонентной системы (МКС) в различных растворителях (хлороформ, гексафторизопропанол (ГФИП)). МКС была получена методом твердофазного реакционного смешения природных (хитозан, желатин) и синтетических (поликапролактон, олиго-/полилактид) полимеров, как описано в [1]. Благодаря наличию фракции привитых сополимеров МКС способна образовывать стабильные наноразмерные дисперсии в органических растворителях, которые можно использовать в качестве формовочных растворов и получать многокомпонентные микроволокнистые материалы.

Нетканые материалы, полученные методом ЭФ, состоят из хаотически расположенных монофиламентных волокон со средним диаметром 1.54 ± 1.72 мкм (в хлороформе) и 1.82 ± 1.20 мкм (в ГФИП). Традиционный метод АДФ не смог обеспечить получение структурированного микроволокнистого материала из МКС, но ЭАДФ позволил сформовать нетканые материалы, состоящие из мультифиламентных волокон с развитой морфологией поверхности и со средним диаметром 2.70 ± 2.45 мкм (в ГФИП). При использовании раствора МКС в хлороформе в качестве формовочного раствора получить бездефектный нетканый материал не удалось.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18–29–17050).

Список использованных источников:

1. Demina T.S., Kuryanova A.S., Bikmulina P.Y., Aksenova N.A., et al. Multicomponent Non-Woven Fibrous Mats with Balanced Processing and Functional Properties // Polymers. 2020. Vol. 12, № 9. P. 1911.

Исследование влияния режимов резания на шероховатость поверхности при токарной обработке композиционных материалов на основе углеродных волокон и модифицированных эпоксидных связующих

Хапков О.М.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волков Д.И.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Развитие в сфере авиадвигателестроения, это стремление к совершенствованию конструкции, увеличению рабочих параметров двигателя, снижению его массы, уменьшению стоимости и трудоемкости изготовления элементов конструкции при высокой надежности ресурса. Такое развитие предполагает применение композиционных материалов, обладающих уникальными свойствами, среди которых можно выделить высокие характеристики удельной прочности и жесткости. Достаточно высокие механические свойства в условиях температур, существенно превышающих предельные рабочие температуры для жаропрочных металлов.

Резание композитов весьма сложный процесс по сравнению с токарной обработкой металлов, так как обладает рядом специфических особенностей, которые определяются

структурой и свойствами композитов, которые выражаются: анизотропией свойств самих материалов, высокой твердостью наполнителя, высокими упругими свойствами композитов, спецификой процесса стружкообразования, низкой теплостойкостью композитов, выделением мелких частиц материала при резании.

Из за специфичных свойств полимеров процессы их механической обработки сильно отличаются от процессов резания металлов, а эффективность способов токарной обработки зависит в основном от используемого оборудования, режущего инструмента и режимов обработки. Но на практике, при резании обычными методами механической обработки, возникают проблемы с достижением необходимого качества поверхности обработанных деталей из полимерных материалов. Специально предназначенных методов для обработки полимерных материалов недостаточно, так как они имеют малую эффективность. Поэтому требуются существенные исследования процессов обработки таких материалов.

Основной целью настоящего исследования является определение оптимальных условий и режимов токарной обработки деталей из углепластика, для оптимизации процесса резания и увеличения качества поверхности этих материалов.

Исследование направлено на определение влияния различных режимов резания на шероховатость поверхности и износ инструмента, а так же на разработку рекомендаций по выбору материала и геометрии режущего инструмента для токарной обработки углепластиков.

В связи с ростом применения деталей из композиционных материалов в авиационных двигателях, изучение процесса их точения позволит изготавливать более ответственные детали двигателя из композитов, требующие значения шероховатости высокого класса. Это позволит и дальше уменьшать массу двигателя с сохранением прочностных показателей.

Конструктивно-технологические решения складчатого звукопоглотителя из композиционных материалов

Худова А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Халиулин В.И.
КНИТУ–КАИ, Казань

Шум от вентилятора авиационного двигателя оказывает вредное воздействие на человека, проживающего вблизи аэропорта либо являющегося пассажиром летательного аппарата, вызывает помехи в работе электронных приборов, при передаче и приеме информации. Для снижения уровня шума прибегают к двум методам: уменьшение шума непосредственно в источнике и снижение его распространения [1].

Звукопоглощающие конструкции должны обладать достаточной жесткостью и прочностью, чтобы выдерживать акустические и аэродинамические нагрузки в условиях эксплуатации. Складчатая структура в составе звукопоглотителя совместно с обшивкой образует резонансные полости переменной геометрии - резонаторы Гельмгольца, позволяющие расширить диапазон шумопоглощения. Таким образом, материалы для изготовления звукопоглотителя, геометрия складчатого заполнителя, степень проницаемости существенно влияет на распространение звуковых волн [2]. Задача разработки эффективного звукопоглотителя на основе заполнителя складчатой структуры с большой площадью прилегания к обшивке двойной кривизны является актуальной.

Целью работы является разработка складчатого звукопоглотителя, представляющего собой структуру, разворачивающуюся на плоскость.

В качестве объекта исследования был выбран шестилучевой складчатый заполнитель многослойной панели, структура которого содержит повторяющиеся типовые фрагменты. Рельефное состояние шестилучевой складчатый заполнитель приобретает вследствие складывания по линиям разметки. При создании разметки разрабатываемого складчатого заполнителя использовалось программное обеспечение КОМПАС-3D и CorelDRAW. Моделирование складчатого заполнителя проводилось в программе Siemens NX.

В работе демонстрируется структурное преобразование шестилучевого модифицированного реверсивного гофра, которое влечет за собой появление граней, соответствующих огибающим поверхностям мотогондолы, показано прилегание заполнителя к обшивке.

Изготовлен макет звукопоглотителя из лавсановой пленки PET-A толщиной 0,5 мм, поэтапно описана технология его изготовления.

Предложена технология изготовления разработанного звукопоглотителя из композиционных материалов.

Работа выполнялась при финансовой поддержке АО «ОДК» (научная стипендия).

Список использованных источников:

1. Белоусов, А. И. Конструктивные методы снижения шума авиационных двигателей [Текст]: Учебное пособие./ А.И. Белоусов, И.С. Загузов — Куйбышев: КуАИ, 1982. — 96с.

2. Халиулин В.И. Технологические схемы изготовления многослойных конструкций; М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации. Каз. гос. техн. ун-т им. А.Н. Туполева. - Казань: Изд-во Каз. гос. техн. ун-та, 1999. - 168 с.: ил.; 20 см.; ISBN 5-7579-0295-7.

Технологии получения теплопроводных пен на основе углеродных микросфер и пеков

Хуснетдинов К.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Галимова Н.Я.

КНИТУ–КАИ, Казань

1. Смешение компонентов

Отбирают и переносят в трехгорлую круглодонную колбу объемом 500 мл навески углеродных микросфер (25,0±0,2 г), каменноугольного или нефтяного пека (25,0±0,2 г) в виде пластинок или порошка и п-толуолсульфокислоты (ч) (0,5-2,5 г). К колбе присоединяют обратный холодильник с хлоркальциевой трубкой и помещают в нее перемешивающий элемент механической мешалки с фторопластовой рабочей частью и герметичным уплотнением под шлиф 29/32. При перемешивании (60 об/мин) к содержимому приливают 250 мл толуола (ч.д.а.) и начинают нагрев на масляной бане. Кипятят с обратным холодильником (IKA C-MAG HS7) при перемешивании (100 об/мин) в течение 90 минут, после чего содержимое колбы охлаждают до температуры 30±5 °С и порциями по 150±50 мл переносят в круглодонную или грушевидную колбу объемом 500 мл.

Смесь упаривают на ротационном испарителе ИР-2М (вакуумный насос LVS 105T со встроенным вакуумметром и регулятором остаточного давления) (40 °С, 250±50 мм рт.ст.) до полного удаления толуола. Далее смесь высушивают под вакуумом при перемешивании на роторном испарителе (ИР-2М, 120 °С, 12±5 мм рт.ст., 60 мин). Полученный гранулят извлекают из колбы и измельчают до размера частиц менее 250 мкм с получением пресс-порошка.

В качестве основного исходного компонента может быть использован каменноугольный или нефтяной пек с выходом мезофазы не менее 35 масс.%. При необходимости работы с пеками, имеющими выход мезофазы менее 35 масс. % для повышения теплопроводности получаемого изделия могут быть добавлены мезофазные микросферы марки ПМУГ или аналоги, полученные термообработкой исходного пека до температуры мезофазообразования (как правило, 400-500 °С) с последующей экстракцией растворимой части в толуоле. Мезофазные микросферы следует добавлять для повышения выхода мезофазы из пека до 40-50 масс. %. Для повышения прочности изделия в исходный пек могут быть добавлены углеродные микро- и наночастицы. Для снижения трещиноватости пен при термической обработке, углеродные микросферы могут быть предварительно прокалены в инертной среде при температуре 900 °С в течение 30 мин.

2. Формирование «зеленой» пены

Проводят формование пресс-порошка в глухую матрицу с внутренним диаметром 35,0±0,5 мм, предварительно смазанную водной суспензией природного или коллоидного

графита на прессе ПС-10 с предельным усилием не менее 10 тс. Режимы прессования: скорость нагружения 0,25-0,35 тс/мин, давление прессования 1,2 тс, выдержка при максимальном давлении 3 мин. Формованную заготовку извлекают.

3. Низкотемпературная карбонизация

Полученные образцы «зеленой» пены заворачивают в двойной слой бумаги, помещают в стальной контейнер, засыпают слоем графитированного боя (~ 250 мкм) (5-10 см), сверху которого насыпают слой (0,5-1,5 см) высокотемпературного каменноугольного пека (~2,5 мм), накрывают стальной крышкой и помещают в муфельную печь СНОЛ 6/11, 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, соответствующей температуре мезофазообразования пека (450 °С) с выдержкой при конечной температуре 150 мин, после чего печь выключают и охлаждают до температуры 60±40 °С (~12 час). Затем образцы извлекают, проводят контроль.

4. Карбонизация

Полученные образцы «зеленой» пены заворачивают в двойной слой бумаги, помещают в стальной контейнер, засыпают слоем графитированного боя (~ 250 мкм) (5-10 см), сверху которого насыпают слой (0,5-1,5 см) высокотемпературного каменноугольного пека (~ 2,5 мм), помещают в муфельную печь СНОЛ 6/11, снабженную терморегулятором. 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 час). Затем образцы извлекают, проводят контроль.

5. Высокотемпературная термическая обработка

Полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками, насыпают засыпку. Тигли помещают в электровакуумную печь типа ЭВП-2500, откачивают внутреннее пространство печи до уровня остаточного давления менее 1 мм рт.ст. Печь в течение 8 час нагревают до температуры 2100 °С, проводят выдержку в течение 2 час и затем охлаждают естественным образом. Образцы извлекают и проводят контроль. Полученные образцы помещают в графитовые тигли с крышками, насыпают засыпку. Тигли помещают в печь графитации с резистивным принципом нагрева и нагревают в соответствии с регламентом эксплуатации печи до температуры не менее 2700 °С с выдержкой при конечной температуре не менее 60 мин. Затем образцы извлекают, проводят контроль.

6.Пироуплотнение

Полученные образцы графитированной пены загружают в камеру промышленной или 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 час.

Исследования возможности получения сотовых заполнителей на основе термопластичных связующих

Чугунов С.А.

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина», Обнинск

В различных узлах авиационно-космической и ракетной техники широко применяются многослойные, преимущественно трехслойные, конструкции. В качестве внутреннего заполнителя в основном применяются соты. Благодаря малым значениям плотности и высоким соотношениям прочность-вес и жесткость-вес применение сотовых заполнителей (СЗ) позволяет значительно снизить вес конструкций, а значит повысить топливную эффективность летательных аппаратов (ЛА) и увеличить полезную нагрузку [1, С.122.].

В основном сотовые заполнители изготавливаются на основе различных термореактивных матриц. Применение термопластов позволит исключить основные недостатки реактопластов, такие как многокомпонентность термореактивных связующих, их

ограниченная жизнеспособность, длительность процесса отверждения, недостаточная воспроизводимость свойств материалов.

Одной из технологий изготовления сотового заполнителя является препреговая технология. Препрег изготавливают путем совмещения стеклотканевого наполнителя и термопластичной матрицы. Листы препрега поддаются гофрированию с последующей сваркой гофр друг с другом. Данная технология позволяет использовать широкое разнообразие термопластичных матриц и получать сотовый заполнитель с заданными свойствами.

Также в настоящее время все большее распространение получают технологии 3D-печати, позволяющие создавать композитные материалы, обладающие уникальными свойствами [1, С.122.].

Самой распространенной технологией 3D-печати является FDM-печать (Fused Deposition Modellin – моделирование методом послойного наплавления). В FDM объект строится путем нанесения расплавленного материала по заранее установленному алгоритму, слой за слоем. Используемые материалы представляют собой термопластичные полимеры и имеют форму нити (филаменты). В настоящее время рынок филаментов активно развивается. Представлен широкий выбор как ненаполненных, так и наполненных стекло- и углеволокном пластиков, выбор которых определяет конечные свойства сотового заполнителя.

Еще одной технологией 3D-печати является технология анизопринтинг. Анизопринтинг – технология для проектирования и производства оптимальных конструкций с помощью коэкструзии (совместного нанесения) непрерывного армирующего волокна с термопластичным полимером[1, С.122.].

Для проведения исследований были напечатаны на 3D-принтере образцы сотовых заполнителей по двум технологиям:

• FDM-печать, образцы на основе ненаполненного ABS-пластика диаметром 50 мм и высотой 15 мм с размерами граней ячеек 3,5 мм;

• По технологии анизопринтинг, образцы с четырехгранной формой ячеек на основе различных термопластичных матриц (полиэтилентерефталата, нейлона и поликарбоната), армированных углеродной и базальтовой нитями, пропитанными реактопластом. Образцы представляли собой параллелепипеды размерами 55х55 мм и высотой 15 мм с размерами граней ячеек 8 мм [1, С.122.].

Основными характеристиками сотовых заполнителей являются плотность и прочность при сжатии. Были определены показатели плотности и прочности при сжатии полученных сотовых заполнителей. Результаты испытаний сравнивали с прочностными показателями серийно выпускаемых в АО «ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина» стеклопластиковых сотовых заполнителей [1, С.122.]

Испытания показали, что 3D-печатные соты обладают высокими прочностными характеристиками. Сравнительный анализ показал, что 3D-печатные соты по показателям удельной прочности не уступают серийно-выпускаемым стеклосотопластам [1, С.123].

Таким образом, проведенные исследования показали, что:

• 3D-печатные соты, обладают высокими удельными прочностными характеристиками;

• Существует возможность управления физико-механическими показателями путем изменения конфигурации сотовой структуры;

• Предложенные технологии представляют новый подход к производству сотовых заполнителей, и их реализация в перспективе позволит автоматизировать технологический процесс производства сотовых заполнителей и сократить производственные издержки [1, С.123].

Список использованных источников:

1. Чугунов С.А., Корнейчук А.Н., Кулагина И.В., ХазиевА.Р., Наумов А.И., Киселев Д.А. Исследование возможности получения анизогридных сотовых структур метдом 3D-печати// Сборник материалов VIII Международной конференции с элементами научной школы для молодежи "Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества". - Суздаль, 2020, С. 122-123

Актуальность применения композиционных материалов в гидросамолетах

Шарафутдинова Р.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Левшонков Н.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время в качестве основного материала в различных областях авиастроения применяются конструкционные материалы. Однако с каждым годом их применение вытесняется композиционными материалами (КМ). Это объясняется тем, что при проектировании конструкции находят компромиссные решения между стремлением максимально облегчить вес конструкции за счет применения композиционных материалов с предельными механическими характеристиками и стоимостью производства, что увеличивает функциональные возможности конструкции в целом.

По сравнению с металлом КМ обладают такими преимуществами как: повышенная стойкость к коррозии, большая теплоемкость, меньший объемный вес при необходимых прочностных характеристиках, сниженная стоимость эксплуатации (отсутствие ежегодных окрасок и ремонта), возможность создания прямолинейных обводов и др. Однако, во избежание ошибок при проектировании следует учитывать и их недостатки: анизотропия свойств, гигроскопичность, ползучесть от длительных физических нагрузок, вредность формования, а также один из главных недостатков, сдерживающих распространение ПКМ – высокая стоимость производства.

В современном авиастроении композиты используются для производства несущих конструкций, а именно крыльев, поперечных балок и фюзеляжей. Алюминий и другие металлы заменяются на композиты низкой плотности для достижения снижения веса конструкции, что приводит к сокращению платы за топливо. Снижение массы конструкции может быть достигнуто, благодаря использованию многослойных панелей, позволяющих получить высокое качество формы поверхности, высокую технологичность и хорошую тепло- и звукоизоляцию при снижении массы конструкции.

Материалы конструкций гидросамолетов должны соответствовать следующим требованиям:

- Материал должен иметь структуру, соответствующую силовому воздействию на конструкцию время эксплуатации;
- Достаточная теплостойкость материала должна обеспечивать сохранение внешнего вида конструкции;
- Материал должен быть негорючим;
- Вес материала должен быть минимальным;
- Недопустимо появление трещин и иных дефектов, ухудшающих прочностные характеристики конструкции;
- Материал должен быть стойким к коррозии.

Для улучшения летных характеристик трехслойные конструкции с ферменным заполнителем могут использоваться и при производстве специфических гидросамолетных деталей, таких как лодка, поплавки и т.п., сохраняя при этом их жесткость и прочность. Это позволит избежать большого увеличения полетного веса по сравнению с сухопутным самолетом, за счет чего будет легче подняться на высоту.

Можно сделать вывод о том, что преимущество КМ в современном авиастроении состоит в возможности формования крупных элементов конструкции, причем сокращается количество производимых деталей и затраты на сборку, приводящими к экономичности строительства гидросамолетов в целом.

Список использованных источников:

1. Гайнутдинов В.Г. О построении диаграмм ограничений при определении проектных параметров жёсткости и прочности ферменного заполнителя / В.Г. Гайнутдинов, Т.Ю. Гайнутдинова, И.Н. Абдуллин // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2018. Т. 17. №4. С. 27-36.

2. Левшонков Н.В. О методике проектировочного расчета площади крыла Н.В. Левшонков, А.Л. Гусев, А.А. Крылосова // Морские интеллектуальные технологии. 2020. №1-1 (47). С. 50-54.
3. Абдуллин И.Н. Расчетные и экспериментальные исследования жесткости и прочности трехслойных конструкций с заполнителем в виде повторяющихся пирамидальных ячеек / И.Н. Абдуллин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 1. С. 5-11.
4. Гайнутдинов В.Г. Условия разрушения пирамидальных и тетраэдальных ячеек ферменных заполнителей / В.Г. Гайнутдинов, С.М. Мусави Сафави, И.Н. Абдуллин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. Т. 71. № 2. С. 11-15.

Анализ возможности использования электро-стимулируемой адгезии для манипуляции объектами в условиях невесомости

Шаров К.И.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Козлов Н.А.
МАИ, Москва

Освоение человеком космического пространства в обозримом будущем перейдет от решения специализированных задач (связь, геолокация, исследование «глубокого» космоса и т.п.), осуществляемых созданными на Земле космическим аппаратами, к созданию долговременных станций как на орбите Земли, так и у других планет. Это приведет к необходимости осуществления огромного объема работ в условиях невесомости, в т.ч. временного крепления объектов различной массы, типа и состояния поверхности, их захвата, ориентации в пространстве и т.п. Все эти операции можно реализовать, используя явление электроадгезии - сложное и динамичное явление электростатического притяжения между двумя поверхностями, обеспечивающее значимые электроадгезионные силы между электроадгезивной прокладкой и подложкой.

Уже сейчас электроадгезия широко используется при создании исполнительных элементов роботов, реализующих операции сортировки, погрузочно–разгрузочные работы, точную фиксацию объектов, подлежащих обработке и т.д. в цехах широкого спектра предприятий на Земле. Электроадгезионная система обычно содержит четыре основных компонента: электроадгезивную подушку, высоковольтный источник питания, подложку и систему управления, Все более широкое применение электроадгезии в условиях реализации технологических процессов на Земле обусловлено тем, что электроадгезия по сравнению с другими механизмами адгезии, обладает рядом отличительных преимуществ, включая минимальную повреждаемость переносимых (закрепляемых) объектов, повышенную адаптивность к состоянию закрепляемой поверхности, и сверхнизкое энергопотребление, связанное с использованием небольших управляющих токов. На базе данного эффекта изготавливаются контактные площадки роботов для их перемещения по любым, в том числе вертикальным, поверхностям, а также экспериментальные образцы манипуляторов и микрозахватов для точной работы с различными объектами любого масштаба: макро-, микро- и нано.

С нашей точки зрения использование подобных микрозахватов, манипуляторов и узлов крепления для работы с объектами из широкого спектра материалов (как проводящих, так и диэлектриков) в условиях открытого космоса значительно облегчит и упростит выполнение различных технологических операций в невесомости. Преимущества таких микрозахватов и манипуляторов, работающих на базе эффекта элеткроадгезии, в условиях микрогравитации, обеспечит аккуратную работу с хрупкими и тонкими объектами различной формы без повреждения их поверхности, низкие энергетические затраты и высокую адаптивность таких систем как к материалу объекта, так и к состоянию и качеству его поверхности.

Цель работы заключалась в анализе факторов, влияющих на проявление эффекта электро-стимулируемой адгезии и возможности ее использования для создания исполнительных элементов, работающих в условиях микрогравитации.

Анализ публикаций показал, что электроадгезия – сложное и крайне чувствительное явление, зависящее более чем от 30 переменных, которые влияют на достижимые электроадгезионные силы между электроадгезивной подушкой и подложкой. Выделяемые переменные можно отнести к пяти типам параметров: задаваемому электрическому напряжению, природе подложки и диэлектрика, геометрии электродов, а также влиянию окружающей среды (влажность, температура, давление).

Эффект электро-стимулируемой адгезии обладает повышенной адаптивностью, так как электроадгезивная подушка способна прилипать к различным материалам подложки – проводящим, полупроводникам и диэлектрикам, однако сами электроадгезионные силы существенно различаются на разных подложках, что требует приложения достаточного напряжения, но при этом сама электроадгезионная система должна быть достаточно оптимизирована, чтобы во время приложения высокого напряжения избежать электрического пробоя в случае контакта с проводящей подложкой.

В качестве электродов, на которые подаётся напряжение, создающее эффект электро-стимулируемой адгезии, как правило, предлагаются взаимопроникающие (встречно-штыревые) электроды, для проектирования и расчета которых созданы соответствующие модели. В литературе показано, что оптимальное соотношение ширины электрода и пространства между электродами, равно примерно 1,8, благодаря чему удается достичь максимального увеличения глубины воздействия электрического поля на материал объекта крепления или перемещения, что позволяет увеличить электроадгезионные силы и скорость их возникновения.

Исполнительные элементы, работающие на базе эффекта электроадгезии, сводят к минимуму возможные повреждения объекта из-за отсутствия механического воздействия на объект, что благоприятно влияет на процесс его переноса, крепления или обработки. Электроадгезионная система может эффективно применяться как в вакууме, так и в условиях невесомости или микрогравитации, что позволяет рассматривать этот эффект как перспективный для создания конструктивно простых исполнительных элементов, с помощью которых возможно выполнение различных операций в условиях космического пространства.

Исследование трещиностойкости слоистых ПКМ при нагружении по моде II с использованием метода когезионной зоны

Шаталин А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бабаевский П.Г.
МАИ, Москва

Слоистые полимерные композиционные материалы (ПКМ), применяемые в наше время в авиастроении, имеют преимущества в сравнении с традиционными видами материалов по удельной прочности и жесткость, стойкости к коррозии и др. При этом они обладают рядом существенных недостатков, в первую очередь – низкой межслоевой прочностью и трещиностойкостью. Вследствие возникновения и развития трещин, расслоений и расщеплений под действием растягивающих и сдвиговых напряжений или их сочетания происходит потеря несущей способности и разрушение конструкций. Для повышения надежности конструкций из слоистых ПКМ важнейшее значение имеет правильная оценка и прогнозирование их устойчивость к зарождению и росту существующих трещин.

Эффективным путем решения этих задач является разработка численных методов оценки параметров межслоевой трещиностойкости ПКМ и конструкций из них, базирующихся на методе конечных элементов (МКЭ) и подходе линейной упругой механики разрушения (ЛУМР) в сочетании с микромеханическими моделями, учитывающими сопротивление локальному предразрушению материала в зоне концентрации напряжений, в том числе вблизи кончика трещины, и определяющему возникновение или рост

существующей трещины. Эта зона называется когезионной, а ее деформационно-прочностное поведение – ее законом (КЗ и ЗКЗ соответственно).

Целью данной работы является разработка и исследование численной 3D-модели инициирования роста трещины в образцах слоистого ПКМ типа ДКБ при нагружении по моде II (сдвиг при трехточечном изгибе) в программном комплексе ANSYS, сочетающей МКЭ и ЗКЗ в рамках ЛУМР. В модели использованы экспериментально полученные параметры ЗКЗ – локальная сдвиговая прочность, предельная деформация и работа разрушения. При численном моделировании расслоения образца применена методика выбора оптимального количества и размера конечных когезионных элементов (ККЭ) по длине КЗ, рассчитанной по экспериментально определенным параметрам ЗКЗ в соответствие с микромеханической моделью Баренблатта. Разработанная численная 3D-модель применена для оценки трещиностойкости стекло- и углекомпозитов на основе препрегов КМКС и КМКУ. Получены достоверные результаты при допустимом объёме вычислений. Установлены закономерности влияния природы полимерной матрицы и армирующих волокон на длину когезионной зоны и трещиностойкость исследованных стекло- и углекомпозитов.

Исследование влияния обработки в плазме нетканых материалов из поликапролактона на эффективность нанесения на них покрытий из коллагена

Шерстнева А.А., Бирдибекова А.В., Курьянова А.С.
Научный руководитель — к.х.н. Демина Т.С.
Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет), Москва

Создание функциональных материалов с заданными свойствами и характеристиками очень важно в различных областях деятельности человека, в том числе в биомедицине. Например, поликапролактон – синтетический полиэфир – широко применяется в регенеративной медицине за счет таких свойств, как биоразлагаемость, высокая биосовместимость, легкость формования и хорошие физико-механические характеристики материалов на его основе. В то же время гидрофобность и инертность поверхности таких материалов препятствуют адгезии клеток и ограничивают их применение в качестве матриксов для восстановления тканей/органов. Традиционный метод модификации поверхности путем обработки химическими реагентами может быть нежелателен из-за возможного негативного влияния на биосовместимость. Существует более современный и экологичный способ – обработка материала в низкотемпературной плазме. В зависимости от условий обработки возможно травление поверхности, образование новых функциональных групп, что может способствовать повышению гидрофильности и активации подложки перед нанесением целевых биологически активных покрытий.

Целью настоящей работы являлось исследование воздействия плазмы на поверхность нетканого материала из поликапролактона и на последующее нанесение на него покрытия из коллагена, а также изучение свойств материала на разных этапах эксперимента. Для этого были сформованы образцы нетканого волокнистого материала из поликапролактона путем электроформования из 30 мас.% раствора поликапролактона в хлороформе на установке NanoNC Модель ESR100D (Южная Корея). Готовые материалы были обработаны на установке плазмы низкочастотного разряда CUTE-1MPR (Корея) при частоте 40 кГц, мощности 50 Вт в течение 60 с. Далее их инкубировали в 0.25 мас.% растворе коллагена в 3% уксусной кислоте в течение 2 часов с последующим промыванием дистиллированной водой и сушкой в беспылевом шкафу.

Сканирующая электронная микроскопия показала, что нетканый материал из поликапролактона представляет собой хаотично уложенные, однородные по толщине волокна (средний диаметр 2-3 мкм). На снимках образцов, покрытых коллагеном, отчетливо виден его слой, прочно сцепленный с поверхностью. Доказательством эффективной иммобилизации коллагена также стал гравиметрический анализ, который показал привес после этапа нанесения покрытия коллагена, тогда как плазменная обработка изменений в

весе образца не вызывала. Качественный анализ эффективности нанесения покрытий проводился методом флуоресцентной микроскопии, который показал, что на поверхности нетканого материала с покрытием из коллагена наблюдается выраженная эмиссия от селективного по отношению к белку флуоресцентного красителя. Исследование химического состава нетканого материала до и после иммобилизации коллагена, проведенное с помощью ИК-МНПВО-спектроскопии, также подтвердило наличие покрытия из коллагена. Таким образом, предварительная активация в плазме может служить в качестве эффективного и экологически чистого инструмента для предварительной активации поверхности материалов из гидрофобных полимеров перед нанесением на них биоактивных покрытий.

Разработка электротермогазопламенной технологии нанесения полимерных порошковых покрытий

Юсупов И.И., Катиева Л.Р.
Научный руководитель — доцент, Адыева Н.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

Разработка высокоэффективных технологий нанесения покрытий является одним из основных резервов продления сроков эксплуатации изделий, экономии материальных и трудовых ресурсов. В последние десятилетия все более широкое применение находит порошковая технология нанесения антикоррозионных, защитно-декоративных и других видов специальных покрытий на основе полимерных порошковых композиций (ППК). Следует отметить, что существующие технологии и установки для нанесения порошковых покрытий имеют ряд недостатков. Поэтому важной задачей является совершенствование технологических процессов и разработка установок, обеспечивающих нанесение качественных порошковых покрытий, удовлетворяющих эксплуатационным требованиям [1, 2].

К основным факторам, определяющим качество порошковых покрытий, относятся физические, теплофизические, газодинамические и другие характеристики полимерной композиции; несущей газовой среды, представляющей собой дисперсионную среду (воздух, продукты сгорания топлива, их смеси) с распределенной дисперсной фазой в виде частиц порошка; материала обрабатываемой поверхности, которая может быть неподвижной, подвижной, различной формы и размеров; режимные параметры процесса и конструктивные особенности специализированного оборудования. К настоящему времени недостаточно разработаны вопросы, связанные с влиянием на формирование покрытий широкого спектра характеристик, в том числе теплофизических и других параметров ППК; несущей среды, представляющей собой двухфазную газовзвесь; материала подложки; режимных параметров технологического процесса и конструктивных особенностей оборудования. Поэтому возникает необходимость совершенствования и оптимизации существующих технологических процессов и установок для их реализации, позволяющих получать качественные и долговечные порошковые покрытия.

Разработана комбинированная электротермогазопламенная технологии нанесения полимерных порошковых покрытий и экспериментальная установка для ее практической реализации. Установка позволяет наносить качественные покрытия на основе как термопластичных, так термореактивных порошковых композиций, в том числе с использованием конвективного и инфракрасного излучения на стадиях их нанесения и окончательного пленкообразования.

В работе с использованием методов математического моделирования проведено теоретическое описание физико-химических процессов, протекающих при нагреве порошковых композиций в проточных полостях распылительного устройства; струйном натекании порошково-воздушной смеси и обтекании обрабатываемых тел; слиянии и растекании полимерных частиц в процессе формирования покрытий. Представлены результаты численного моделирования процессов, протекающих при получении покрытий, с учетом внутренних газодинамических и тепловых процессов, протекающих в распылителе, а

также внешних задач при струйном неизотермическом натекании несущей среды (воздух, продукты сгорания), содержащей частицы порошка. Предложенные в работе математические модели движения продуктов сгорания топлива, нагретого воздуха, ВПС, их теплового взаимодействия в полостях распылительного устройства; струйного течения смеси газов, воздуха, полета частиц порошка в пространстве, осаждения их на поверхности изделия; теплового поведения материала напыленного слоя и подложки при нагреве газовоздушной средой, а также воздействии инфракрасного излучения содержит основные технологические параметры рассматриваемых процессов. С использованием полученных моделей возможно оценить кинетику слипания, слияния и растекания частиц, смачивания поверхности тела и монолитизации покрытия для оптимизации режимных параметров получения порошковых покрытий.

Секция №8.4 Механика и моделирование материалов и технологий

Вариации условия текучести Хилла

Абашев Д.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.
УрФУ, Екатеринбург

Введение. В технической литературе появляется все больше сведений о том, что обрабатываемые материалы, которые ранее считались изотропными, обладают той или иной степенью анизотропии. Деформационное поведение таких металлов и сплавов не может быть адекватно описано условием текучести Мизеса или подобными ему аналогами. В этом случае часто прибегают к применению теории Хилла с соответствующим условием текучести, которое имеет ряд модификаций.

Методы. Условие текучести Хилла для пластической деформации анизотропной среды связывает компоненты девиатора напряжений Sij (i,j = x, y, z) и параметры анизотропии H, F, G, N, L, M, которые в свою очередь зависят от сопротивления деформации материала по трем перпендикулярным направлениям (x, y, z).

Одна из проблем применения условия текучести такого вида состоит в определении параметров H, F, G, N, L, M. По отношению к изотропному материалу, где нужен только один параметр, задача усложняется в шесть раз. Упрощение записи условия текучести Хилла возможно при рассмотрении о деформации материала с ГПУ решеткой. В этом случае можно использовать условия симметрии самой решетки при различном ее размещении в системе координат. В результате при удачной предпочтительной ориентировке кристаллов, условие текучести упрощается. Дополнительное упрощение возможно, если по одной или двум координатам напряжения отсутствуют.

Можно обратить внимание на то, что обычно условие текучести Хилла применяют для декартовой системы координат в общей формулировке, тогда как запись условия текучести в главных координатах позволяет в 2 раза сократить число параметров анизотропии N, L и M, которые соответствуют касательным напряжениям девиатора напряжений.

Соответственно в два раза можно сократить количество опытов для их определения. Однако при этом придется позаботиться о том, чтобы оси действия напряжений оказались главными, что возможно при создании условий равенства нулю компонентов со смешанными индексами. Дальнейшие упрощения могут быть связаны с равенством друг другу части компонентов условия, а также равенством нулю некоторых из них. Следует учесть также, что компоненты девиатора могут быть выражены через компоненты тензора и гидростатическое напряжение. Тогда разность компонентов девиатора можно поменять на разность компонентов тензора.

Вывод. При таком подходе использование частных случаев напряженного состояния (одноосное,осесимметричное, плоское) применительно к материалам с гексагональной плотноупакованной решеткой и четкой текстурой число параметров анизотропии может быть уменьшено (сведено к минимуму), а также может быть уменьшено количество экспериментов, используемых для их определения.

Условия лазерной нормализации характеристик поверхности деталей из углерод-углеродного композиционного материала

Андросенко В.Н.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Якимов М.Ю.
МАИ, Москва

Композиционные углерод-углеродные материалы сохраняют прочность при температурах до 2500°С, что позволяет изготавливать из них детали, работающие в условиях высоких тепловых и механических нагрузок.

Температурные и прочностные характеристики углерод-углеродных материалов могут ухудшаться вследствие неоднородностей наполнителя и связующего, возникающих в процессе карбонизации.

Поверхностные неоднородности проявляются, в частности, при работе тормозных дисков, приводя к локальному перегреву и разрушению поверхности.

Улучшить однородность поверхности можно путем нагрева до температур, при которых происходит частичная графитация углеродного материала, в диапазоне 2000°C-3000°C.

Наиболее эффективный способ нагрева поверхности материала до указанных температур – лазерная обработка [1, 2].

Проведем оценку необходимой мощности лазерного излучения для обработки материала с удельной теплоемкостью Cp = 0.7 Дж/(г К), теплопроводностью вдоль поверхности материала Lxy = 80 Вт/(м К), вглубь материала Lz = 20 Вт/(м К), плотностью pi = 1.8 г/см^3 и температуропроводностью a = L/(pi Cp) (находится в пределах 15-65 мм^2/с). В процессе обработки лазерное излучение фокусируется в круг диаметром d = 3 мм на поверхности материала.

Около 0.9 потока падающего на поверхность излучения поглощается материалом, часть поглощенной энергии теряется на тепловое излучение, часть отводится потоком защитного газа из коаксиального сопла (u < 50 м/с), а основная часть за счет теплопроводности передается вглубь материала.

Потери на излучение рассчитываются по закону Стефана-Больцмана [3] при заданной площади поверхности 7.1 мм2 и коэффициенте излучения 0.9. Потери на охлаждение в воздушной среде при атмосферном давлении и скорости набегающего потока 50 м/с - по стандартным формулам [4].

При температуре 2273K потери на излучение составляют 9.7 Вт, при 3273K – 41.6 Вт. Мощность конвективного охлаждения при 2273K – 10.3 Вт, при 3273K – 14.9 Вт. Суммарно потери на излучение и конвекцию можно оценить от 20 Вт до 56.5 Вт в заданном диапазоне температур.

Рассмотрим задачу о нахождении стационарного поля температур вокруг точечного источника тепла мощностью Q, движущегося со скоростью v в пространстве с однородной температуропроводностью (a = 31.2 мм2/с), имеющую известное аналитическое решение.

Разбивая пространство на два симметричных полупространства, в каждом из них мы будем видеть эквивалентную картину поля температур от центра выделения энергии, движущегося по поверхности раздела (эквивалент пятна лазерного излучения, движущегося по поверхности материала).

При этом в каждом полупространстве мощность источника тепловыделения также делится на два. Тепло, отводимое в полупространство, в реальном случае будет передаваться в охлаждаемое основание, на котором закреплена деталь для защиты от перегрева в процессе обработки.

В такой постановке было получено распределение температур вокруг пятна лазерного излучения диаметром d = 3 мм, движущегося по поверхности материала, являющееся аналитическим решением нестационарного уравнения теплопроводности.

Чтобы получить зону нагрева до температуры 2100°C с шириной, близкой к d, подбиралась мощность тепловыделения и скорость движения пятна (P = 850 Вт и v = 5 мм/с). Соответствующая лазерная мощность с учетом потерь на частичное отражение, тепловое излучение и конвекцию

Pl = (850+22)/0.9 = 969 Вт. Для температуры 3000C, соответственно, Pl = 1.5 кВт. Такую мощность могут обеспечить технологические CO2-лазеры, твердотельные волоконные лазеры, а также мощные лазерные диоды.

Предварительные эксперименты по нагреву поверхности углерод-углеродного композитного материала излучением мощного импульсно-периодического CO2-лазера показали, что температура 2100°C может быть достигнута при средней мощности излучения

500 Вт в пятне диаметром 3 мм при скорости обработки 3.85 мм/с. Меньшее значение необходимой мощности излучения по сравнению с приведенной оценкой можно объяснить снижением теплопроводности углерод-углеродного материала при высоких температурах.

Более определенные выводы можно будет сделать по результатам детального математического моделирования процесса лазерной обработки с учетом анизотропии коэффициента теплопроводности композиционного материала.

Список использованных источников:

1. Кузнецов С.И., Петров А.Л. Применение лазерного излучения для модификации поверхности и раскроя углеродных композиционных материалов и углеродных тканей // Известия Самарского научного центра РАН, 2003, 5(1), 46-54.

2. Кузнецов С.И., Камашев А.В., Петров А.Л., Тарасова Е.Ю. Влияние лазерной обработки на структуру и упругие свойства углерод-углеродных композитов // Известия Самарского научного центра РАН, 2004, 6(1), 65-71.

3. https://www.omnicalculator.com/physics/stefan-boltzmann-law, дата обращения 24.02.2021.

4. https://thermal.mayahtt.com/tmwiz/convect/forced/fp-isot/fp-isot.htm, дата обращения 24.02.2021.

Задача о прямом превращении в цилиндрическом баке из сплава с памятью формы

Бобок Д.И.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Мовчан А.А.

МАИ, Москва

На сегодняшний день определяющие соотношения, описывающие термомеханическое поведение и свойства СПФ, и методики решения краевых задач для конструкций из сплавов с памятью формы развиты недостаточно. В основной массе такие задачи решаются численными методами, однако существуют и аналитические решения. Развитие методов аналитического решения краевых задач даст возможность с меньшими затратами сил, времени и ресурсов проводить проектировочные расчеты, что расширит перспективы внедрения СПФ в промышленность и многократно снизит стоимость проектирования конструкций из них.

В данной работе в рамках модели линейного деформирования СПФ при фазовых превращениях исследовано поведение тонкостенной цилиндрической оболочки, материал которой претерпевает прямое термоупругое мартенситное превращение под действием постоянного внутреннего давления. Задача решена как для безмоментной оболочки, так и для области воздействия краевого эффекта. Задача решалась в постановке теории тонких оболочек. Аналогично решена задача о поддержании фиксированной деформированной формы цилиндрической оболочки, заданной путем нагружения в аустенитном безмоментном состоянии и претерпевающей прямое термоупругое мартенситное превращения. Определен характер убывания внешней нагрузки, обеспечивающий неизменность формы оболочки.

В рамках поставленной задачи применяется модель линейного деформирования СПФ при фазовых превращениях в предположении о том, что параметр фазового состава в каждый момент рассматриваемого процесса равномерно распределен по материалу оболочки, что соответствует несвязанной постановке задачи для случая равномерного распределения по материалу температуры. Не учитывается возможность структурного превращения в материале оболочки. Пренебрегается переменностью упругих модулей при фазовом переходе и свойством разносопротивляемости СПФ. Для получения аналитического решения всех уравнений краевой задачи применялся метод преобразования Лапласа по величине объемной доли мартенситной фазы. После преобразования в пространстве изображений получается эквивалентная упругая задача, решая которую, образы по Лапласу искомых величин получаются в виде аналитических выражений, включающих операторы, являющиеся образами по Лапласу от упругих постоянных. Эти выражения являются дробно

– рациональными функциями образа по Лапласу от параметра фазового состава. Возвращаясь в пространство оригиналов путём аналитического разложения выражений для искомых величин в пространстве изображений на простые множители, получаются искомые аналитические решения.

В результате решения были получены как аналитические выражения, устанавливающие зависимость между напряжениями и прогибами элементов цилиндрической оболочки и параметром фазового состава материала, так и графические зависимости, иллюстрирующие их наглядно. Установлено, что во всех рассмотренных случаях увеличение удельной доли мартенсита в составе сплава приводит к росту прогибов исследуемых точек. Осевые напряжения (как безмоментные, так и учитывающие краевой эффект) при прямом превращении практически не меняются. Кольцевые напряжения в зоне краевого эффекта испытывают с ростом объемной доли мартенситной фазы существенные изменения.

Список использованных источников:

1. Мовчан А.А. Микромеханические определяющие уравнения для сплавов с памятью формы // Проблемы машиностроения и надежности машин (Машиноведение). – 1994. – №6. – С.47-53.

2. Мовчан А.А. Микромеханический подход к описанию деформации мартенситных превращений в сплавах с памятью формы // Изв. РАН. Механика твердого тела. – 1995. – №1. – С.197-205.

3. Мовчан А.А. Выбор аппроксимации фазовой диаграммы и модели исчезновения кристаллов мартенсита для сплавов с памятью формы // Журнал прикладной механики и технической физики. – 1995. – Т.36. – №2. – С.173-181.

4. Мовчан А.А. Исследование эффектов связности в задачах изгиба балок из сплава с памятью формы // Журнал прикладной механики и технической физики. – 1998. – Т.39. – №1. – С.87-97.

5. Мовчан А.А. Аналитическое решение задач о прямом и обратном превращении для сплавов с памятью формы // Известия АН. Механика твердого тела. – 1996. – №4. – С.136-144.

6. Мовчан А.А. Некоторые проявления способности к ориентированному превращению для сплавов с памятью формы // Журнал прикладной механики и технической физики. – 1996. – Т.37. – №6. – С.181-189.

7. Бобок Д.И. Аналитическое решение задачи изгиба круглой пластины из сплава с памятью формы // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2020. – Т.26. – №1. – С.74-97.

8. Бобок Д.И. Аналитическое решение задачи о цилиндрическом баке под внутренним давлением из сплава с памятью формы // Механика композиционных материалов и конструкций. //– 2020. – Т.26. – №3. – с.409-435

Метод расчёта на герметичность фланцевого соединения трубопроводов с металлическим деформируемым Z-образным уплотнением

Бойков А.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фирсанов В.В.

МАИ, Москва

В системах трубопроводов авиационной и космической техники используются фланцевые соединения с Z-образным металлическим деформируемым уплотнением, привлекательность которых заключается в высокой плотности получаемого контакта. Имеется необходимость обеспечить герметичность и прочность соединения при его минимальной массе. Для этого необходимо получить зависимости, описывающие герметологическое поведение соединения, которые также позволят моделировать прочностные свойства конструкции фланцевого соединения.

Предлагается взять за основу теорию эквивалентного пористого слоя Козени-Кармана. Однако сложный характер взаимодействия деталей соединения не позволяет применить её

из-за наличия неизвестных величин. Предлагается решать задачу методом суперпозиции в приращениях величин. Радиальная длина пятна контакта уплотнения и фланца принимается неизменной по сравнению с этапом затяжки соединения. Приращения неизвестных величин выражаются из зависимостей, моделирующих поведение соединения и основанных на уравнениях совместности перемещений точек деталей соединения и описании их прочностных свойств через теорию осесимметричной деформацию колец большой кривизны К.Б. Бицено и моментную теорию осесимметричных цилиндрических оболочек.

В отличие от применявшихся ранее подходов к описанию прочностных свойств деталей фланцевого соединения, полученные зависимости позволяют провести не только прочностную, но и герметологическую оценку фланцевого соединения. Полученные зависимости также являются более универсальными, чем зависимости, рассматривающие фланцы как тонкие осесимметричные круглые пластины, поскольку далеко не каждый фланец подойдёт под такое определение, в отличие от случая, когда он моделируется как кольцо большой кривизны.

Влияние режимов резания на шероховатость получаемой поверхности при чистовом фрезеровании

Вахитов К.Р.
Научный руководитель — Ахмадиев А.И.
АФ КНИТУ–КАИ, Альметьевск

Шероховатость подразумевает под собой совокупность неровностей поверхности с малыми шагами, которые образуют рельеф самой поверхности, рассматривая в имеющихся пределах базовой длины.

Шероховатость поверхности следует идентифицировать по ее профилю, образуемого в сечении данной поверхности, плоскостью, перпендикулярной к номинальной поверхности.

Опираясь на ГОСТ 2789-73, установлено 6 различных параметров шероховатости исследуемой поверхности. В них включаются такие параметры, как: 3 высотных параметра и 3 шаговых.

На шероховатость исследуемой поверхности, обработанной твёрдосплавным режущим инструментом, производит влияние значительное количество факторов и, в главную очередь, метод обработки заготовок. Различные методы обработки характеризуются применяемым оборудованием и инструментом, и, учитывая данные факторы, позволяют получить разнообразную шероховатость поверхности.

Также на шероховатость влияют режимы резания. Из существующих режимов резания, ключевое влияние на величину шероховатости оказывает подача и скорость резания. При повышении подачи шероховатость исследуемой поверхности увеличивается.

При обработке с применением смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ) ключевым фактором является ее правильный подбор. СОЖ сама по себе представляет собой смазку, уменьшающей трение между контактирующими частями самого режущего инструмента и обрабатываемой поверхности, а также окислителем поверхностного слоя (окисная пленка легче всего разрушается). Верно подобранная СОЖ вполне способна уменьшить шероховатость примерно на 10-40%.

В нашем исследовании мы будем использовать фрезы фирмы AdvaCut: AAL150-S3-16036, Число зубьев – 3, Материал фрезы - твердый сплав, угол наклона - 45. Рекомендуемые режимы резания для данной фрезы: Vc=150 м/мин, n=7000 об/мин, s=3000 мм/мин, ap<=1.5D (глубина резания), ae<=0.2D (ширина фрезерования).

Специфика волочения титановой проволоки

Возмищев Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Логинов Ю.Н.
УрФУ, Екатеринбург

Введение. На этапе производства проволоки из предварительно подготовленной для этого заготовки существует альтернатива применения процесса волочения или холодной сортовой прокатки [1]. Применению сортовой прокатки вместо волочения на этом этапе обработки металлов способствовал в последнее время выпуск прокатных станов, в основном, ювелирного назначения, с калибровками, имеющими размер профиля ручьев до 1 мм, но производство продукции таких размеров ранее осуществлялось только волочением. Таким образом сортовая прокатка и волочение являются двумя конкурирующими процессами. Третьим вариантом технологии является применение роликового волочения [2, 3], по существу являющегося гибридным решением на основе объединения преимуществ двух упомянутых процессов. Особенно важно применение роликового волочения при обработке такого металла, как титан, потому что он обладает свойством повышенной адгезии к материалу инструмента. Из-за налипания металла на поверхность волоки трение переходит в предельное и проволока при волочении обрывается.

Методы. Обычно волочение металлов осуществляют в холодном состоянии и применяют сплошные волоки, изготовленные из стали, твердых сплавов, искусственных и природных алмазов. Как правило, при обработке давлением в отличие от черных металлов практически все цветные металлы налипают на металлический или металлокерамический инструмент. На его поверхности создается слой того же металла, который обрабатывается. Обычно подобный случай описывают как явление налипания. Как это следует из данных статьи [4], при испытании металлов наибольшая адгезия была выявлена в паре Ti – Ti. Если при прокатке часто мирятся с процессом налипания, которое проявляется даже при применении эффективных эмульсий и смазок, то при волочении возможно появление процессов или полного или частичного схватывания, которое приводит к обрыву проволоки. В некоторых случаях применяются технологии волочения в оболочке или с покрытием, например, медным. Но это применимо, если от конечного продукта не требуется особой чистоты металла. Если проволока применяется для сварки титановых конструкций, то применение посторонних веществ в технологии производства становится проблематичным.

Вследствие отмеченных особенностей редкие предприятия берутся за процессы обработки титановой проволоки. Дополнительные трудности возникают при формировании режимов обжатий из-за потери пластичности при нагартовке, что приводит к необходимости частого применения рекристаллизационных отжигов. Термообработка титана и сплавов оказывается дорогостоящей из-за необходимости применения вакуумных печей.

Применение роликового волочильного инструмента вместо обычных волок позволяет применять большие коэффициенты вытяжек. Возникает возможность непрерывно смазывать поверхность инструмента. Это происходит, потому что рабочая поверхность роликов постоянно уходит из очага деформации и становится свободной поверхностью, на которую легко подать технологическую смазку. В случае деформации титана это является важной положительной чертой на фоне вышеотмеченной особенности – склонности к налипанию.

Вместе с тем, как это отмечалось в исследованиях применительно к волочению стальной проволоки [5, 6], применение роликового волочения, например, по схеме «круг - фасонное сечение – круг» приводит к возникновению неравномерности деформации в тангенциальном направлении, при этом больший уровень деформации наблюдается в местах выпуска калибров. Используемые в настоящее время трехроликовые волоки не свободны от этого недостатка. Неоднородность деформации приводит к неравномерному отжигу проволоки, в областях с повышенной степенью деформации рекристаллизация наступает раньше, поэтому по окончании процесса отжига в этих областях может произойти чрезмерный рост зерен.

Список использованных источников:

1. Логинов Ю.Н., Горланов А.Ю., Мурзинов О.Л. Сравнительный анализ процессов холодной сортовой прокатки и волочения проволоки из латуней. Цветные металлы. 2006. № 12. С. 91-93.
2. Даненко В.Ф., Гуревич Л.М., Змейчук К.В. Сравнительный анализ напряженного состояния деформационной зоны при производстве проволоки в монолитных и роликовых волоках. Известия Волгоградского государственного технического университета. 2017. № 6 (201). С. 83-87.
3. Логинов Ю.Н., Железняк Л.М. Усовершенствование роликового волочильного инструмента. Теория и практика производства метизов. Екатеринбург: УПИ. 1982. С. 52-58.
4. Hiroshi Mishina, Alan Hase. Effect of the adhesion force on the equation of adhesive wear and the generation process of wear elements in adhesive wear of metals. Wear. 2019. No. 202936.
5. Харитонов В.А., Усанов М.Ю. Совершенствование деформационных режимов волочения проволоки из углеродистых марок стали в монолитных и роликовых волоках. Магнитогорск. 2020. 133 с.
6. Харитонов В.А., Манякин А.Ю., Чукин М.В. и др. Совершенствование режимов деформации и инструмента при волочении круглой проволоки: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск, гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова. 2011. 174 с.

Особенности рационального проектирования и расчета трехслойных композитных конструкций с конусообразным дискретным заполнителем

Волков А.Н.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Зотов А.А.
МАИ, Москва

В настоящее время при создании летательных аппаратов, а также иных конструкций и механизмов, широко используются многослойные панели и оболочки с различными заполнителями. Многослойные панели успешно применяются и эксплуатируются в качестве силовых элементов конструкций уже более полувека, однако геометрические параметры и виды заполнителя не претерпели значительных изменений. Не смотря на многочисленные преимущества, к которым прежде всего относят: малый вес, высокую удельную прочность и жесткость, многослойные пакеты обладают рядом существенных недостатков: низкая ударная вязкость и прочность на сдвиг, проблемы с удалением конденсата и влагопоглощением, конструктивно-технологические проблемы при изготовлении. Подобные негативные свойства данных панелей наряду с их преимуществами задали направление поиска устранения вышеперечисленных недостатков.

В последнее время определенное развитие получили складчатые, ферменные, сетчатые и иные дискретные структуры, одной из которых является заполнитель с конусообразными ячейками. В данной работе рассматриваются: метод определения допустимых геометрических параметров трехслойных пакетов с данным заполнителем, способ нахождения эквивалентных геометрических и физических параметров пакета с целью упрощения численного и аналитического прочностного анализа, а также изложены некоторые практические результаты. Рассматриваемая ячеистая структура позволяет добиться существенного снижения веса заполнителя с сохранением прочностных свойств и успешно разрешить большинство проблем, характерных для многослойных панелей.

В результате проведенных исследований выявлена перспективность применения подобных структур по сравнению с классическими трехслойными панелями, а также сформированы определенные методы, значительно упрощающие проектировочные расчеты трехслойных пакетов с заполнителя с конусообразными ячейками и учитывающие его особенности.

Моделирование качества поверхности образов, напечатанных на 3D принтере

Гадеев Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Юнусов Р.Ф.
КНИТУ–КАИ, Казань

В исследовании был рассмотрен набор входных и выходных параметров для образцов, напечатанных на 3D-принтере Ultimaker S5. В наборе содержатся данные с 50 образцов, девять входных параметров: высота слоя, толщина стенок, степень заполнения, паттерн заполнения, температура сопла, температура подложки, скорость печати, тип пластика и скорость обдува; три выходных: шероховатость, удлинение и предел прочности.

С помощью средств визуализации данных Seaborn на языке Python был написан код, получена тепловая карта, наглядно показывающая корреляции между различными параметрами. Наибольший интерес представляет пара «layer_height» — «roughness» («высота слоя» — «шероховатость»); классификация шероховатости и стала основной задачей этой работы.

После анализа набора данных значение шероховатости 160 мкм было выбрано в качестве показателя шероховатости, относительно которого будет классифицироваться выборка.

С помощью библиотек Scikit-learn [2] были созданы четыре модели машинного обучения на языке Python: Decision Tree с подбором лучших параметров/без подбора, Random Forest с подбором лучших параметров/без подбора (все модели тренировались при постоянном параметре псевдослучайности random_state = 10, что поспособствовало повторяемости результатов).

Наилучшие показатели в точности классификации показали модели Decision Tree и Random Forest с подбором параметров — 0,933. Модель Decision Tree была обучена примерно в несколько сотен раз быстрее (166 мс). Таким образом, эта модель является лучшей среди рассмотренных.

Таким образом, с помощью библиотеки Scikit-learn была построена модель машинного обучения для классификации шероховатости напечатанных образцов по изначальным параметрам печати. Модель продемонстрировала хорошую точность, равную 0.933, что позволяет использовать ее в учебных и исследовательских целях при изучении материаловедческих дисциплин. В дальнейшем планируется изучение возможности предсказания и классификации других материалов аддитивной промышленности.

Список использованных источников:

1. DebRoy, T., Mukherjee, T., Wei, H.L. et al. Metallurgy, mechanistic models and machine learning in metal printing. Nat Rev Mater (2020).
2. Scikit-learn User Guide [Электронный ресурс] // URL: https://scikit-learn.org/stable/user_guide.html (дата обращения 05.01.2021).

Волны Похгаммера – Кри в полом цилиндре: дисперсия продольной фундаментальной моды

Гаджибеков Т.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Кузнецов С.В.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Исследования волн Похгаммера-Кри в стержнях ведутся более века. Впервые уравнения, описывающие распространение упругих волн в бесконечном стержне, были независимо получены Похгаммером и Кри. Позднее численными методами были получены дисперсионные кривые. Асимптотическими методами были получены коротковолновый передел (при стремлении круговой частоты к бесконечности), который совпал со скоростью волны Рэлея, и длинноволновый предел (при стремлении круговой частоты к нулю), который совпал со «стержневой» скоростью.

При описании волн в сплошном цилиндре учитывается, что перемещения на оси стержня (r=0) конечны, поэтому приравниваются нулю коэффициенты при функциях

Бесселя второго рода. В случае с описанием волн в полом цилиндре такая поправка не нужна и в расчете учитываются все коэффициенты. Используя выражения описывающие напряжения на поверхностях полового цилиндра, получено дисперсионное уравнение. Решая это дисперсионное уравнение при различных значениях фазовой скорости можно получить дисперсионные кривые (зависимость скорости от частоты).

Получены аналитические выражения для дисперсионного уравнения описывающего распространение продольных осесимметричных мод волн Похгаммера-Кри в бесконечном полом цилиндре. На основе аналитических выражений построены дисперсионные кривые для высших продольных мод волн Похгаммера-Кри в бесконечном полом цилиндре. Проведенный анализ выявил существенное расхождение в дисперсии рассматриваемых волн Похгаммера-Кри в полых и сплошных цилиндрах.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ: грант №.20-49-08002.

Моделирование процессов разрушения элементов паровых турбин

Гета О.А.
Научный руководитель — Ph.D. Никитин А.Д.
МАИ, Москва

Исходя из опыта использования установок паротурбинного типа, происшествия, связанные с обрывом рабочих лопаток последних ступеней цилиндра низкого давления (ЦНД) происходят часто и при этом повреждения временами приводят к серьезным авариям.

Проточная часть, наиболее важными элементами которой являются рабочие лопатки составляет основу паровой турбины и определяет её долговечность. Лопатки в свою очередь работают при тяжёлых условиях, подвергаясь при этом немалым динамическим, статическим и малоцикловым нагрузкам. Из-за этого в процессе эксплуатации всё ещё происходят их повреждения.

Некоторые повреждения лопаток (например, усталостная трещина), которые появляются в эксплуатационном процессе изменяют её механические свойства и вследствие этого возникает изменение её изначального положения. Чаще всего зарождение (а впоследствии распространение) трещины происходит из-за вибрационных нагрузок. Также в зонах низкого давления лопатки часто подвержены эрозии и коррозии (данные факторы разрушения оказывают значительное влияние на конструктивную усталостную прочность и увеличивают опасность усталостных повреждений).

Предотвращение или снижение вероятности обрыва лопаток цилиндра низкого давления является актуальной и важной задачей, так как всё еще возникают чрезвычайные происшествия, связанные с хрупким разрушением лопаток и других элементов паровых турбин в этой области, а основная часть исследований происходила в конце XX века, когда численное моделирование находилось на более низкой стадии разработки.

В работе выявлены характерные элементы, в которых может быть локализовано разрушение. Выполнено численное моделирование для лопаток последней ступени ЦНД (где чаще всего возникают дефекты) и проведён анализ напряжённого состояния.

Изменение предельной деформации листовой стали марки 08пс

Гоголев А.Л.
Научный руководитель — профессор, к.т.н. Типалин С.А.
Московский Политех, Москва

Для расчета технологических параметров процесса пластического формоизменения существуют теоретические и программные методики расчетов. Теоретические расчеты основываются на табличных данных или монограммах, по которым вычисляются силовые параметры процесса или предельные коэффициенты пластического формоизменения. В таблицах обычно даются однозначные данные (в частности, как пример, механические свойства или коэффициенты кривой упрочнения) для конкретного материала. Известно, что предельная деформация листового материала зависит от его толщины. Чем толщина больше,

тем большую деформацию может выдержать материал не разрушаясь, об этом свидетельствуют предельные коэффициенты вытяжки, отраженные в справочниках [1-3] и других источниках. Изменение также касается и коэффициентов кривой упрочнения [4].

Для расчета технологии в современном производстве практически повсеместно разработчики используют современные программные продукты, на которых можно выполнить расчеты всех технологических параметров процесса сложной деформации листового материала в холодном состоянии. Для получения точных расчетов в программы заносится свойство материала в виде библиотечных данных, которые отражаются в диаграмме предельного формоизменения. При этом для каждой марки материала отражается только одна диаграмма, не зависящая от деформируемой толщины заготовки. Для того что бы учесть возможные отклонения, разработчики программного обеспечения выделяют область, которая отражается как критичная, если деформация попадает в эту область, то считается, что возможен разрыв материала.

Чаще всего в библиотечные данные входят материалы толщиной 1 мм. Однако свойства для толщины 1 мм не отражают многообразие свойств других толщин. А для того что бы сделать экспериментальные замеры и построить диаграммы предельного формоизменения не только для каждого материала, но и для каждой толщины требуются большие затраты времени и средств.

В работе экспериментально получены данные предельной деформации на растяжение тонколистового материала 08кп в зависимости от толщины. Результаты аппроксимировались степенной зависимостью. Полученное уравнение позволяет определить промежуточные значения предельной деформации в зависимости от толщины

$$\varepsilon=0{,}128\cdot S^3-0{,}095\cdot S^2+0{,}232\cdot S+0{,}034.$$

Если связать данное уравнение для конкретной марки с библиотечными данными программных продуктов, то можно рассчитать на какую величину можно сместить кривую предельного формоизменения для получения уточненной данных о возможном разрыве деформируемой заготовки.

Моделирование процесса зарождения и развития трещины в пористом материале с гексагональным типом расположения пор методом расширенных конечных элементов

Данилушкин В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воронин С.В.
Самарский Университет, Самара

Компьютерное моделирование на базе метода конечных элементов имеет широкое применение на практике, т.к. на основе данного метода работают различные программные комплексы, которые применяются для изучения напряженно-деформированного состояния материала, процессов обработки материалов давлением и т.д. Применение метода конечных элементов в базовом виде для моделирования процесса зарождения и развития трещины в пористом алюминиевом сплаве не всегда является эффективным. В работе [1] моделирование выполнялось в программном комплексе MSC.Nastran с применением авторской программы-приложения. В современных программных комплексах широкое применение нашел расширенный метод конечных элементов (XFEM), который позволят моделировать разрушение модели. Поэтому целью данной работы является исследование процесса зарождения и развития трещины в модели с гексагональным типом расположения пор в программном продукте Abaqus с применением XFEM.

Конечно-элементная модель с гексагональным расположением пор подверглась одноосному растяжению, граничные условия соответствовали условиям, которые использовались в работе [1]. Модели были заданы свойства нагартованного алюминиевого сплава. В качестве условия зарождения и начала движения трещин являлся предел прочности материала. Основным отличием являлось разбиение модели на конечные

элементы квадратного типа в программном продукте Abaqus, т.к. XFEM не требует применения треугольного типа конечных элементов.

В результате компьютерного моделирования в программном продукте Abaqus с применением XFEM было установлено, что трещины зарождались на внешних полюсах крайних пор, расположенных по граням перпендикулярно оси растяжения. Трещина двигалась от пор под небольшим углом, относительно оси растяжения к краю модели. Полученные результаты компьютерного моделирования соответствуют раннее полученным результатам в программном комплексе MSC.Nastran с применением авторской программы-приложением, трещина зародилась и развилась по аналогичной траектории.

Список использованных источников:

1. Данилушкин В.С., Абалихина О.В. Конечно-элементное моделирование процесса зарождения трещины в пористом алюминиевом сплаве АД1 с гексагональным расположением пор [Текст]/ Данилушкин В.С., Абалихина О.В. – Москва: «Гагаринские чтения – 2019», 2019. – 1346 с.

Моделирование нового метода для детектирования подповерхностных трещин при СВМУ нагружении

Дубинец А.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Никитин А.Д.

МАИ, Москва

В аэрокосмической промышленности для изготовления элементов конструкции таких как лопатки компрессора или турбины двигателя используют сплавы высокопрочных металлов. Данная отрасль требует высокой производимости и надежности компонентов при циклических нагружениях. В многочисленных исследованиях представлен переход механизма разрушения из режима многоцикловой усталости (МНЦУ) в режим сверхмноцикловой усталости (СВМУ). Для СВМУ свойственно усталостное поведение металлических материалов в области высоких долговечностей порядка 10^7-10^9 циклов нагружения и формирование очага разрушения под поверхностью. Сложность заключается в обнаружении внутренних усталостных трещин, которые образуются в процессе эксплуатации изделия.

Предложенный новый метод для детектирования подповерхностных трещин основан на фиксации упругих волн датчиками, установленными на концах образца, которые показывают разницу между начальной и прошедшей через некую среду волнами. Резонансная система сконструирована таким образом, что генерируемые продольные волны имеют максимальное напряжение в середине образца и максимальное смещение в конце образца, один из которых остается свободным. Принцип работы устройств для СВМУ испытаний базируется на возбуждении упругих стоячих волн в образцах посредствам пьезоэлектрических конвертеров, позволяющих обеспечить формирование стоячих волн на заданных частотах нагружения. Добиться такого большого числа циклов при обычных системах усталостных испытаний, работающих на ограниченной частоте, практически невозможно. Ультразвуковая система усталостных испытаний основана на генерации ультразвуковых волн частотой 20 кГц. СВМУ разрушение будет происходить в следствии вибрации, действующая как переменная нагрузка. При появлении жестких включений в образце наблюдается изменение собственных частот и форм колебаний образца, что может вызвать изменение характера вибрации.

В работе предложено математическое обоснование волновых процессов в образовавшейся свободной поверхности образца. На основании изменения спектра собственных частот в программном комплексе ANSYS получены минимальные размеры включения, при котором отраженные волны могут быть детектированы в образце. Проведено численное решение задачи с использованием неявной разностной схемы на неравномерной сетки с заданными граничными условиями в виде математического разреза, который иллюстрирует область поры. Полученное изменение волновых картин показывают рентабельность данного метода.

Нестационарная задача механодиффузии для сплошного цилиндра, находящегося под действием объемных возмущений, с учетом релаксации диффузионных потоков

Зверев Н.А.
Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Земсков А.В.
МАИ, Москва

В работе была рассмотрена и решена связанная нестационарная полярно-симметричная задача механодиффузии для одномерного однородного многокомпонентного бесконечного сплошного цилиндра. Данное тело, которое рассматривается как изотропная сплошная деформируемая среда, находится под действием объемных возмущений упруго-диффузионного характера. В работе учитываются релаксационные диффузионные эффекты, которые связаны с конечными скоростями распространения диффузионных возмущений.

Для построения математической модели, описывающей физико-механические процессы в сплошном цилиндре, использовалось уравнение движения сплошной среды, содержащее в себе массовую силу, и N уравнений массопереноса, содержащие объемные источники массопереноса. Замыкают математическую постановку задачи однородные начально-краевые условия, которые означают, что в начальный момент времени среда является недеформированной, нагрузки и массоперенос на поверхности цилиндра отсутствуют.

Для решения поставленной задачи было использовано разложение искомых перемещений и приращений концентраций в ряды Фурье по специальным функциям Бесселя, а также применялось интегральное преобразование Лапласа по времени [1-3], благодаря которому сначала удалось получить решение задачи в пространстве изображений, а затем и в пространстве оригиналов. Оригиналы функций влияния были найдены с помощью теории вычетов и стандартных таблиц операционного исчисления.

Решение задачи получено с помощью сверток функций Грина с функциями, задающими объемные возмущения и стоящими в правых частях уравнений движения и массопереноса.

Для иллюстрации эффектов связанности механического и диффузионного полей был выполнен тестовый расчет для двух- и трехкомпонентного материала. Результаты исследований представлены в аналитической и графической формах.

Список использованных источников:

1. Zemskov AV, Tarlakovskii DV. Polar-symmetric problem of elastic diffusion for isotropic multi-component plane // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2016. Vol. 158. No 1. 012101, DOI: 10.1088/1757-899X/158/1/012101

2. Земсков А.В., Тарлаковский Д.В. Полярно-симметричная задача упругой диффузии для многокомпонентной среды // Проблемы прочности и пластичности. 2018. № 80 (1). с. 5-14.

3. Зверев Н.А., Земсков А.В. Постановка нестационарной задачи упругой диффузии для изотропного сплошного цилиндра // Проблемы безопасности на транспорте: материалы IX Международной научно-практической конференции. Гомель: БелГУТ, 2019. Ч. 2. С. 212-214

Исследование пороговой скорости кристаллизации наночастиц Si-Al и Si-Au методом молекулярной динамики

Зеленина А.И., Гордеев И.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Колотова Л.Н.
МФТИ, Долгопрудный

В связи с развитием метода лазерной печати является актуальной задача изучения структуры кремниевых наночастиц с примесями золота и алюминия, поскольку подобные объекты демонстрируют различные практически важные оптические и электромагнитные свойства в зависимости от структуры, полученной при охлаждении.

В данной работе было проведено исследование кристаллизации расплавленных трёхмерных частиц. Метод заключается в охлаждении расплава до комнатной температуры. Далее была проанализирована структура получившихся наночастиц и рассчитана пороговая

скорость охлаждения, необходимая для кристаллизации. Рассматривался широкий диапазон концентрации примеси металлов. В данной работе представлены значения пороговых скоростей для наночастиц радиусом 20 и 40 нм. В ходе расчётов удалось получить распределения атомов разных элементов внутри частиц и установить более точные значения плотности и атомной плотности наночастиц. Далее эти данные были использованы для оценки размера наночастиц сверху и снизу, при которых возможна кристаллизация и твёрдая фаза.

Полученные данные согласуются с изображениями, полученными в ходе эксперимента для Si-Au наночастиц. Результаты работы нацелены на прогнозирование физических свойств нанообъектов подобного строения. Все расчеты проведены с использованием нового потенциала (разработанного для пакета LAMMPS), который был создан в прошлом году и корректно описывает подобные системы. До недавнего времени моделирование систем, состоящих из атомов данных элементов, не представлялось возможным.

Анализ влияния смазочно - охлаждающей жидкости на точность изготовления зубчатых колес

Караванова А.Г.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Калашников А.С.
Московский Политех, Москва

Задача. Процесс обработки зубьев зубчатых колес с применением СОЖ приводит к нестабильным результатам чистоты обрабатываемой поверхности и крайне негативно влияет на окружающую среду из-за вредных испарений, содержания хлора, тяжелых металлов и ароматических углеводородов. Входящие в состав СОЖ масла включают минеральные и синтетические составляющие.

Повышение точности, устранение локальных точек прижогов поверхности детали является актуальной задачей в технологии изготовления зубчатых колес методом зубошлифования.

Методы и цели исследования. Черновая обработка происходит без смазочно-охлаждающей жидкости, без колебаний температуры и необходимости повышения стойкости режущей кромки инструмента, так как обработка детали происходит при низкой скорости резания.

При обработке детали охлаждаются с помощью струи СОЖ под давлением 0,5-1,0 МПа с производительностью 75 м/мин. Деталь охлаждается на установке для уменьшения туманного эффекта. Для устранения налипания частиц обрабатываемой поверхности используется инструмент из быстрорежущей стали, позволяющий избежать искажения геометрии кромки детали. Обработка венцов зубьев происходит с перемещением 161… 322 мм, вращением 224… 3010 об/мин и поворотом стола с заготовкой — 6…605 об/мин. Кованная быстрорежующая сталь Р6М5К5 или Р9К10-П имеет микроструктуру разноразмерных (светлые пятна) и неравномерных распределений карбидной фазы. Шероховатость поверхности детали Ra 0,8 –1,6 мкм. Благодаря управляемым радиальному и осевому движениям подачи, припуском 0,09..., с помощью шлифовального круга производят черновую обработку 0,13 мм стороны зуба за один-два хода, последующий чистовой ход выполняется с припуском 0,01..0,012 мм. Используется масла И–12А (ГОСТ 20799-88) с антипенными и антитуманными присадками. Скорость обработки при шлифовании детали 35..63 м/с. При зубошлифовании в качестве абразивных материалов наиболее часто применяют электрокорунд (белый, хромистый, хромтитанистый, микрокристаллический) и кубический нитрид бора (КНБ). Точность венцов зубчатых колес определяется шероховатостью поверхности Ra 0,3-0,5 мкм. При зубошлифовании с помощью микрорезания, благодаря трению, смятию и деформации обрабатываемого металла выделяется тепловая энергия, которая способствует образованию прижогов при отсутствии масляной пленки СОЖ на поверхности зубчатых колес.

Выводы. Опасность возникновения прижогов на поверхности зубчатых колес является следствием отсутствия СОЖ в зоне обработки. При использовании масляного фильтра с глубокими выемками, стружки попадают в зону сжатия воздуха, то есть охлаждаются масляным туманом.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №19-415-235001.

Исследование напряженно-деформированного состояния композита B4C/Al

Клементьев П.Д.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Шешенин С.В.
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Основная идея метода асимптотического осреднения [1,2,3] заключается в разделении аргументов функций на два масштаба и последующем представлении решения в виде асимптотического ряда. Этот метод был математически строго доказан для периодических сред [2]. Однако, оказывается возможным расширить область применения данного метода на среды не являющиеся периодическими, но обладающие представительным объемом (Representative Volume Element) [4-6]. В докладе рассмотрена модификация метода осреднения, использующая RVE вместо ячейки периодичности. Показано, что предложенная модификация позволяет распространить метод на непериодические материалы. Численно решены локальные задачи, определены эффективные свойства материала сплава алюминиевой матрицы с включениями из карбида бора B4C/2024AI. Метод асимптотического осреднения был использован для определения эффективных свойств и вычисления концентраций напряжения композита с использованием реальной 3D структуры, полученной с помощью рентгеновской томографии. В использовании реальной 3D структуры состоит новизна подхода. Также численно решены задачи в упругопластической постановке. Построены кривые зависимости напряжений от деформаций в случае различных объемных концентраций включений в образцах. Исследована зависимость кривых от видов нагружения.

Вычисленные эффективные модули Юнга почти совпадают с результатами эксперимента и вычислениями при использовании модельной структуры. Однако показано, что часто применяемое упрощенное моделирование включений при вычислении концентрации напряжений дает результат отличный от результатов при использовании реальной структуры. Исследована зависимость диаграммы напряжение — деформация от объемного сжатия в упругопластической области.

Список использованных источников:

1. Бахвалов Н.С. Осреднение дифференциальных уравнений с частными производными с быстро осциллирующими коэффициентами // Докл. АН СССР. 1975. 221, № 3, С. 516-519.

2. Бахвалов Н.С., Панасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит-ры, 1984. 352 с.

3. Победря Б.Е. Механика композиционных материалов. М.: Издательство Московского Университета, 1984. 335 с.

4. Савенкова, Маргарита Ивановна. Применение метода осреднения к материалам с физически нелинейными свойствами: диссертация... кандидата физико-математических наук: 01.02.04 / Савенкова Маргарита Ивановна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова].- Москва, 2013.- 131 с.: ил. РГБ ОД, 61 13-1/451

5. Sheshenin S.V., Zhang Qiang, Artamonova N.B., Kiselev F.B., Volkov M.A. The effective properties of dispersed composites B4C/2024Al //AIP Conference Proceedings, vol. 2216, № 1, p. 040017-1-040017-7 DOI

6. Шешенин С.В., Артамонова Н.Б., Клементьев П.Д., Киселев Ф.Б., Мурадханов Р.Р., Орлов Е.А., Цян Чжан. Исследование упругих и упругопластических свойств дисперсного композита на основе численных экспериментов // Механика композитных материалов, изд. Зинатне (Рига), том 57, № 1, с. 27-44

Изучение структуры и свойств молибденовых сплавов, полученных методами аддитивных технологий

Климкина А.А.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Карпов М.И.
ИФТТ РАН, Черноголовка

Молибден и его сплавы, благодаря своим свойствам, таким как: высокое сопротивление ползучести, высокая теплопроводность, высокая жесткость, высокая температура плавления, сопротивление термическим ударам и коррозионная стойкость в различных агрессивных средах (расплавах солей, стёкл, серной, фосфорной и соляной кислоты) широко применяются в электронной, авиационной, аэрокосмической, электронной, электровакуумной промышленности, турбинах и термоядерных реакторах, медицинском оборудовании, высокотемпературных печах [1,2,4]. Молибденовые компоненты необходимы для работы обычных и мощных рентгеновских трубок, используемых в сканирующем оборудовании аппаратов компьютерной томографии.

Изделия из молибдена и его сплавов преимущественно изготавливают двумя технологиями: плавильной или порошковой. Их принципиальное отличие состоит в методе получения исходной заготовки. В плавильной технологии это электронно-лучевая и/или вакуумная дуговая плавка, в классической порошковой - прессование и последующее спекание. Примерно 80% продукции из молибдена производится методом порошковой металлургии, из-за ее относительно низкого расходного коэффициента и экономичности. Однако эта технология ограничена возможностями получения легированных сплавов (возможно только твердофазное механическое легирование), получения сплавов высокой частоты по наиболее вредной примеси – кислороду, а также имеющая ограничения в изготовлении деталей сложной геометрии [4]. У плавильной технологии отсутствуют проблемы с получением легированных сплавов, содержание кислорода на порядок ниже. Эксплуатационные характеристики продукции, полученной из слитков методом последующей обработки давлением и термообработки, существенно выше, чем изготовленные по порошковой технологии, однако эта продукция менее экономична из-за высоких расходных коэффициентов основного металла.

В данной работе предпринята попытка изготовления продукции из сплава Mo-0.4%Ta (масс.%), совмещая положительные стороны порошковой и плавильной технологии. Слитки сплава получали последовательным проведением электронно-лучевой и вакуумно-дуговой плавки, экструдировали в прутки диаметром 60 х 600 мм. После проведения термической и механической обработки, прутки превращали в гранулы правильной сферической формы без саттелитов, при помощи специальной установки центробежного распыления. Далее их помещали в специальный контейнер, вакуумировали и подвергали горячему газостатическому прессованию. Извлекали из контейнера образец, прокатывали его в вакуумном прокатном стане при температуре 1000 °C с суммарным обжатием 70%. Структура образца после спекания имела остаточную пористость 1,8% (доля площади пор на шлифе), после прокатки эта величина снижалась до 0,3%, что соответствует обычной пористости деформированных образцов. Среднее расстояние между порами в образце после спекания составляло 102 мкм, что соответствует среднему диаметру гранул.

Полученные результаты показывают возможность применения данной технологии для производства ответственной высококачественной продукции из легированных сплавов молибдена и других тугоплавких металлов.

Изменение напряженного состояния пологой сферической оболочки из титанового сплава во времени при воздействии водородной среды

Кузнецова В.О.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Трещев А.А.
ТулГУ, Тула

В современном мире всё чаще инженеры проектируют здания, детали машин и аппаратов, которым до сегодняшнего момента не было аналогов. К ним относят современные спортивные комплексы, концертные залы, уникальные небоскрёбы, торговые и развлекательные центры, детали летательных аппаратов, ракетные комплексы и т.д. В первом приближении такие детали принимаем за пологие сферические оболочки. Сферическая оболочка, как совершенный в весовом отношении элемент, используется в космических аппаратах и сосудах под давлением, где тонкостенные элементы и оболочки объединяются рамами.

В работе строится математическая модель влияния изменения концентрации агрессивной водородосодержащей среды на напряжённо-деформированное состояние тонкой пологой сферической оболочки, выполненной из титанового сплава, находящейся под действием равномерно-распределённой нагрузки. Для этого использовалась нелинейная модель, пред-ставленная в нормированных пространствах напряжений. Решение производилось двухшаговым методом последовательных возмущений параметров с использованием пакетов прикладных программ MatLab и Maple. Решение системы разрешающих дифференциальных уравнений производилось методом конечных разностей [1].

Основная проблема проекта заключается в том, что известные универсальные численные методы не могут справиться с задачей наводороживания. Её необходимо решать аналитически. Одно из решений основано на математической модели Власова для пологой сферической оболочки. Недостаточная обоснованность критерия пологости в части количественной оценки его влияния на погрешность решения создает трудности применения данной модели. В работе этот недостаток устранен в результате вычислительного сопоставительного анализа решений модели Власова и математической модели механики деформирования оболочки, линейные дифференциальные уравнения которой получены с погрешностью, не превышающей погрешности допущений Кирхгофа теории пологих оболочек.

Использование метода конечных разностей для решения задач деформирования конструкций из материалов с усложнёнными механическими свойствами позволяет ускорить процесс внедрения результатов научных исследований в известные системы автоматизированного проектирования [2].

На основании вышесказанного, учет влияния НДС на работу материалов, а также исследование влияния агрессивных коррозионных и механических характеристик на работу реальных элементов и конструкций является актуальной задачей механики деформированного тела, как в научном, так и в прикладном плане.

Задачи исследования:

1. Выбор модели материала, взаимодействующего с водородосодержащей средой, с учетом наведенной разносопротивляемости и ее апробация на примере титановых сплавов.

2. Построение математической модели напряженно-деформированного состояния пологих сферических оболочек из титановых сплавов с учетом воздействия агрессивной среды.

3. Выбор метода решения поставленных прикладных задач и разработка пакета прикладных программ.

4. Сравнение полученных результатов с известными параметрами, вытекающими из других моделей.

Научная новизна задачи заключается в том, что большинство представленных моделей обладают существенными недостатками, базируются на отдельных грубых гипотезах и могут иметь ограниченное применение к реальным материалам. Предложенный вариант рас-

смотрения задачи наводороживания титановых сплавов с учётом тройной нелинейности задачи позволит учесть влияние агрессивной коррозионной водородной среды на НДС пологой сферической оболочки [3].

С учётом вышеописанных теорий, обоснование достижимости решения поставленной задачи и возможности получения запланированных результатов сводится к совершенствованию представленных математических моделей и учёту влияния водородной среды на напряжённо-деформированное состояние оболочек из титанового сплава.

Список использованных источников:

1. Овчинников И.Г. Модифицированная модель деформирования и разрушения материала, подвергающегося облучению // Строительная механика и расчёт сооружений, 2014. №1 С. 29-35.

2. Петров В.В., Кривошеин И.В. Методы расчёта конструкций из нелинейно-деформируемого материала / Учебное пособие: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 208 с.

3. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной и наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения: монография. - М.; Тула; РААСН; ТулГУ, 2016. - 236 с.

Композиты с дисперсно-упрочненной структурой системы Al2O3 – T-ZrO2

Кутузова В.Е.

Научный руководитель — к.х.н. Подзорова Л.И.

ИММ РАН, Москва

Оксиды алюминия и циркония взаимно нерастворимы в широком диапазоне концентраций и при высоких температурах, что позволяет получать на их основе композиты, характеризующиеся крайне удачным сочетанием физико-технических свойств, которые обуславливают перспективность применения в сферах техники, связанных с эксплуатацией материалов при высоких температурах и в агрессивных средах [1-3]. Высокий модуль упругости (до 400ГПа) Al2O3 позволяет создать высокие напряжения на включениях ZrO2 и наиболее благоприятствует сохранению его в тетрагональной форме, присутствие которого определяет повышение устойчивости к хрупкому разрушению (K1c достигает 10 МПа · м1/2). Армирование микроструктуры волокнами или частицами иного габитуса, чем основная фаза, также способствует повышению трещиностойкости композитов, поскольку реализуется механизм дисперсионного упрочнения, определяемый повышением расхода энергии разрушения при распространении трещин, возникающих при нагрузках. Таким образом, в данном ряду композиционных материалов становится возможным реализовать одновременно сразу два механизма повышения устойчивости к хрупкому разрушению – трансформационного и дисперсного. Данное направление, как наиболее перспективное, требует дальнейшего развития.

Целью работы стало изучение механических свойств композитов на основе Al2O3 и T-ZrO2 с дисперсно-упрочненной структурой, формируемой путем направленного синтеза in suti гексаалюмината стронция.

В работе использованы методы синхронного термического анализа, низкотемпературной адсорбции – десорбции, электронной микроскопии. Фазовый состав образцов изучен на дифрактометре XRD-6000 с идентификацией по международным банкам стандартов (JCPDS и PDF-2). Предел прочности при изгибе устанавливали методом трехточечного изгиба на универсальной испытательной машине Instron 5581. Коэффициент трещиностойкости K1c определяли, используя метод предварительно нанесенных разрезов.

В системах Al2O3 – T–ZrO2 с переменным содержанием компонентов получен ряд композитов, включающих гексаалюминат стронция (SrAl12O19), с различной зерновой структурой. Установлено, что формирование в композитах фазы гексаалюмината стронция позволяет повысить прочность при изгибе в сравнении с базовым составом на 25%.

Разработанные композиты имеют высокие механические характеристики и могут позиционироваться как конструкционные высокотемпературные материалы.

Список использованных источников:

1. Варрик Н. М., Ивахненко Ю. А., Максимов В. Г. Оксид-оксидные композиционные материалы для газотурбинных двигателей (обзор) //Труды ВИАМ. – 2014. – №. 8.

2. Пантелеенко Ф. И. и др. Анализ и выбор возможных вариантов напыления композиционных многослойных покрытий из порошков керамики назащитные экраны //Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2019. – №. 4-2. – С. 166-171.

3. Gomes N. L. et al. Effect of the Addition of La2O3 on the Properties of ZrO2-Al2O3 Ceramic Composites for Coatings in Aerospace Turbines //Journal of Aerospace Technology and Management. – 2020. – Т. 12.

Исследование кинетики роста диффузионного слоя при лазерном легировании металлических материалов методом компьютерного моделирования процесса

Мазорчук К.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Бабин С.В.

СФ МАИ, Ступино

При получении покрытий методом лазерного легирования на поверхность изделия из металлического материала предварительно наносят легирующие элементы различными способами (накатка фольги из легирующего материала, электролитическое осаждение, напыление, нанесение порошков и др.). Лазерное легирование осуществляют в режиме оплавления поверхности изделия.

В данной работе предложена математическая модель науглероживания двухслойных металлических материалов твердым карбюризатором с использованием лазерного нагрева. В качестве модельного материала рассмотрена низкоуглеродистая сталь с покрытием из хрома. Модель базируется на уравнениях одномерной нестационарной диффузии и теплопроводности с соответствующими краевыми условиями, причем рассмотрен способ науглероживания за счет растворения тонкого графитового слоя в оплавленном с поверхности покрытии из хрома, и последующей диффузии углерода вглубь расплава.

При лазерном легировании за счет применения высокочастотных колебаний лазерного луча непрерывного действия со сканированием обрабатываемой поверхности обеспечивается специфическое тепловое воздействие на обрабатываемый материал. Аппроксимацией такого воздействия является трехстадийный тепловой цикл: нагрев до заданной температуры (I стадия), выдержка при постоянной температуре поверхности материала (II стадия), охлаждение (III стадия). Этот способ теплового воздействия положен в основу математической формулировки поставленной задачи.

На базе математической модели разработан алгоритм расчета распределения концентрации углерода по толщине диффузионного слоя и соответствующая компьютерная программа, которая может быть адаптирована применительно к другим материалам при оценке эффективности лазерного легирования из твердой фазы.

Результаты расчетов для плотности теплового потока лазерного излучения 45000 Вт/см2, начальной толщины графитового слоя 10 мкм (с объемной относительной пористостью 0,2), толщины покрытия из хрома 150 мкм при времени нагрева поверхности до T=2300°C равном 0,0047 с приведены ниже:

Время, с - 0,0062 0,0082 0,0109

Толщина графитового слоя, мкм 6,9 4,3 0

Толщина виртуального карбидного слоя, мкм 10,2 15,0 19,6

Толщина диффузионного слоя, мкм 44,4 60.1 74.1

После охлаждения металла до комнатной температуры расчетная толщина карбидного слоя в покрытии из хрома составила 28 мкм, а толщина диффузионного слоя ~ 108 мкм.

Анализ накопления контактно-усталостных повреждений в упругом полупространстве в условиях трения качения при наличии промежуточного слоя

Мещерякова А.Р.
Научный руководитель — академик, д.ф-м.н. Горячева И.Г.
МФТИ, Москва

При качении характерным механизмом разрушения поверхностных слоёв является контактно-усталостное изнашивание [1]. Благодаря неоднородному циклическому полю внутренних напряжений в подповерхностных слоях контактирующих тел вблизи областей фактического контакта накапливаются повреждения материала [2]. Обзор подходов к моделированию контактно-усталостного изнашивания при качении приведен в [3]. Анализ напряженного состояния при качении упругого цилиндра по основанию из того же материала проведён в [4]. В данном исследовании решается контактная задача о качении упругой сферы по упругому полупространству, покрытому вязкоупругим слоем, при наличии продольного и бокового проскальзывания, а также верчения катящегося тела в пространственной постановке. Для нахождения касательных контактных напряжений используется численная реализация вариационного метода, в котором минимизируется функционал, построенный с учетом граничных условий для напряжений и перемещений в области контакта. Для выбранной модели накопления поврежденности, связанной с максимальным касательным напряжением и числом циклов, выполняется расчёт функции повреждённости. Материал разрушается, когда значение функции поврежденности становится равным пороговому значению. Проводится анализ совместного влияния проскальзывания, коэффициента трения скольжения и свойств вязкоупругого слоя (толщины, модуля упругости и времени релаксации материала слоя) на распределение контактных и внутренних напряжений в упругом полупространстве, в частности, изменение с глубиной амплитудных значений максимальных касательных напряжений. Установлено, что при больших значениях коэффициента трения скольжения функция зависимости максимального касательного напряжения от вертикальной координаты имеет два максимума: на поверхности и под поверхностью на глубине около половины радиуса области контакта. Результаты моделирования процесса накопления контактно-усталостных повреждений в упругом теле под вязкоупругим покрытием показывают, что наличие возобновляемого промежуточного слоя в контакте трения качения является одним из способов снижения максимальных касательных напряжений вблизи поверхности.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-01-00400.

Список использованных источников:

1. Stewart S., Ahmed R. Rolling contact fatigue of surface coatings - A review // Wear. 2002. Vol. 253, № 11–12. P. 1132–1144.
2. Горячева И.Г. Механика фрикционного взаимодействия. Москва: Наука, 2001. 478 с.
3. Sadeghi F. et al. A review of rolling contact fatigue // J. Tribol. 2009. Vol. 131, № 4. P. 1–15.
4. Goryacheva I.G., Torskaya E.V., Zakharov S.M. The effect of relative slippage and properties of the surface layer on the stress-strain state of elastic bodies in rolling friction // Frict. Wear. 2003. Vol. 24, № 1. P. 5–15.

Моделирование процесса разрушения в очаге деформации при разделительных операциях

Мишов Н.В., Шиллер Н.П., Корчакин А.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кокорин В.Н.
УлГТУ, Ульяновск

Анализ программных продуктов, используемых при моделировании процессов ОМД, позволил выделить в качестве основной – многоцелевую программу конечно-элементного анализа ANSYS/LS-DYNA, которая позволяет дать оценочную характеристику поэтапного деформирования при вырубке.

Значения и знак напряжений и деформаций «растяжение-сжатие» в очаге разделения определяют качество боковой поверхности среза, что может обеспечено варьируя величиной межинструментального зазора. Таким образом, можно прогнозировать продолжительность этапа разделения металла и характер разрушения в очаге деформации процесса вырубки при различных значениях межинструментальных зазоров.

Для анализа напряженно-деформированного состояния в системе «заготовка - рабочий инструмент» в очаге деформирования была разработана расчетная конечно-элементная модель вырубки по наружному контуру для тонколистового материала при реализации плоской деформации.

Моделирование процесса вырубки с использованием программного обеспечения LS-DYNA осуществлялось в следующей последовательности. Была построена конечно-элементная модель процесса разделения со следующими параметрами: диаметры пуансонов – (24,5; 24,6; 24,7) мм, диаметр рабочего отверстия матрицы 24,8 мм, межинструментальный зазор соответственно (0,15; 0,1; 0,05) мм, толщина вырубаемой заготовки 1 мм.

Были заданы следующие параметры процесса вырубки: тип материала – упруго-пластический, размер конечно-элементной сетки – (0,03х0,03) мм.

В качестве исходного материала использовались стали 08, 20 и 45, толщина материала S=1 мм. Вырубка производится при зазорах между матрицей и пуансоном равных 5%, 10% и 15% от толщины материала. Варьирование марки материала и величин зазоров в данных диапазонах использован для оценки рациональных их величин при обеспечении минимальной высоты заусенца (hзаус) и минимального усилия деформирования (Р).

При расчётах применен метод конечных элементов, который позволяет определить напряженно-деформированное состояние на различных этапах деформирования. Для уменьшения погрешности вычисления использована сетка в виде правильных многоугольников.

В результате расчетов выявлено пять характерных стадий процесса вырубки, отличающихся между собой как характером деформации металла (упругая, упруго-пластическая, срез), так и величиной пластических напряжений в очаге деформации.

1-я стадия: момент касания пуансона с деталью (деформация составляет ε=25%).

Наблюдается появление упругой деформации при этом пуансон производит сжатие металла, наблюдается упругий прогиб, металл вдавливается в рабочее отверстие матрицы. Максимальные напряжения не превышают: а)378 МПа; б) 405 МПа; в) 490 МПа;

2-я стадия: момент начала отделения детали от заготовки (деформация составляет ε=50%).

Наблюдается появление упруго-пластической деформации. Максимальные напряжения не превышают: а) 564 МПа; б) 598 МПа; в) 651 МПа;

3-я стадия: появление заусенца на поверхности среза детали (деформация составляет ε=75%).

Рост пластических напряжений и начало образования скалывающих трещин. Максимальные напряжения не превышают: а) 687 МПа; б) 699 МПа; в) 733 МПа;

4- я стадия: продолжение процесса разделения металла. (деформация составляет ε=90%)

При дальнейшем опускании пуансона происходит полное отделение вырубаемого контура. Максимальные напряжения не превышают: а) 865 МПа; б) 892 МПа; в) 925 МПа;

5-я стадия: окончание процесса вырубки, часть заусенца удаляется. за счет пластического контакта поверхности разделения с матрицей.

Анализ результатов моделирования позволил сделать вывод, что основные этапы механизма разделения при вырубке (пробивки) остаются постоянными в пределах рассматриваемых величин межинструментального зазора, при этом, наблюдается соответственно увеличение величины напряжений.

При этом, установлена рациональная величина межинструметального зазора для сталей 08, 20, 45, соответствующая 5% от толщины материала, при котором обеспечивается повышение качества поверхности разделения, уменьшение максимальных напряжений в очаге деформации, и как следствие, повышение стойкости инструментальной оснастки.

Сопоставление результатов численного моделирования показало, что при различных технологических зазорах по мере увеличения нагрузки растет очаг деформации и концентрация напряжений у режущих кромок. По мере перемещения верхнего инструмента интенсивность напряжений распространяется вглубь очага деформации, выявлен межинструментальный зазор, обеспечивающий высокое качество боковой поверхности среза, который составляет 5% от толщины материала.

Анализ тепловых и физико-химических процессов при сварке для прогнозирования свойств различных зон сварного соединения

Насейкина А.С., Давыдов Э.А., Мясников М.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Беляев А.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

В настоящее время сварка как процесс получения неразъёмных соединений широко применяется на предприятиях авиационного двигателестроения, самолетостроения и в космической технике. В данной работе рассматривается наружный корпус камеры сгорания газотурбинного двигателя НК-86, изготовленный из жаропрочной стали аустенитного класса 10Х11Н20Т2Р. При аргонодуговой сварке указанной конструкции её кромки нагреваются и происходит плавление основного и присадочного материала. Количество теплоты, введенное в область сварки, во многом определяет структуру (фазы, величины зерен), размер зоны термического влияния и свойства сварного соединения. Для их прогнозирования могут применяться математические модели, схемы и допущения, подробно рассмотренные в работах [1-2]. Для автоматизации и визуализации используются программные комплексы трехмерного моделирования КОМПАС 3D и конечно-элементного анализа Siemens NX, Simufact.Welding и др. Для экспериментальных исследований тепловых полей при сварке применялись 6 термопар, аналогово-цифровой преобразователь и бесконтактные средства – инфракрасный термометр и пирометр. Наиболее оптимальным оказался подход, когда моделирование процессов и экспериментальные методы применялись параллельно [3-4].

Была установлена взаимосвязь приращений температуры ΔT при аргонодуговой сварке со структурой и свойствами различных участков сварного соединения, в частности твердостью по Виккерсу HV. Для её прогнозирования также применялся фрактальный анализ микроструктур, связанный с компьютерной обработкой изображений полученных микроструктур программой MFDRom. Далее в работе процесс сварки рассматривался как объект «черный ящик». Входными параметрами выступали режимы сварки, а функцией отклика – твердость, один из показателей качества сварного соединения. Также был проведен анализ физико-химических процессов, протекающих при данном способе сварки, что позволило предупредить возникновение горячих трещин.

Проведенные исследования в области сварочных процессов позволяют определить параметры режима сварки исходя из условия получения бездефектных твердых и прочных сварных соединений, а также исключить возникновение нежелательных напряжений и деформаций после охлаждения конструкции. Оценка действующих температур позволила спрогнозировать структуру соединения за счет совместного исследования диаграмм состояния и изотерм на соответствующих участках.

В результате проделанной работы получена математическая модель, позволяющая по исходным параметрам (режимы сварки) спрогнозировать свойства (твердость и прочность) сварного соединения. Установлено, что для определения оптимальных параметров режима сварки необходим комплексный анализ как тепловых, так и физико-химических процессов.

Список использованных источников:

1. Коновалов А.В., Куркин А.С., Неровный Э.Л., Якушин Б.Ф. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.

2. Волченко В.Н., Винокуров В.М. Теория сварочных процессов: Учебник. – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.

3. Федяев В.Л., Осипов П.П., Беляев А.В., Сироткина Л.В. Математическое моделирование процессов, протекающих при электроконтактной сварке деталей с покрытиями / Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки, 2017. Т. 23, №4. – С. 149-158.
4. Федяев В.Л., Галимов Э.Р., Беляев А.В., Сироткина Л.В. Математическое моделирование нагрева, плавления электродов и присадочных металлов / Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та (КНИТУ–КАИ), 2019. №2. – С. 78-82.

Влияние соотношения рабочих газов при реактивном магнетронном напылении слоев титана на механические свойства алюминиевого сплава

Новикова Д.А., Сударчикова М.А., Каплан М.А.
Научный руководитель — к.т.н. Насакина Е.О.
ИММ РАН, Москва

Антифрикционные материалы, применяемые в условиях трения скольжения и обладающие в определённых условиях низким коэффициентом трения, отличаются низкой способностью к адгезии, хорошей прирабатываемостью, теплопроводностью и стабильностью свойств [1]. Однако среди относительно большого разнообразия таких материалов существуют одинаковые недостатки. Так, дорогостоящие антифрикционные бронзы и другие сплавы на основе тяжелой меди некоторые исследователи предлагают заменять на алюминиевые сплавы [2,3]. Алюминиевые сплавы благодаря малой плотности, высокой коррозионной стойкости и механическим свойствам используются во многих отраслях промышленности и науки: машиностроение, авиастроение, космонавтика и т.д. Однако для получения антифрикционных характеристик алюминий легируют оловом, свинцом и той же медью, что не позволяет значительно снизить вес и достигнуть высоких эксплуатационных характеристик. Модификация поверхности чередующимися слоями нитрида титана и титана позволит использовать прочные алюминиевые сплавы в качестве основы, что увеличит не только несущую способность деталей и узлов, а также их ресурс, износостойкость и коррозионную стойкость. Анализ зарубежных работ показал, что существует положительный опыт получения подобного вида композиционных материалов методами CVD и PVD технологий [4-7].

В данной работе были получены слоистые композиционные материалы на основе конструкционного алюминиевого сплава Д16 со слоями из титана и нитрида титана методом магнетронного напыления на постоянном токе с помощью многофункциональной высоковакуумной системы напыления BYKY Multi tool TORR International. Камера для очистки от воздушных примесей откачивалась до остаточного давления ~ 3x10-6 Торр. Далее в объем камеры проводили напуск аргона для получения слоя из Ti до рабочего давления ~ 3x10-3 Торр. При получении поверхностного слоя из TiN в объем камеры проводился напуск аргона и азота до рабочего давления до ~ 3x10-3 Торр со варьируемой скорость поток в зависимости от требуемого соотношения газов. В работе исследовалось влияние различного объемного соотношения рабочих газов N2/Ar = 1/3, 1/2, 1/1 и времени напыления (10-30 минут напыления) на механические свойства получаемых композиционных материалов.

Микротвердость определяли с помощью оснащенного оптическим микроскопом прибора WOLPERT GROUP 401/402 – MVD с компьютерным управлением. Статические свойства исследованных образцов определялись на универсальной испытательной механической машине INSTRON 3382.

Было отмечено, что с увеличением времени напыления при объемном соотношении рабочих газов N2/Ar = 1/1 значение напряжения магнетронного напыления увеличивалось. Образцы из сплава Д16 в состоянии после закалки и старения, показали снижение механических свойств в 2 раза, что обусловлено перестариванием во время процесса напыления.

Список использованных источников:
1. Оськин В.А., Памфилов Е.А. Методы совершенствования подшипников скольжения//Новые материалы и технологии в машиностроении, 2020, №32, С. 48-50.
2. Столярова О.О., Муравьева Т.И., Загорский Д.Л., Белов Н.А. Микроскопия в исследовании поверхности антифрикционных многокомпонентных алюминиевых сплавов//Физическая мезомеханика, 2016, том 19, №5. С.105-114.
3. Щербакова О.О., Муравьева Т.И., Загорский Д., Мезрин А. М., Сачек Б.Я. Комплексное исследование поверхностных слоев и трибологических свойств антифрикционных сплавов системы Al-Si-Cu-SN + Fe//Физическая мезомеханика, 2018, том 21, №4. С.97-106.
4. Domínguez-Crespo M.A., Torres-Huerta A.M., Rodríguez E., González-Hernández A., Brachetti-Sibaja S.B., Dorantes-Rosales H.J., López-Oyama A.B. Effect of deposition parameters on structural, mechanical and electrochemical properties in Ti/TiN thin films on AISI 316L substrates produced by r. f. magnetron sputtering//Journal of Alloys and Compounds, 2018, volume 746. P.688-698.
5. Ghasemi S., Shanaghi A., Chu P.K. Nano mechanical and wear properties of multi-layer Ti/TiN coatings deposited on Al 7075 by high-vacuum magnetron sputtering//Thin Solid Films, 2017, volume 638. P.96-104.
6. Kyzioła K., Kopera K., Kaczmarek Ł., Grzesika Z. Plasmochemical modification of aluminum-zinc alloys using NH3-Ar atmosphere with anti-wear coatings deposition//Materials Chemistry and Physics, 2017, volume 189. P.198-206.
7. Насакина Е.О., Серёгин А.В., Спрыгин Г.С., Химюк Я.Я., Демин К.Ю., Севостьянов М.А., Колмаков А.Г. Влияние дистанции напыления и угла падения на формирование функциональных поверхностных слоев. В сборнике: Третий междисциплинарный молодежный научный форум с международным участием "Новые материалы" Сборник материалов. 2017. С. 621-624.

Молекулярно-динамическое исследование спекания диоскида урана

Орлова Ю.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Колотова Л.Н.
МФТИ, Долгопрудный
orlova.yu@phystech.edu

Спекание диоксида урана проводится в процессе изготовления топливных таблеток, с целью придания им необходимых физико-химических свойств. Получение экспериментальных данных на облученном топливе затруднено, в следствие чего компьютерное моделирование вносит весомый вклад в изучение данного процесса [1]. Понимание механизмов спекания помогает предсказать характеристики полученных таблеток. В представленной работе с помощью методов компьютерного моделирования, а именно метода молекулярной динамики, было изучено влияние угла взаимной ориентации наночастиц на спекание диоксида урана.

Для реализации поставленной задачи была использована модифицированная модель двух сфер. Исследовались частицы цилиндрической формы, диаметром не более 10 нм. Моделирование проводилось в nve-ансамбле, при этом температура изменялась в диапазоне от 1700 до 2500 К. Для четырех различных углов взаимной кристаллографической ориентации зерен были определены коэффициенты зернограничной и поверхностной диффузии. Была рассмотрена зависимость коэффициентов диффузии от данных углов. Также, были рассчитаны энергии активации соответствующих механизмов диффузии. Полученные данные показали хорошее согласие с экспериментальными работами [2], [3], [4]. Для двухчастичной модели была модифицирована существующая теория, описывающая изменение линейных размеров системы на начальной стадии спекания, которая показала хорошую сходимость с результатами, полученными в ходе расчетов. Было предложено

соотношение для описания связи между уплотнением системы, полученным из многочастичной модели, и уменьшением линейных размеров системы, полученным из двухчастичной модели. Также, была построена модель для оценки вклада коэффициентов диффузии, полученных для различных углов взаимной кристаллографической ориентации наночастиц, в общий коэффициент зернограничной диффузии. При моделировании частицы взаимодействовали между собой посредством межатомного потенциала Поташникова, Боярченкова [5]. Все расчеты были проведены с использованием пакета LAMMPS [6].

Список использованных источников:

1. Seitov, D. D., et al. "Sintering of uranium dioxide nanoparticles. A molecular dynamics simulation." AIP Conference Proceedings. Vol. 2174. No. 1. AIP Publishing LLC, 2019.
2. Sabioni, Antônio Claret Soares, Wilmar Barbosa Ferraz, and F. Millot. "Effect of grain-boundaries on uranium and oxygen diffusion in polycrystalline UO2." Journal of nuclear materials 278.2-3 (2000): 364-369.
3. G.B. Alcock, R.J. Hawkins, A.W.D. Hills, P. McNamara, Paper SM-66/36, IAEA, Simp. Thermodynamics, Vienna, 1965.
4. S. Yajima, H. Furuya, T. Hiroi, J. Nucl. Mater. 20 (1966) 162.
5. Поташников С. И. и др. Моделирование массопереноса в диоксиде урана методом молекулярной динамики с использованием графических процессоров //Альтернативная энергетика и экология. – 2007. – Т. 5. – С. 86-93.
6. Plimpton S. J. Fast Parallel Algorithms for Short-Range Molecular Dynamics // J Comp Phys. — 1995. — V. 117. — P. 1-19.

Электрохимическая обработка с импульсами наносекундной длительности

Пеньков А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волгин В.М.
ТулГУ, Тула

Современная электрохимическая обработка (ЭХО) осуществляется в основном в импульсном или в импульсно-циклическом режимах [1]. По мере развития ЭХО применяются все меньшие межэлектродные зазоры (до десятков микрометров) и ультракороткие импульсы напряжения [2, 3]. Также при ЭХО форма и разрешение полученных структур в основном определяются заряжением двойного электрического слоя (ДЭС) на границе электролит–заготовка при приложении импульсов напряжения. Локальная зарядка ДЭС является сложной функцией геометрии инструмент–заготовка, сопротивления электролита, емкости ДЭС, амплитуды и длительности импульса [4, 5].

Точность ЭХО связана с распределением плотности тока по обрабатываемой поверхности. Можно выделить следующие направления увеличения точности ЭХО:

- Уменьшение межэлектродного зазора;
- Правильный подбор электролита;
- Применение газожидкостной смеси в качестве электролита;
- Специальная конструкция и / или изоляция электродного инструмента;
- Применение импульсного напряжения.

Из перечисленных выше пунктов наиболее эффективным является приложение импульсного напряжения.

Математическая модель ЭХО была разработана в ПО Comsol 5.3a. Моделирование было произведено с учетом омического сопротивления электролита, ёмкости ДЭС на аноде (заготовке) и сопротивления, связанного с электрохимической реакцией.

На поверхности электрода протекают два параллельных процесса: заряд-разряд ДЭС без перехода заряда через границу раздела и анодное растворение металла с переходом заряда через границу. Расчеты проводились плотности тока обмена i0=10-2 А/м2, удельной электропроводности раствора электролита sigma =1 См/м, длительности импульса ton = 30 нс, длительности паузы ton = 300 нс и межэлектродных зазорах равных 1 мкм и 2 мкм.

Исходя из исследования, можно сделать вывод, что точность ЭХО можно оценивать по конечному значению коэффициента локализации KL, который равен отношению количества растворенного металла в области малого зазора к количеству металла, растворенного в области большого межэлектродного зазора.

Таким образом, применение коротких (наносекундных) импульсов напряжения между электродом инструмента и заготовкой, погруженной в раствор электролита, позволяет производить трехмерную обработку электрохимически активных материалов с субмикронным разрешением. Данный метод основан на конечной постоянной времени зарядки ДЭС, которая изменяется приблизительно линейно в зависимости от локального расстояния между поверхностями электродов. Следовательно, поляризация электродов во время коротких импульсов и последующих электрохимических реакций ограничивается областями, в которых электроды находятся достаточно близко друг к другу.

Список использованных источников:

1. Давыдов А.Д., Волгин В.М., Любимов В.В. Электрохимическая обработка металлов: основы электрохимической обработки металлов //Электрохимия. 2004. Т.40(12). С.1230-1265.

2. Schuster R., Kirchner V., Allongue P., Ertl G. Electrochemical micromachining // Science. 2000. V.289. P.98-101.

3. Kenney J.A., Hwang G.S. Electrochemical machining with ultrashort voltage pulses: modelling of charging dynamics and feature profile evolution // Nanotechnology. 2005. V.16(7). P. S309-S313.

4. Любимов В.В., Волгин В.М., Гнидина И.В. Обоснование выбора длительностей импульсов напряжения при электрохимической размерной обработке нано- и микросекундными импульсами // Электронная обработка материалов. 2019. N 5. С.24-30.3.

5. Volgin V.M., Lyubimov V.V., Kabanova T.B., Davydov A.D. Theoretical analysis of micro/nano electrochemical machining with ultra-short voltage pulses // Electrochimica Acta. 2021. V.369. Art.137666.

Деформирование и разрушение углепластиков при комбинированном ударном, квазистатическом и высокочастотном циклическом нагружении

Петухов М.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Уваров С.В.

ПНИПУ, Пермь

Широкое применение тканых волокнистых углепластиков на основе эпоксидных матриц, полученных методом вакуумной инфузии, в элементах конструкций ответственного назначения в аэрокосмической, судостроительной промышленности и автомобилестроении, работающих в условиях многократно изменяющихся внешних нагрузок в течении длительного срока эксплуатации, предопределяет необходимость проведения уточненного анализа механического поведения этих материалов при сложном напряженно-деформированном состоянии, комбинированном ударном, квазистатическом и циклическом нагружении.

Разработана новая оригинальная методика предварительного динамического нагружения образцов из слоистых композитов, расширяющая ГОСТ 33496-2015 "Композиты полимерные. Метод испытания на сопротивление повреждению при ударе падающим грузом". Имитирующее случайное воздействие динамическое нагружение двух партий образцов из углепластика (ткань CW200–TW2/2 саржевого плетения, четное количество пар слоев 0/90 — первая партия и 0/45/90/-45 — вторая партия) производилось помощи разрезного стержня Гопкинсона-Кольского (РСГК) со съемными наконечниками из мартенситно-стареющей стали О3Н18К9М5ТЮ-ВИ (для которой разработаны процедуры закалки и отпуска, обеспечивающие твердость рабочей поверхности 50–54 HRC и сохранение точности исполнения геометрии), имеющими кривизну. РСГК позволил независимо варьировать энергию удара и скорость нагружения, а также достичь более

высоких скоростей нагружения по сравнению с испытанием падающим грузом. Кроме того, образец тыльной стороной опирался на приемный стержень. Это позволило исключить его изгиб и, как следствие — исключить появление повреждений и дефектов, вызванных реализацией изгибных мод.

С целью исследования влияния типа адгезионного клеевого слоя, разделяющего образец из слоистого композита и накладки, проведены испытания двух партий образцов из углепластика (со схемами армирования 0/90 и 0/45/90/–45) с эпоксидной матрицей на многоцикловую усталость на серво-гидравлической машине Bi–00–100 с частотой 10 Гц и асимметрией цикла(R = 0,1). Накладки для закрепления образцов в захватах были изготовлены из стеклотекстолита СТЭФ, фиксировались на поверхности углепластика с помощью пленочного клея ВК–36. С помощью инфракрасной камеры высокого разрешения CEDIP Silver SC5000 с частотой кадров 500 Гц исследованы профили температуры в рабочей части образцов и вблизи захватов после 10^4, 4•10^5 и 10^6 циклов нагружения. Впервые обнаружен не зависящий от выбора схемы укладки слоев эффект аномального разогрева (до 15–20 ºС) области образцов, примыкающей к границе накладки, который инициирует зарождением и развитие (в указанной области композита и клеевого слоя) усталостных дефектов и трещин сдвига, а также диссипацию энергии. Идентификация трещин и областей локализации деформаций вблизи вершины дефектов проводилась с помощью метода корреляции цифровых изображений.

Проведены на электромеханической универсальной испытательной машине Shimadzu AGX-Plus квазистатические испытания на одноосное растяжение двух партий образцов из углепластика на основе эпоксидной матрицы со схемами армирования 0/90 и 0/45/90/-45 с построением полных диаграмм деформирования. На основе полученных новых результатов определены деформационные и прочностные характеристики. Получены новые данные, позволившие идентифицировать материальные функций разработанных определяющих соотношений, описывающие неупругое деформирование и разрушение анизотропных материалов при квазистатическим нагружении.

Получены новые данные квазистатические испытаний на одноосное растяжение двух партий образцов из углепластика на основе эпоксидной матрицы со схемами армирования 0/90 и 0/45/90/-45 после предварительного динамического нагружения с помощью РСГК и стального ударника массой 384 г, разогнанного до скорости 10 м/с. Энергия импульса, передаваемого на образцы составляла 19 Дж и не приводила к макроразрушению и пробиванию.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Минобрнауки РФ FSNM–2020–0027 на выполнение фундаментальных научных исследований на 2020 г. и плановый период 2021 и 2022 гг. и при частичной финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ–Урал № 19–41–590026).

Динамика движения атомов в системе Mg-Al: атомистическое моделирование

Полякова П.В.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Баимова Ю.А.
Башкирский государственный университет, Уфа
polina.polyakowa@yandex.ru

Современная промышленная индустрия требует создания материалов, способных работать при экстремальных температурах и сохраняющих при этом высокие прочностные характеристики. В настоящее время особое внимание уделяется изучению различных in-situ композитов, представляющих собой класс композиционных материалов, в которых композитная структура образуется в процессе какой-либо обработки. То есть такие композиты получаются из изначально однокомпонентных образцов, подвергнутых деформации. Самым важным их отличием является то, что выпадение новых фаз происходит самопроизвольно, что и определило их название - in-situ, которое можно перевести как

«полученный в процессе». Подобные композитные материалы довольно редки, следовательно, обладают значительными преимуществами. Кроме того, такие композиты могут быть получены уже при малых степенях деформации или малой температуре, что облегчает их производство, по сравнению с обычными композитными материалами, которые производятся искусственно. Получение in-situ композитов можно наблюдать при кручении под высоким давлением (КГД) с последующим отжигом. Интенсивная пластическая деформация приводит к уменьшению зерна до наноразмеров, ускоряет диффузию, влияя на формирование интерметаллидных фаз. В данной работе рассматривается диффузия атомов в пограничном слое между алюминием и магнием. Исследование проводилось методом молекулярной динамики с использованием реалистичного межатомного потенциала.

Детали моделирования. Размеры кристаллов двух металлов во всех направлениях выбраны одинаковым, при этом Al имеет гранецентрированную кубическую решетку (ГЦК) с параметром решетки aAl = 4,05 Å, а Mg - гексагональную плотноупакованную решетку (ГПУ) с параметрами решетки aMg = 3,203 Å, cMg = 5,23 Å. Подобные атомные структуры формируются путем непосредственного объединения двух совершенных кристаллов. Периодические граничные условия применяются во всех направлениях. Размеры кристаллитов (Lx = Ly = Lz ≈ 100 Å) выбраны таким образом, чтобы деформации, приложенные к ним, свести к минимуму, а также обеспечить периодические граничные условия и равновесие структуры. металлов выбраны таким образом, чтобы деформации, приложенные к ним, свести к минимуму, а также обеспечить периодические граничные условия и равновесие композита. В системе поддерживалось постоянство температуры 300 К с помощью термостата Носе-Хувера.

Релаксация двухслойных моделей осуществляется методом молекулярной динамики, с использованием потенциалов, основанных на методе погруженного атома. Моделирование осуществляется с использованием бесплатного программного пакета LAMMPS.

Для исследования влияния давления и сдвига на скорость диффузии в пограничном слое между металлами были рассмотрены две основные схемы: одноосное сжатие и сжатие в сочетании с деформацией сдвига.

Результаты и их обсуждение. Исследована взаимная диффузия атомов металлов при 300 K, где блок магния смещен вправо примерно на 100 Å для лучшей визуализации перемешивания атомов. Можно заметить, что лишь небольшое количество атомов диффундируют после сжатия перпендикулярно границе перемешивания. Для сравнения, когда применяется дополнительная деформация сдвига, количество диффундирующих атомов значительно увеличивается.

Установлено, что ключевую роль в процессе перемешивания атомов играет деформация сдвига, поскольку после чистого сжатия даже при степени деформации εzz = 0,16 лишь несколько атомов диффундируют вблизи границы раздела металлов. Таким образом, далее будет рассматриваться лишь случай комбинированной нагрузки.

Получено распределение концентраций атомов Mg и Al вблизи границы перемешивания. Толщина слоя, в котором рассматривается взаимная диффузия атомов в процессе деформации, составляет 42 Å. При степени деформации εzz = 0,04 толщина диффузионного слоя равна 29 Å, а после εzz = 0,16 равна 38 Å. Как видно, после εzz = 0,04 толщина диффузионного слоя равна 29 Å, а после εzz = 0,16 равна 38 Å. Количество атомов магния, диффундирующих в матрицу Al, примерно равно количеству атомов Al, диффундирующих в матрицу Mg, что можно связать с приблизительным равенством их атомных радиусов. Однако граница области смешения в магниевой части образца движется быстрее, чем в алюминиевой: для Mg наблюдается сдвиг 7 Å, а для Al-части - только 2 Å.

Моделирование тепловых процессов при электроэрозионной микрообработке

Потапов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Волгин В.М.
ТулГУ, Тула

Микросистемные технологии рассматриваются сегодня как ключевые технологии с экономическим потенциалом, сравнимым с микроэлектроникой. Существует множество способов обработки микродеталей, одним из которых является микроэлектроэрозионная обработка [1]. В большинстве случаев для прогнозирования эффективности процесса электроэрозионной обработки используют теоретические модели, которые позволяют предсказывать скорость съема материала, коэффициент износа инструмента и шероховатость поверхности. Теоретическое моделирование электроэрозионного импульса позволяет осуществить программный пакет Comsol Multyphysics, который используется для решения задач методом конечных элементов. Данный метод является технологичным и позволяет прогнозировать получаемый микрорельеф и оценивать тепловое влияние, оказываемое на заготовку во время обработки [2].

Целью работы является рассмотрение влияния распределения теплового потока по сечению канала разряда на форму и размер лунки. Работа посвящена исследованию влияния закона распределения теплового потока по радиусу канала разряда на тепловые процессы в обрабатываемой заготовке при электроэрозионной микрообработке (ЭЭМО) импульсами наносекундной длительности. Для определения параметров единичной лунки была использована комплексная электротермическая модель. Эта модель учитывает основные особенности процесса, такие как нормальное распределение теплового потока по сечению канала разряда и температурно-зависимые теплофизические свойства.

В результате численного решения были получены распределения температур в заготовке при ЭЭМО при различных длительностях и энергиях импульсов. Проведен сравнительный анализ результатов моделирования для различных законов распределения теплового потока по радиусу канала разряда. Исследовано влияние распределения теплового потока по сечению канала разряда на форму и размеры единичной лунки.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Тульской области в рамках научного проекта № 19-48-710009.

Список использованных источников:

1. Потапов А.А. Моделирование тепловых процессов при электроэрозионной микрообработке короткими импульсами //Региональная научно-техническая конференция. «Нано- и электрофизикохимическая обработка в машино- и приборостроении-2020». Тула, 2020 г.: сборник докладов. Тула: ТулГУ, 2020. С. 100–113.

2. Зием Н.Т., Волгин В. М. Моделирование формирования эрозионных лунок при электроэрозионной микрообработке //Известия ТулГУ. Технические науки. – 2018. – №. 7, 11.

Исследование теплообмена цилиндрических моделей, обтекаемых дозвуковыми струями диссоциированного воздуха

Приходько С.Б., Набережнев П.А.
Научный руководитель — Чаплыгин А.В.
МАИ, Москва

В задачах о вхождении затупленных тел в атмосферу планет актуальны вопросы исследования силового и теплового воздействия на их поверхность высокоэнтальпийного газового потока. В лабораторных условиях невозможно в точности воспроизвести все естественные условия аэродинамического нагрева, однако могут быть смоделированы локальные параметры теплообмена в окрестности передней критической точки тела. Подобные исследования, в частности, могут осуществляться в индукционных ВЧ-плазмотронах ИПМех РАН ВГУ-3 и ВГУ-4. Испытания теплозащитных материалов для высокоскоростных летательных аппаратов в ВЧ-плазмотронах, как правило, проводят на осесимметричных образцах. Осесимметричные формы обладают рядом преимуществ:

простота расчетного моделирования, удобство экспериментального определения параметров потока, возможность обеспечить равномерное поле температур в окрестности передней критической точки образца.

Представленная работа посвящена исследованию режимов теплообмена медных цилиндрических моделей в дозвуковых струях диссоциированного воздуха, создаваемых 100-киловаттным ВЧ-плазмотроном ВГУ-4. Рассматривалось обтекание моделей двух типов: поперечно обтекаемый медный цилиндр диаметром 20 мм и продольно обтекаемый цилиндр диаметром 20 мм со сферической носовой частью. С помощью калориметрических датчиков, интегрированных в данные модели, были определены тепловые потоки к высококаталитической медной поверхности в струях диссоциированного воздуха, истекающих из водоохлаждаемых конических сопел с диаметрами выходных сечений 30, 40 и 50 мм, в зависимости от мощности ВЧ-генератора плазмотрона по анодному питанию при давлении в затопленном пространстве 100 гПа и расходе воздуха 2.4 г/с. Мощность ВЧ-генератора плазмотрона изменялась в диапазоне от 20 до 70 кВт с шагом 10 кВт. Проведено сравнение тепловых потоков, полученных для двух рассмотренных конфигураций, с тепловыми потоками, реализованными при тех же режимах работы плазмотрона в передней критической точке цилиндра диаметром 20 мм с плоским торцом, которые были взяты на основе доступных литературных данных.

Моделирование конвективного факела от непрерывного оптического разряда в дополнительном потоке газа

Прохорчук К.В.
Научный руководитель — д.ф-м.н. Якимов М.Ю.
МАИ, Москва

В современных источниках излучения высокой яркости на основе оптических разрядов большое значение имеет пространственная и временная стабильность излучения, которая может нарушаться за счет движения плазмообразующего газа, генерируемого оптическими разрядами [1]. В частности, вокруг непрерывных и импульсно-периодических оптических разрядов в поле силы тяжести возникает конвективный факел из разогретого до высокой температуры газа. Факел формируется в результате теплопроводностного переноса тепла к окружающему газу из зоны разряда в условиях термогравитационной конвекции. Пульсации факела, передаваемые плазме, служат одной из главных причин нарушения стабильности ее излучения.

В работе [2] задача о конвективном факеле от сосредоточенного источника тепла решалась при помощи комплекса численного моделирования Ansys CFX [3]. На основании сравнения результатов численного моделирования с данными, полученными в эксперименте, было высказано предположение о возможной недооценке в численной модели скорости движения газа в разрядном объеме в целом и в частности на входе в область конвективного факела [4].

С целью изучения влияния скорости потока газа на входе в разряд на параметры конвективного факела в данной работе было проведено численное моделирование конвективного факела от сосредоточенного источника тепла в присутствии дополнительного потока газа, направленного снизу вверх. Оказалось, что главным эффектом присутствия дополнительного потока газа оказалась зависимость частоты пульсаций конвективного факела от скорости потока.

В работе представлены результаты численного моделирования конвективного факела в зависимости от скорости потока газа на входе в зону конвекции. Результаты получены для широкого спектра значений давления и скорости потока газа, задаваемого через массовый расход. Получены распределения давления, плотности, скорости и температуры. Зависимости, полученные на основе этих распределений, при некоторых соотношениях указанных параметров хорошо согласуются с экспериментальными данными, приведенными в работах [1, 4].

Список использованных источников:
1. Зимаков В.П., и др. Пространственная и временная нестабильность оптических разрядов // Физико-химическая кинетика в газовой динамике. 2018. Т.19, вып.4. http://chemphys.edu.ru/issues/2018-19-4/articles/754/
2. Прохорчук К.В., Якимов М.Ю. Моделирование конвективного потока непрерывного оптического разряда // Механика и моделирование материалов и технологий. Сборник трудов. Москва, ИПМех РАН, 2020 (126 с.), с. 95-97.
3. ANSYS CFX [Электронный ресурс] http://www.ansys.com/Products/Fluids/ANSYS-CFX (дата обращения 27.02.2021).
4. M.A. Kotov, et al. Dynamics of laser plasma convective plume in high pressure xenon // 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1675, 012073 https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1675/1/012073

Возможности применения одномерной нестационарной модели термоупругой механодиффузии для моделирования параметров обработки материалов на примере обработки ПРПЖ

Решетняк Е.В., Данилевский А.А., Давыдов С.А.
Научный руководитель — Ахметова Е.Р.
МАИ, Москва

Методы поверхностной модификации – наиболее простой путь создания новых материалов. Улучшение характеристик достигается за счет внедряемых в приповерхностные слои атомов легирующих элементов, либо за счет изменения кристаллической структуры самого материала. Для достижения поставленных задач эти изменения должны быть тщательно рассчитаны.

До недавнего времени отсутствовали математические модели и подходы, достоверно описывающие нестационарные процессы внедрения легирующих добавок в многокомпонентные среды, учитывающие многофакторность воздействия на материал. Такие модели обладают высокой прикладной значимостью, так как для определения режима обработки для каждого конкретного случая необходимо ставить ряд экспериментов. Разработка и применение универсальных математических моделей позволяет существенно снизить затраты на проведение экспериментов. Это возможно за счёт предварительного подбора оптимальных параметров при математическом моделировании эксперимента и значительного сокращения области поиска.

Примером такой универсальной модели является нестационарная модель термоупругой механодиффузии. В качестве частного случая применения этой математической модели можно рассмотреть процесс периодического разряда в потоке жидкости (ПРПЖ), где для обеспечения процесса модификации материала генерируется сила тока в сотни ампер. К настоящему моменту были созданы феноменологические модели, описывающие в процессе ПРПЖ связь подаваемой силы тока с возникающими деформациями и тепловым воздействием, однако процессов внедрения легирующих элементов эти модели не описывают.

Проведенные эксперименты показали, что в процессе обработки в образцах наблюдается весь набор оксидов титана. Просчитать количество внедренного кислорода при воздействии, и, таким образом, выявить зависимость между насыщением кислорода и повышением прочности может помочь проведение расчета на основе одномерной нестационарной модели термоупругой диффузии, анализ фотографий шлифов обработанных образцов и сравнение получившихся результатов.

Для расчетов были рассмотрены образцы материала ВТ-14, параметры процесса обработки: расстояние от электрода до образца 5мм, напряжение 4кВ, средний ток зарядной цепи 950А, расход воды 36/45 л/мин, количество проходов 4.

Четырехкратным проходом обеспечивается сплошность покрытия. В качестве допущения принимаем, что четырехкратным проходом обеспечивается одинаковое воздействие как по площади образца, так и по глубине.

Проведен анализ прямого шлифа образца. На шлифе обнаружены структуры, цвет которых соответствует следующим соединениям: монооксид TiO (цвет колеблется от золотистого до красноватого), Ti3O5 (небольшое количество зерен голубоватого оттенка), диоксид титана TiO2 (светло-желтый цвет (совсем светлый)), сесквиоксид Ti2O3 (темно-фиолетовые структуры). Гидроксиды титана достаточно нестабильны: например, Ti(OH)2 распадается на TiO2 и H2. Возможно взаимодействие титана с различными компонентами водно-воздушной среды, поскольку процесс безвакуумный, некоторые из которых проникают в глубину приповерхностного слоя. В частности, представлены зеленоватые оттенки, соответствующие нитриду титана TiN, который мог образоваться при внедрении частиц азота. Также возможно внедрение небольшого количества иных примесей. Вопрос измельчения зерен рассмотрен в работе [1].

С помощью программы JMicroVision определяется количество оксидов титана в сечении.

Доля диоксида титана составила 8,9% от общей площади шлифа, сесквиоксида - 31,3%, монооксида без учета красноватых оттенков - 10,8%. С учетом красноватых структур доля может составлять 11-12%.

Голубоватые структуры также немногочисленны, как и красноватые. Могут быть оценены в десятые доли процента.

Также из анализа была исключена зона окалины, составляющая 4,2% площади шлифа.

Проведенный анализ показал количественный состав оксидов в обработанном материале, по ним было рассчитано количество внедренного в материал кислорода. Решение прямой задачи термоупругой диффузии показало аналогичное количество возможного к внедрению в материал кислорода.

Данная работа выполнена при поддержке гранта «УМНИК» №15347ГУ/2020 федерального государственного бюджетного учреждения «Фонд содействия инновациям».

Список использованных источников:

1. Модификация титановых сплавов для пар трения методом периодического разряда в потоке жидкости Е.Р. Ахметова, Р.Г. Тазетдинов // Вестник МАИ, 2009 г.

2. Давыдов С.А., Земсков А.В., Тарлаковский Д.В Упругое полупространство под действием одномерных нестационарных диффузионных возмущений // Ученые записки Казанского университета. Серия Физико-математические науки. – 2014. – Т. 2, кн. 4. – С. 70–79

3. Возможность получения стабильных наноструктурных композиций в поверхностных слоях титановых сплавов, применяемых в эндопротезировании, при обработке методом периодического разряда в потоке жидкости Тазетдинов Р.Г., Ахметова Е.Р. // Материалы конференции РСНЭ-НБИК, 2011 г.

4. Davydov S.A., Zemskov A.V., Akhmetova E.R. Thermoelastic Diffusion Multicomponent Half-Space under the Effect of Surface and Bulk Unsteady Perturbations // Math. Comput. Appl. – 2019. – 24, 26.

Решения системы взаимосвязанных кинетических уравнений теории ползучести и длительной прочности

Саитова Р.Р.

Научный руководитель — к.ф-м.н. Арутюнян А.Р.

СПбГУ, Санкт-Петербург

Решается задача ползучести и длительной прочности металлических материалов и сплавов. Под действием относительно низких напряжений и высоких температур металлические материалы становятся хрупкими и разрушаются с небольшой величиной остаточных деформаций. Эта проблема известна как проблема тепловой хрупкости металлов. Данный эффект наблюдается в элементах многих важных инженерных объектов,

поэтому проблема хрупких разрушений стала предметом многочисленных теоретических и экспериментальных исследований.

Для решения этой проблемы в механике материалов была введена концепция сплошности (поврежденности) [1, 2]. Для описания хрупкой области экспериментальной кривой длительной прочности была предложена система простых кинетических уравнений для параметра поврежденности и деформации ползучести, а также был сформулирован критерий длительной прочности.

В работах Л.М. Качанова [1], Ю.Н. Работнова [2] для решения данной проблемы рассматривается система кинетических уравнений для параметра поврежденности и деформации ползучести. В работах Р.А. Арутюняна [3] предлагается модифицированный вариант системы кинетических уравнений Качанова-Работнова с учетом закона сохранения массы и конкретизации параметра поврежденности в виде относительного изменения плотности материала. В научной литературе имеются многочисленные экспериментальные исследования по изменению пористости и плотности различных металлов и сплавов вследствие образования и развития микропор и микротрещин в условиях высокотемпературной ползучести. Результаты этих исследований позволяют рассматривать плотность в качестве интегральной меры накопления структурных микродефектов, а параметр поврежденности задается как отношение текущей величины плотности к начальной.

Точное аналитическое решение предлагаемой системы кинетических уравнений не предоставляется возможным. В связи с этим были рассмотрены различные случаи приближенных решений данной системы [4]. Получены приближенные аналитические решения системы уравнений и сформулированы критерии длительной прочности, позволяющие описать участок хрупкого разрушения. Построены соответствующие теоретические кривые. Показано, что предложенная система кинетических уравнений способна описать третий участок кривых ползучести, а критерий длительной прочности Качанова-Работнова является частным случаем полученного критерия. Также показано, что деформация ползучести по теории Работнова накапливается более интенсивно по сравнению с величиной деформации, полученной из решения предложенных уравнений. Также получено точное решение системы кинетических уравнений в виде зависимости, связывающей параметр поврежденности с величиной деформации.

Дано сравнение полученных решений с экспериментальными результатами по изменению пористости (плотности) для различных металлов и сплавов в процессе высокотемпературной ползучести при различных температурах и уровнях нагрузки. Показано, что функции поврежденности имеют общий характер для испытанных при различных температурах и силовых нагрузках металлов. Данный результат позволяет рассматривать параметр поврежденности, задаваемый как относительное изменение плотности, в качестве универсальной характеристики накопления пористости в процессе ползучести.

Также получено точное решение системы кинетических уравнений с использованием численных методов. Дано сравнение приближенных и точных решений. Показано, что характер изменения теоретических кривых деформации ползучести и параметра поврежденности согласно различным решениям является идентичным и соответствует экспериментальным кривым деформации ползучести и поврежденности.

Список использованных источников:

1. Качанов Л.М. О времени разрушения в условиях ползучести // Изв. АН СССР. ОТН. 1958. № 8. С. 26-31.

2. Работнов Ю.Н. О механизме длительного разрушения // Вопросы прочности материалов и конструкций. М.: Изд-во АН СССР. 1959. С. 5-7.

3. R.A. Arutyunyan. The Problem of High-Temperature Creep and Long-Term Strength in the Mechanics of Materials // Doklady Physics. 2017. Vol. 62. N 8. P. 384-386.

4. Arutyunyan A., Arutyunyan R., Saitova R. The Criterion of High-Temperature Creep of Metals Based on Relative Changes of Density // WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics. 2019. 14. P. 140-144.

Сравнительные исследования свойств материалов, полученных FDM-технологией

Самойлова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ильинкова Т.А.
КНИТУ–КАИ, Казань

FDM-технология (Fused Deposition Modeling) является одним из способов аддитивного производства, суть которой состоит в послойном наложении расплавленной полимерной нити на подложку по 3D модели.

Материал для реализации FDM-технологии должен иметь достаточно высокие механические свойства: модуль упругости при изгибе и прочность. Это необходимо, чтобы нить из этого материала не рвалась при размотки с катушки, а также при дозировке через сопло. При этом материал должен иметь достаточно низкую вязкость, чтобы его можно было транспортировать через сопло при ее плавлении.

Наконец, FDM-материал должен обладать низкой усадкой, что будет обеспечивать в детали отсутствие напряжений и низкую деформацию при ее охлаждении. Этот процесс также можно регулировать путем тщательного контроля температуры камеры и платформы в целом, в результате чего увеличится адгезия между деталью и платформой. Хорошие адгезионные характеристики очень важны для детали, созданной FDM технологией.

Поэтому целью настоящей работы является обзор современных полимерных термопластических материалов, пригодных для реализации данных требований FDM-технологии.

На сегодняшний день используют акрилонитрилбутадиенстирол (ABS), полилактид (PLA), нейлон, модифицированный полиэтилентерефталатгликоль (PETG), поликарбонат (PC), полиоксиметилен (POM), полиэтилен (PE), ударопрочный полистирол (HIPS), поливиниловый спирт (PVA), а также ряд химически и термически стабильных материалов, таких как полипропилен (PP), полиэфирэфиркетон (PEEK), полиэфиримид (ULTEM) и полифенилсульфон (PPSU). Эти материалы могут быть модифицированы различными наполнителями: углеродными волокнами, стекловолокном, частицами металла и т.д, что еще больше расширяет и расширяет область применения FDM.

ABS-пластик – это наиболее популярный материал для FDM технологии. FDM ABS-пластик обладает прочностью, не уступающей литьевому ABS – пластику, однако имеет пониженный модуль упругости и относительное удлинение. Как установлено авторами работы [1], эти механические характеристики в сильной степени зависят от режима печати, который можно в значительной степени оптимизировать и получить свойства не ниже чем для литьевого материала.

Список использованных источников:

1. Костина Е.С.,Чубуков А.И., Ильинкова Т.А., Клабуков М.А. Механические свойства ABS-пластика, полученного по FDM-технологии// «Современный взгляд на проблемы технических наук», выпуск IV, Сб-к н. трудов по итогам межд. н-пр. конф. (11 сентября 2017 г.) — с.42-47

Сравнение результатов физического и численного моделирования распределения ветровой нагрузки на покрытие большепролетного здания

Сатанов А.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ерофеев В.И.
ИПМ РАН, Нижний Новгород

В современном мире активно развивается строительство уникальных зданий и сооружений. Для покрытия спортивных объектов, складов, ангаров часто применяются большепролетные конструкции криволинейной формы, такие как фермы, арки, пространственные покрытия. Стандартные методики сбора нагрузок не могут корректно учесть все геометрические особенности таких покрытий, поэтому при расчетах уникальных объектов применяются индивидуальные подходы. Не существует единой универсальной

методики позволяющей однозначно определить значения ветровых нагрузок на здания сложной формы. Аэродинамические характеристики большепролетных зданий являются индивидуальными для каждого объекта.

В качестве объекта исследования рассматривается проектируемое здание ангара для технического обслуживания двух самолетов AirbusA-380 в г. Москва, перекрываемое пространственными арками пролетом 227,65 м. В соответствии с требованиями нормативных документов в случае, когда принципиальная геометрическая схема здания не совпадает ни с одной из представленных, аэродинамические коэффициенты устанавливаются на основе результатов математического или физического моделирования.

Для проведения испытаний в аэродинамической трубе был изготовлен макет большепролетного здания ангара в масштабе 1:500. Макет был изготовлен на 3D-принтере из полимерных материалов. Для измерения давления в характерных точках поверхности криволинейного покрытия была выполнена система дренажей из 126 воздухоотводящих трубок с возможностью подключения к микроманометру.

Экспериментальное исследование модели в лаборатории кафедры «Отопление и вентиляция» ННГАСУ. В рабочей зоне аэродинамической установки создавался равномерный поток воздуха со средней скоростью 12,3 м/с. Эксперимент проводился для пяти направлений ветрового потока, под углами 0°, 30°, 45°, 60°, 90°. Во время эксперимента каждая трубка системы дренажей соединялась с микроманометром с помощью гибкой резиновой трубки.

По показаниям микроманометров были вычислены аэродинамические коэффициенты се как отношение давления, измеренного в изучаемой точке поверхности к динамическому давлению, оказываемому ветровым потоком на вертикальную поверхность.

Расчетные значения основной ветровой нагрузки определялись как сумма средней и пульсационной составляющих в зависимости от нормативного значения ветрового давления для г. Москва, коэффициентов пульсации ветра и пространственной корреляции пульсации ветрового давления и коэффициента, учитывающего изменение ветрового давления по высоте. На основании значений аэродинамических коэффициентов и ветровых нагрузок, полученных в результате эксперимента, можно сделать вывод, что действующее на покрытие ветровое давление отрицательное.

В работе [1] проведено аналитическое исследование распределения давлений по поверхности покрытия с использованием уравнений Навье-Стокса по двум направлениям под углами 0° и 90°. Для этого была создана пространственная твердотельная конечно-элементная модель в программно-вычислительном комплексе ANSYS.

На основании расчетных значения ветровой нагрузки получены изополя распределения ветрового давления по поверхности здания по результатам физического и численного моделирования, которые практически совпадают. Численная картина распределения давлений совпадает с погрешностью, не превышающей 10%, за исключением максимальных и минимальных значений. Небольшие расхождения объясняются погрешностями при проведении эксперимента, а также спецификой расчетов по методам конечных элементов.

Может быть сделан вывод, что при проектировании уникальных зданий и сооружений сложной геометрической формы необходимо выполнять как математическое, так и физическое моделирование, и производить расчет на оба варианта распределения ветрового давления по поверхности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ: грант №20-19-00613.

Список использованных источников:

1. Хазов П.А., Анущенко А.М. Численный анализ применимости нормативных методик при назначении ветровой нагрузки на большепролетные поверхности // Приволжский научный журнал, 2020, №3(55), с. 19-27

Количество атомов никеля как основной фактор влияния на механические свойства композита графен-никель

Сафина Л.Р.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Баимова Ю.А.
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

В настоящее время большой интерес вызывает создание новых композиционных материалов с улучшенными механическими свойствами. Одним из материалов, подходящих для создания композитов является скомканный графен, который представляет собой углеродную структуру, состоящую из большого количества графеновых чешуек, связанных между собой силами Ван-дер-Ваальса. Недавние исследования показали, что сочетание графена с металлами может улучшить механические свойства получаемой структуры [1]. Среди металлов никель (Ni) является одним из наиболее применимых при изготовлении композитов с улучшенными механическими, физическими и электронными свойствами. Такие гибридные структуры могут использоваться в качестве смазочных материалов, устройств хранения энергии или для хранения и транспортировки водорода, в катализе и т.д. В данной работе методом молекулярной динамики исследуется влияние количества наночастиц никеля на механические свойства композита графен никель.

В работе рассматриваются 3 структуры скомканного графена, состоящие из 16138 атомов углерода, поры которых заполнены разными размерами наночастиц никеля сферической формы, состоящие из 21, 47 и 78 атомов. Всего в трехмерной структуре с Ni21 – 1344, Ni47 – 3008 и Ni78 – 4992 атомов. Численные эксперименты проводятся в свободно распространяемом пакете молекулярно-динамического моделирования LAMMPS. Для описания межатомных взаимодействий используются два потенциала – потенциал AIREBO для взаимодействия углерод-углерод и потенциал Морзе для описания взаимодействия никель-никель и никель-углерод. Параметры для потенциалов были выбраны из предложенных в работах [2-4]. Для того, чтобы сформировать единый композитный материал, к начальной, довольно рыхлой, структуре прикладывается гидростатическое сжатие до максимально возможных плотностей при повышенных температурах. В работах [5-8] показано, что высокотемпературная обработка является одним из эффективных способов получения композита графен-никель. Для оценки прочности полученные структуры подвергаются гидростатическому растяжению.

В результате исследования было выявлено, что в структуре скомканного графена содержащего в порах наночастицы меньшего количества (Ni21 и Ni47), наблюдается наиболее равномерное распределение единичных элементов. Кроме того, в структурах с небольшими наночастицами появление пор и разрыв структур происходит намного позже, чем в структуре с большим количеством наночастиц. Это можно объяснить тем, что большая наночастица (Ni78) практически полностью заполняет чешуйку графена, не позволяя свободно вращаться и деформироваться и соответственно появление новых химических связей, отвечающие за прочностные характеристики композита, затрудняются. Для получения композита с улучшенными механическими свойствами рекомендуется использовать, для заполнения пор скомканного графена, небольшое количество и небольшой размер наночастиц никеля.

Список использованных источников:

1. Chu K., Jia C. Enhanced strength in bulk graphene–copper composites. Phys Status Solidi, vol. 211, 2014, p.184-190.
2. Girifalco L. A., Weizer V. G. Application of the Morse potential function to cubic metals Physical Review, 1959, 114, 687-690.
3. Galashev A.Y., Katin K.P., Maslov M.M. Morse parameters for the interaction of metals with graphene and silicone. Phys. Lett. A, 2019, Vol.383, Pp.252-258.
4. Katin K.P., Prudkovskiy V.S., Maslov M.M. Molecular dynamics simulation of nickel-coated graphene bending. Micro Nano Lett., 2018, Vol.13, Pp.160-164.

5. Сафина Л.Р., Баимова Ю.А. Деформационное поведение композита графен-никель, полученного при повышенных температурах // Механика композиционных материалов и конструкций. 2019, том 25, №4, с. 531-542.
6. Krylova K. A., Safina L. R. Hydrostatic compression as the way of property improvement of crumpled graphene: atomistic simulation // Journal of Physics: Conference Series. 2020, v. 1435, p. 012064.
7. Safina L.R., Baimova J.A., Krylova K.A., Murzaev R.T., Mulyukov R.R. Simulation of metal-graphene composites by molecular dynamics: a review // Letters on Materials. 2020, v. 10, №3, p. 351-360.
8. Safina L.R., Murzaev R.T., Krylova K.A. Molecular dynamics simulation of crumpled graphene filled with Ni nanoparticles. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020, v. 1008, pp. 012054.

Описание высокоамплитудных сдвиговых колебаний вязкоупругой обобщенной моделью максвелловского типа с конвективной производной

Стеценко Н.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Георгиевский Д.В.
МГУ, Москва

Вопрос об идентификации материальных функций из установочных экспериментов является одним из основных при формулировке определяющих соотношений сплошных сред. Измерения в испытаниях должны быть воспроизводимы и точны, они должны обеспечивать достаточную информацию о материале. С этих позиций рассматривается эксперимент о сдвиговых гармонических колебаниях с большой амплитудой. Испытания на периодический сдвиг малой амплитуды стали классическим методом исследования линейных вязкоупругих свойств благодаря разработанному теоретическому фундаменту и легкости внедрения подходящих протоколов тестирования. Однако в большинстве технологических процессов деформации могут быть большими и быстрыми. Таким образом, для исследования и количественной оценки поведения нелинейных вязкоупругих материалов актуально получение протоколов испытаний и для случая колебаний с большими амплитудами. Оказывается существенным различие в анализе результатов эксперимента при малых и больших амплитудах: линейно вязкоупругие модули находятся исходя из предположения чисто синусоидального (линейного) отклика напряжений. В то же время нелинейная реакция напряжения не является только синусоидальной, поэтому определение вязкоупругих модулей нуждается в корректировке. Методология эксперимента с высоко амплитудными гармоническими сдвиговыми колебаниями стала популярна для широкого класса материалов. Она применяется к полимерным расплавам и растворам, суспензиям, эмульсиям, биологическим макромолекулам, полиэлектролитам, поверхностно-активным веществам, магнитореологический эластомерам, полимерным нанокомпозитам и к другим вязкоупругим материалам. Измерения проводятся с помощью различного типа реометров (с регулируемой деформацией, регулируемым напряжением, ротационного и др.). Протоколы рассматриваемых испытаний в широком диапазоне частот и амплитуд деформации показывают высокое качество для различных сложных жидкостей.

Рассматриваемая кинематика периодического сдвига исследуется для определяющих соотношений, обобщающих элементарную модель Максвелла на область конечных деформаций.

Исследование влияния ионной обработки при получении тонких многоуровневых поверхностных слоев

Сударчикова М.А., Каплан М.А., Новикова Д.А.
Научный руководитель — к.т.н. Насакина Е.О.
ИММ РАН, Москва

Слоистые композиты, полученные с использованием вакуумных ионно-плазменных методов, изменение параметров которых напрямую влияет на свойства материалов, находят обширное применение в электронике, оптике, медицине, при создании функциональных и различных функциональных объектов. А в случае многокомпонентной системы распыления вариативность получаемых результатов возрастает во много раз. В [1-2] было указано, что (110) является наиболее низкоэнергетической решеткой для ОЦК материалов (α-Ta) и провоцирует формирование на себе такой же структуры. Являясь зоной зарождения новой поверхности, поверхность подложки задает характер формирования ее структуры. Было показано, что на аморфных углерод-содержащих или оксидных поверхностях (естественное состояние титана и кремния в кислородной атмосфере или стекла) формируется бета тантал, а например, на титане без естественного оксида или TaN формируется альфа [1-5].

Данная научно-исследовательская работа направлена на исследование влияния варьируемых технологических параметров магнетронного распыления и ионной бомбардировки на закономерности формирования мультислоев титана и тантала и на их характеристики. В качестве основы (подложки) формируемых композиционных материалов использовали стеклянные пластины. Для очистки, активации и полировки поверхности подложки и промежуточной композиции проводилась бомбардировка ионами аргона с параметрами разряда Ue = 900-1200 В, Ie = 70-150 мА – предварительное ионное травление. С целью определения влияния подлежащей поверхности на структуру формируемого слоя было проведено предварительное ионное травление с увеличением времени и мощности облучения. В качестве материала поверхностного слоя использовали химически чистый титан и тантал. Поверхностные слои тантала формировали на ранее осажденном слое титана, полученном в тех же условиях на стеклянной пластинчатой подложке после ультразвуквой очистки в спирте, дистиллированной воде и сушки. Создание металлических композиционных материалов проводилось путем формирования поверхностных слоев с помощью магнетрона на постоянном токе (~ 865 мА) при напряжении ~ 400В в газовой среде аргона при рабочем и остаточном давлении ~ 0,4 и 4x10-4 Па, соответственно, в течение времени распыления 30 мин при дистанции напыления 250 мм.

Полученные металлические композиционные материалы обладали многослойной структурой «оксидный слой – поверхностный слой из осаждаемого вещества 1 – переходный слой, содержащий оба осаждаемых элемента – подслой из осаждаемого вещества 2 – переходный слой, содержащий элементы и подслоя, и основы – основа». Морфология поверхности при малых дозах облучения предварительным ионным травлением соответствует морфологии поверхности подложки. При большой длительности/энергии ионной бомбардировки наблюдается тонкая поверхностная структура в виде точечных углублений, сглаживаемая осаждаемым сверху слоем, а также увеличивается протяженность слоя и его кристалличность.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-08-00642 А.

Исследование динамического нагрева углекислотным лазером твердотельного цилиндра малого размера из мелкозернистого графита марки МПГ-7

Торчик М.В.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Котов М.А.
МАИ, Москва

заимодействие лазерного излучения с веществом — важное научное направление лазерной физики. Оно позволило разработать физические основы многочисленных прикладных направлений, связанных с лазерами и их применениями в технологии [1]. Лазерное моделирование тепловых нагрузок - новая прогрессивная технология ресурсных термических испытаний с целью разработки новых высокотемпературных элементов авиационной и космической техники, эксплуатируемых в условиях высоких температур и интенсивных тепловых потоков.

Взаимодействие фотонов лазерного излучения с материалом основано на передаче энергии материалу. Попадая на некоторую поверхность, излучение отражается, поглощается или проходит через материал. На практике все три процесса происходят одновременно в разной степени в зависимости от свойств материала. Для эффективности теплового воздействия лазерного излучения на образец, оно должно поглощаться материалом, следовательно, поглощающая способность материала, определяемая как соотношение между поглощенной и полученной энергией, является важной характеристикой материала. Эта способность меняется при нагреве и зависит от теплофизических свойств материала [1].

Для отработки методик лазерного моделирования тепловых нагрузок в лаборатории лазерных разрядов ИПМех РАН проводились эксперименты по нагреву цилиндрических образцов из мелкозернистого графита МПГ-7 радиусом 15 мм и высотой 2.5 мм. Излучение углекислотного лазера с длиной волны 10.3 мкм [2] фокусировалось оптической системой на поверхности образца, температура образца регистрировалась тепловизором. Мощность выходного лазерного излучения составляла 1.5 кВт.

Численное моделирование лазерного нагрева проводилось в среде Comsol [3]. Решалась задача динамического нагрева твердотельного цилиндра от находящегося на поверхности неподвижного источника теплового излучения, имеющего профиль распределения мощности в виде газового пучка, с соответствующими начальными и граничными условиями. Свойства графита МПГ-7 были взяты из [4]. Полученные результаты согласуются со значениями, полученными в эксперименте.

Автор благодарит коллектив лаборатории взаимодействия плазмы и излучения с материалами ИПМех РАН за предоставление образцов материалов и за консультации при проведении экспериментов.

Список использованных источников:

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки // Москва, Издательство МГТУ им Н. Э. Баумана, 2006, 664 с.
2. Н. А. Генералов, В. П. Зимаков, В. Д. Косынкин, Ю. П. Райзер, Н. Г. Соловьев, Квантовая электроника, 1982, том 9, номер 8, 1549–1557 с.
3. https://www.comsol.ru/, дата обращения 26.02.2021.
4. Е. И. Жмуриков, И.А. Бубненков, В.В. Дрёмов, С.И., Самарин, А. С. Покровский, Д. В. Харьков Графит в науке и ядерной технике // Новосибирск, 2013, 193 с.

Моделирование и оптимизация процесса литья под давлением

Утябаева А.Р., Ковтунов С.С., Конюшок В.В.
Научный руководитель — Хван А.В.
МАИ, Москва

В последние три десятилетия литье под давлением (ЛПД) имело быстрый рост благодаря развитию новых областей применения в области автомобильной, электронной, бытовой, медицинской и упаковочной промышленности. Сложность процесса требует гораздо

лучшего понимания поведения материала на основных стадиях процесса, происходящих физических явлений и его связи со свойствами и производительностью конечной формованной детали. Одной из главных целей ЛПД является повышение качества формованных деталей при наименьших затратах. Соответствие требуемым спецификациям означает поддержание качественных характеристик под контролем. Наиболее широко используемый подход к определению качества формованной детали состоит в оптимизации показателей эффективности в зависимости от входных переменных. Это делается с помощью модели, которая соотносится с поведением этих показателей производительности (например, деформация, усадка, работа под давлением, время цикла) с контролируемыми параметрами (например, конструктивные характеристики деталей и пресс-форм и переменные процесса), а затем оптимизирует эти модели, то есть математические модели или метамодели. Таким образом, разработка математических моделей для отдельных стадий процесса впрыска по существу находится на промышленном уровне, поскольку они необходимы для оптимизации процесса и производительности продукта.

Целью данной статьи является обзор исследований, проведенных в области математического моделирования и оптимизации процесса литья под давлением (ЛПД). Были оценены различные работы, связанные с математическим описанием фаз заполнения, постнаполнения и пластификации процесса ЛПД, а также описаны некоторые последние достижения в области ЛПД. Кроме того, рассмотрены исследования, посвященные оптимизации процесса ЛПД на основе различных методик. Эти методы оптимизации включают в себя проектирование экспериментов, искусственные нейронные сети и эволюционные алгоритмы. Были обсуждены сильные и слабые стороны каждого подхода. Наконец, в этой статье также обсуждаются оптимизационные исследования, выполненные в процессе ЛПД в отношении некоторых специфических особенностей, связанных с процессами, такими как конфигурация системы бегунов и каналов охлаждения, условия процесса, расположение затвора и балансировка давления в полости.

Нестационарное контактное взаимодействие жесткого штампа с бесконечной мембраной с учетом адгезионных сил

Феоктистова Е.С.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Оконечников А.С.
МАИ, Москва

Работа посвящена изучению адгезионного давления, возникающего при нестационарном взаимодействии жёсткого штампа и мембраны. Сила адгезионного поверхностного притяжения, возникающая на поверхности рассматриваемых тел, описывается моделью Можи, согласно которой между поверхностями тел возникает адгезионное притяжение постоянной интенсивности, если зазор между телами меньше некоторого известного критического значения зазора. Процесс данного взаимодействия разделен на два этапа: бесконтактный – до вступления штампа и полуплоскости в контакт, и контактный – в момент погружения штампа в мембрану.

С целью описания процесса взаимодействия была сформулирована постановка задачи, учитывающая оба этапа взаимодействия жёсткого штампа и мембраны. Для бесконтактного этапа взаимодействия был разработан численно-аналитический метод определения нормального перемещения границы мембраны, а также носителя адгезионного взаимодействия. Данный этап будет считаться незавершенным, пока между полуплоскостью и штампом не наступит механический контакт.

На втором этапе возникает вопрос не только о нахождении перемещения границ полуплоскости и носителя адгезионного взаимодействия, также появляется необходимость определения контактных напряжений, возникающих в момент контакта штампа и мембраны. Для определения контактных напряжений записывается интегральное уравнение относительно контактных напряжений. С помощью дискретизации по времени и пространственной координате, интегральное уравнение приводится к системе линейных

алгебраических уравнений относительно контактных напряжений. При вычислении интегралов используется метод Симпсона. На данный момент ведется работа над реализацией алгоритмов определения контактных напряжений на ЭВМ. Получены результаты для бесконтактного этапа взаимодействия, а также представлены графические результаты.

Работа выполнена при финансовой поддержке: грант №18-01-00127а.

Оценка корректности решений задач топологической оптимизации подкрепленных панелей, полученных на основе теории пластин Миндлина-Рейсснера

Чжо Йе Ко
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Рабинский Л.Н.
МАИ, Москва

Рассмотрен класс задач топологической оптимизации панелей, нагруженных сосредоточенными силами и подкрепленных ребрами жесткости, геометрия которых является заранее неизвестной. На основе теории пластин Миндлина-Рейсснера с учетом и без учета поперечного обжатия строится численное решение с минимизируемой целевой функцией в виде полной энергии деформаций панели или с локальным требованием по минимизации перемещениям в заданных точках панели. Переменной в задаче оптимизации является толщина панели. Ограничение формулируется на максимально допустимую толщину и объем, занимаемый подкрепляющими элементами. Для решения задачи оптимизации используется метод движущихся асимптот в системе Comsol.

Результаты решения сопоставляются с результатами трехмерного моделирования соответствующей геометрии панели, найденной в результате решения задачи топологической оптимизации. Показано, что для стандартных соотношений толщины обшивки и высоты подкрепляющих элементов явный учет деформаций поперечного обжатия при решении задачи топологической оптимизации является необходимым для получения корректных решений (по крайней мере с точки зрения оценки прогибов панели).

Полученные варианты геометрии панелей изготовлены методами трехмерной печати и испытаны в заданных условиях нагружения. Получена хорошая согласованность результатов расчетов и экспериментальных данных. Даны оценки по возможности получения более оптимальной, с точки зрения массовой эффективности, криволинейной геометрии подкрепляющих элементов, по сравнению со стандартным оребрением с регулярным шагом.

Решение задач о нагружении тонкостенных сферы и цилиндра из сплава с памятью формы, с учетом разносопротивляемости материала в режиме мартенситной неупругости

Шарунов А.В.
Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Мовчан А.А.
МАИ, Москва

Сплавы с памятью формы (СПФ) являются одним из наиболее перспективных конструкционных материалов благодаря своим уникальным термомеханическим свойствам. Однако для активного применения СПФ в технике [1] требуется наличие достоверных решений краевых задач механики для этих сплавов [2]. Получение подобных решений затрудненно в виду объективной сложности определяющих соотношений СПФ, для которых зачастую невозможно получить аналитическое решение рассматриваемой краевой задачи. Кроме этого экспериментально установлено, что термомеханическое поведение СПФ как качественно, так и количественно зависит от вида напряженного состояния [3].

Предлагаемая работа посвящена аналитическому решению задач о напряженно – деформируемом состоянии (НДС) тонкостенных элементов конструкций, таких, как сфера и цилиндр, из СПФ, находящейся под действием внутреннего или внешнего давления,

нагружаемой в режиме мартенситной неупругости (МН) или в процессе прямого превращения, без учета упругих деформаций и с учетом свойства разносопротивляемости материала. Под разносопротивляемостью понимается зависимость материальных констант этих сплавов от параметра вида напряженного состояния. В качестве параметра вида напряженного состояния используется параметр, связанный с третьим инвариантом девиатора напряжений. В рамках работы принимается линейная зависимость материальных констант от параметра вида напряженного состояния. Аналитические решения получены на основе объединенной модели нелинейного деформирования СПФ при фазовых и структурных превращениях [4,5]. При решении задачи используется положение об активных процессах пропорционального нагружения.

В рамках рассматриваемого процесса деформирования продемонстрировано влияние разносопротивляемости СПФ, на величину раздачи (обжатия) тонкостенных конструкций. Моделирование раздачи и обжатия тонкостенных конструкций выполнено с учетом осевой симметрии. Тонкостенные цилиндры рассматриваются в предположении о плоской деформации (ПД) и плоском напряженном состоянии(ПНС).

В ходе работы установлено, что:

1) При одинаковом нагружении (внутреннем или внешнем давлении) параметр вида напряженного состояния для тонкостенной сферы и тонкостенного цилиндра имеет различные значения.

2) Раздачу (обжатие) тонкостенных конструкций выгоднее производит в процессе прямого превращения, т.к для смещения точек тонкостенной конструкции на определенную величину, необходимо прикладывать меньшее давление.

3) При решении задачи о тонкостенном цилиндре в предположении о ПД параметр вида напряженного состояния равен 0, т.е такой же как при чистом сдвиге.

4) При решении задачи об обжатии тонкостенного цилиндра внешним давлением, при предположении о ПД, величина раздачи получается больше, чем в предположении о ПНС, а при раздаче внутренним давлением наблюдается обратная тенденция.

5) Для случая тонкостенной сферы из СПФ смещение при действии внешнего давления больше, чем при действии такого же по величине внутреннего давления. Для тонкостенного цилиндра в состоянии ПД смещения при действии внешнего и внутреннего давления одинаковы. Для тонкостенного цилиндра в состоянии ПНС смещение при внутреннем давлении больше, чем при таком же по величине внешнем давлении.

Работа выполнена при финансовом содействии Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 20-01-00240).

Список использованных источников:

1. Лихачев В.А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. 216 с.

2. Мовчан А.А., Казарина С.А., Машихин А.Е., Мишустин И.В., Саганов Е.Б., Сафронов П.А. Краевые задачи механики для сплавов с памятью формы // Ученые записки Казанского университета. Серия Физико-математические науки. 2015. Том 157. Книга 3. С. 97-110.

3. Мовчан А.А., Казарина С.А., Сильченко А.Л. Экспериментальная идентификация модели нелинейного деформирования сплавов с памятью формы при фазовых и структурных превращениях // Деформация и разрушение материалов. – 2018. – № 12. – С. 2-11.

4. Мовчан А. А. Феноменологическая модель изменения фазово-структурных деформаций в сплавах с памятью формы // Известия РАН. Механика твердого тела. 2020. №4. С. 140-151.

5. Мовчан А.А. Объединенная модель фазово-структурного деформирования сплавов с памятью формы // Деформация и разрушение материалов. 2020. №11. С. 2-10.

Внедрение периодической системы инденторов в вязкоупругое полупространство под действием возрастающей нагрузки

Яковенко А.А.
Научный руководитель — член-корреспондент, д.ф-м.н. Горячева И.Г.
ИПМ РАН, Москва

Многие практически важные характеристики трибосопряжений зависят от микрогеометрии поверхности контактирующих тел. Наличие поверхностного микрорельефа приводит к тому, что реальная площадь контакта может отличаться от видимой в несколько раз. На характеристики контактного взаимодействия влияют также и механические свойства взаимодействующих тел, включая реологические. При взаимодействии вязкоупругих тел их напряженно-деформируемое состояние изменяется со временем. При этом большое значение имеет скорость нагружения тел, которая влияет на скорость их деформирования и сближения.

В данной работе построена модель внедрения периодической системы осесимметричных инденторов в вязкоупругое полупространство. К каждому штампу приложена сила, которая увеличивается во времени с заданной скоростью. Для решения задачи применялся метод, используемый для решения аналогичной упругой задачи, а именно метод локализации [1]. Для описания механического поведения вязкоупругого полупространства использовались две модели: модель стандартного вязкоупругого тела и модель Максвелла.

Полученное аналитическое решение позволило исследовать изменения во времени таких характеристик контактного взаимодействия, как контактное давление, радиус единичного пятна контакта и функции дополнительного смещения. Последняя величина является интегральной характеристикой рельефа поверхности, так как позволяет оценить влияние формы и плотности расположения поверхностных неровностей на глубину внедрения тела в вязкоупругое полупространство. Исследовано влияние плотности расположения инденторов, параметров нагружения системы и механических свойств полупространства на изменение контактных характеристик во времени. Получено, что увеличение плотности расположения инденторов ведет к уменьшению радиуса единичного пятна контакта, но также и к возрастанию контактного давления в центральной части области контакта с полупространства единичного индентора. Полученные результаты сравнивались с задачей единичного контакта [2] и задачей множественного контакта в случае упругого полупространства.

Полученное решение позволяет также оценить погрешность результатов, полученных при использовании упрощенной модели взаимодействия шероховатых поверхностей, пренебрегающей взаимным влиянием пятен контакта (например, [3]). Предложенная модель, основанная на методе локализации, также является приближенной. Однако необходимой точности можно добиться, увеличивая число пятен контакта, в которых учитывается фактическое распределение давления. Оценка получаемой погрешности при взаимодействии системы инденторов с различной плотностью расположения и упругого полупространства приведена также в работе [1].

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 20-31-90038.

Список использованных источников:

1. Горячева И.Г. Механика фрикционного взаимодействия. М.: Наука. 2001. 478 с.

2. Lee E.H., Radok J.R.M. The Contact Problem for Viscoelastic Bodies // Journal of Applied Mechanics, 27 (3). 1960. P. 438-444

3. Hui C.Y., Lin Y.Y., Baney J.M. The mechanics of tack: Viscoelastic contact on a rough surface // Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, 38 (11). 2000. P. 1485-1495

Метод инструментального индентирования, как новый метод экспресс-диагностики основных механических характеристик материалов и конструкций

Яременко О.Б.

ООО «Оптон инжиниинг», Москва

Тенденции развития современной промышленности ведут к постоянно возрастающим требованиям к качеству готовой продукции, а также ставят задачи оптимизации и продления ее эксплуатационного ресурса. В связи с этим, большее предпочтение отдается неразрушающим методам контроля, которые позволили бы с достаточной точностью обеспечивать получение результатов измерения основных механических характеристик, тем самым обеспечив повышение производительности и конкурентоспособности выпускаемой и эксплуатируемой продукции в итоговом эквиваленте.

В докладе рассмотрен принцип действия метода инструментального индентирования для определения основных механических характеристик различных конструкционных материалов. Показана возможность применения системы AIS реализующей метод инструментального индентирования для экспресс-диагностики действующих конструкций и промышленных объектов, находящихся в эксплуатации.

В докладе представлены результаты исследований механических характеристик, в том числе трещиностойкости, сварных швов, основного металла и ЗТВ, в сварных соединениях, проведенных методом инструментального индентирования, с помощью системы серии AIS, компании Frontics Inc. (Южная Корея). Испытания проводились на темплетах из сварных соединений трубопроводов, а также натурных конструкциях трубопроводов, находящихся в эксплуатации, их деталях и прочих конструкционных материалах, применяемых в строительстве объектов авиа и машиностроения.

Предложена технология определения основных механических характеристик металла промышленных конструкций и сварных соединений, находящихся в эксплуатации, для снижения консервативности оценки их работоспособности в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Направление №9 Экономика и менеджмент предприятий аэрокосмического комплекса

Секция №9.1 Экономика и менеджмент высокотехнологичных предприятий аэрокосмической сферы

Проект создания малого предприятия по оказанию сервисных услуг для крупного индустриального бизнеса

Алдошкина Е.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Захарова Л.Ф.
МАИ, Москва

Перспективным направлением в развитии современного крупного индустриального бизнеса является использование композитных материалов. В самолетостроении композиты используются для производства фюзеляжа, крыльев, хвостового оперения, мотогондолы, деталей интерьера. Композитные материалы широко используются также в строительной индустрии. Они применяются при строительстве зданий и сооружений, объектов транспортной инфраструктуры, а также объектов жилищно–коммунального хозяйства. Путем подбора состава и свойств компонентов композиционных материалов можно обеспечить получение практически любых изделий с заранее заданным сочетанием эксплуатационных и технологических свойств, что дает возможность создавать продукцию согласно потребностям рынка. Таким образом, авиастроительные предприятия, реализуя стратегию диверсификации, могут выходить на строительные рынки гражданской продукции в качестве поставщиков сырья и композитных материалов, а также в качестве производителей композитной продукции, например, в сегменте малоэтажных домов из полимерных композитных материалов. Для успешного развития данного направления деятельности авиастроительным предприятиям необходимы структуры по сбору и анализу информации о потребностях возможных рынков сбыта и работы на них. В современных условиях эффективным механизмом для таких структур является профессиональный электронный маркетинг и коммерция.

Проектом предлагается создание малого предприятия по оказанию маркетинговых интернет-услуг самолетостроительному бизнесу на рынках строительной индустрии. Основной идеей проекта является создание компании, оказывающей профессиональные услуги в области маркетинга и электронной коммерции на строительных рынках за счет ресурсов самолетостроительной корпорации, а также собственных ресурсов, навыков и квалификации создаваемой команды, а также партнеров и внешних исполнителей.

В работе исследуются особенности и проблемы малого предпринимательства, правовые основы создания предприятия малого бизнеса в России и за рубежом, делается вывод о возможности и необходимости реализации Spin-off проектов в рамках крупного индустриального бизнеса, в том числе самолётостроительного. Проведён предварительный расчет себестоимости производства и реализации малоэтажных домов из полимерных композитных материалов, определен критический объем их выпуска. Рассмотрены основные этапы работ по созданию профессионального электронного маркетинга и коммерции для Spin-off проектов, реализуемых крупным индустриальным бизнесом: стратегия продаж, облик маркетингового механизма, структура сбыта и послепродажного обслуживания продукции. Проведен расчет стоимости реализации проекта, с учетом затрат на разработку и содержание системы электронной коммерции.

Список использованных источников:
1. Еремин В.Н. Выбор направлений диверсификации в машиностроении: Монография. – М.: ИНФРА-М, 2017 – 184 с.
2. Ерофеев В. Т., Римшин В. И. Армированные каркасные композиты для строительства и реконструкции зданий и сооружений. – М: АСВ, 2018 – 508 с.
3. Казаков Ю. Н., Захаров В. П. Современное малоэтажное домостроение. – М: Лань, 2019 - 272 с.
4. Климович А. Г. Электронная коммерция и интернет-маркетинг. – М.: T8RUGRAM, 2020 – 390 с.
5. Лутфуллин Ю. Р., Карамова Д. А. Управление эффективностью диверсификации промышленного производства. – М: Quantum, 2016 – 184 с.
6. Маркетинговое исследование рынка фудтраков РФ. – Success Brand Management. – 2018 – 17с.
7. Сковиков А. Г. Цифровая экономика. Электронный бизнес и электронная коммерция. – М.: Лань, 2019 – 260 с.
8. Preeti Wadhwani, Prasenjit Saha. Recreational Vehicle Market Size By Vehicle (Motorhomes [Class A, Class B, Class C], Towable RVs [Travel Trailer, Fifth Wheel, Tent Trailer]), By Fuel (Gasoline, Diesel), Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2020 -2026. – Global Market Insights. – 2020 – 310 p.
9. Vikas Mittal. Polymer Nanocomposite Coatings. – M: CRC Press, 2017 – 360 с.

Анализ особенностей принятия управленческих решений в организации на примере аэрокосмической отрасли

Алешинский Е.В.
МАИ, Москва

Управленческое решение-это творческое, волевое действие субъекта управления на основе знания объективных законов функционирования управляемой системы и анализа информации о жизнедеятельности системы, которая состоит в выборе цели, программы и способов деятельности коллектива по разрешению проблемы или изменению цели.

Из-за нестабильности внешней среды, особенно в последнее время из-за пандемии вируса, многие предприятия прибегают к различным управленческим решениям, что в большей степени касается авиационные компании. Управленческие решения помогут предприятиям выбраться из кризисных ситуаций. Однако, успешность управленческого решения напрямую зависит от последовательности внедряемых мероприятий. Наибольшее внимание следует уделить начальным этапам, так как от них зависит определение симптомов проблемы, соответственно, это является фундаментом управленческого решения. Так успешность управленческого решения зависит от субъекта, так как от его квалификации и опыта зависит эффективность внедряемого мероприятия. Таким образом, от повышение квалификации и, соответственно, качества принимаемых решений зависит успешность, эффективность и низкая ресурсоемкость предприятия.Самой пострадавшей от пандемии вируса Covid-19 является авиационная отрасль. Так по статистическим оценкам общий убыток данной отрасли составил $84 млрд, а упущенный доход составил $419 млрд. Поэтому для выхода из данной кризисной ситуации все авиакомпании мира предпринимают с одной стороны разные управленческие решения, но их схожесть заключается в преобразованиях в одних и тех же областях: массовые увольнения, снижение цен на авиабилеты и так далее. Подробнее проанализируем сложившуюся кризисную ситуацию в авиакомпании Аэрофлот, а так же управленческие решения принятые для увеличения дохода во время пандемии.

Начиная с 1 квартала 2020 года, Группа проводит оптимизацию доступных емкостей, сопоставляя их со спросом и запланированным расписанием полетов, однако сильнейшее снижение спроса повлияло на показатели загрузки и эффективности использования парка ВС

За шесть месяцев 2020 года Группа перевезла 12,9 млн пассажиров, что на 54,2% ниже результата аналогичного периода 2019 года; Руководство Группы приняло ряд решений, включая, помимо прочего, переориентацию воздушных судов для грузовых рейсов, снижение затрат, переговоры с арендодателями об отсрочке арендных платежей, выявление дополнительных возможностей для увеличения ликвидности и перенос ряда запланированных внутренних проектов для удовлетворения текущих требований. В настоящее время Группа договорилась с рядом контрагентов об отсрочке и реструктуризации платежей; ведутся переговоры с лизингодателями и авиастроителями о переносе поставок самолетов. Кроме того, руководство Группы ведет постоянные переговоры с Правительством Российской Федерации о возможных мерах по поддержке Группы и авиационной отрасли в целом. Во втором квартале 2020 года Группа «Аэрофлот» получила субсидию в размере 7,9 млрд рублей от Правительства РФ в качестве дополнительной поддержки ликвидности. Эта субсидия включается в прочие операционные доходы / (расходы) в отчете о прибылях и убытках и в денежный поток от операционной деятельности в отчете о движении денежных средств. В июне 2020 года Правительство РФ одобрило предоставление государственных гарантий в размере 70 млрд рублей. 30 июня и 5 августа Группа заключила долгосрочные кредитные договоры на сумму 31 млрд рублей. и 39 млрд руб. соответственно, на которые выданы государственные гарантии. Начиная со второй половины мая 2020 года спрос на авиаперелеты восстанавливается из-за частичной отмены ограничений на поездки и сезона летних отпусков, а с августа возобновления международных рейсов по ограниченному количеству направлений. Однако продолжительность и степень снижения спроса из-за COVID-19 остаются неопределенными. Несмотря на все принятые меры, финансовые результаты Группы в будущие периоды будут по-прежнему зависеть от темпов восстановления спроса на авиаперевозки в России и во всем мире. Таким образом, данные колоссальные убытки отражены в консолидированном промежуточном отчете об изменениях капитала за 6 месяцев 2020 года

Благодаря всем управленческим решениям компания «Аэрофлот» стабилизирует свое состоянии к 2021 году. Однако, на фоне второй волны эпидемии ситуация может снова обернуться неблагоприятной.

Кадровые технологии в системе управления персоналом

Алимпиева Е.С.
МАИ, Москва

Процесс адаптации часто остается в тени, хотя он объединяет процессы найма и удержания. В результате многие компании, пытающиеся найти и отобрать успешных кандидатов, теряют большинство новичков из-за несоответствия качества, и процесс начинается снова. На анализ причин обычно не хватает времени. Все можно объяснить «тотальной изменой» действующих сотрудников или низкой заработной платой в компании.

Улучшение человеческих ресурсов определяет необходимость адаптации к изменениям во внешней среде, в технологиях и технологиях, в стратегии и структуре организации, а также в развитии других видов деятельности. Развитие персонала - это комплекс организационно-экономических мероприятий в области повышения квалификации и повышения квалификации сотрудников, планирования карьеры и профессионального роста, а также организации процесса адаптации. Он направлен на раскрытие потенциала сотрудников и их способности вносить свой вклад в организацию. В современных условиях развитие персонала играет решающую роль в обеспечении конкурентоспособности компаний. Ведь современный сотрудник должен обладать стратегическим мышлением, предпринимательским духом, разносторонним образованием и высокой культурой.

Успешное решение проблемы адаптации рабочих возможно при поддержке этой работы через руководство организацией и реализацию комплекса мер, направленных на адаптацию молодых квалифицированных рабочих. Успех возможен только в том случае, если работа планируется, управляется и координируется всей компанией. Основные усилия по адаптации

нового сотрудника должны возглавить руководитель и специалисты отдела кадров организации, чтобы психологически адаптировать сотрудника в коллективе и знакомить новичков с развитием профессиональных стандартов и развитием устоявшихся традиций в коллективе.

Инновационное развитие ракетно-космической отрасли России в рыночных условиях

Андропов В.П.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Прозоров Д.Е.
МАИ, Москва

В условиях усиливающейся конкуренции на мировом космическом рынке перед Россией встает вопрос о повышении конкурентоспособности ракетно-космической сферы. С каждым годом Россия теряет завоеванные ранее позиции на мировом космическом рынке.

К основным причинам снижения конкурентоспособности можно отнести:

- Быстрые темпы роста инноваций ракетно-космической техники;
- Ежегодное снижение объема финансирования гособоронзаказа;
- Высокий уровень конкуренции на мировом космическом рынке;
- Режим санкций, введенный западными партнерами;
- Сложность выхода на мировой космический рынок;
- Отсутствие отработанных механизмов маркетинга у российской ракетно-космической отрасли;
- Забюрократизированность ракетно-космической отрасли России;
- Устаревшие производственные мощности.

В настоящее время ракетно-космическая отрасль не способна ответить всем вызовам рынка. Для решения проблем отрасли в области повышения конкурентоспособности продукции и перехода на преимущественно инновационный путь развития предлагается:

- Привлечь частные компаний к участию в отраслевых инновационных проектах и программах (в настоящее время отрасль является закрытой, поэтому частные компании имеют трудности при входе в отрасль);
- Снизить уровень бюрократии в управлении предприятиями ракетно-космической отрасли России. Быстрые темпы инноваций на мировом космическом рынке плохо сказываются на ракетно-космической отрасли страны, все из-за того, что инновационный продукт, который мог бы выйти на рынок сегодня, выходит с существенной задержкой из-за необходимости постоянных утверждений на всех этапах жизненного цикла;
- Обеспечить высокие темпы технического перевооружения предприятий ракетно-космической отрасли. Сильный износ материально-технической базы негативно сказывается на качестве, времени выхода на рынки и стоимости выпускаемой наукоёмкой продукции;
- Увеличить долю инновационной продукции, выпускаемой для реализации на мировом космическом рынке. В настоящее время основная часть продукции, выпускаемая предприятиями ракетно-космической отрасли, идет на государственные нужды. Для укрепления позиций России на рынке необходимо создавать инновационный продукт не только для собственных нужд, но и для реализации его на мировом космическом рынке.

Помимо вышеперечисленных направлений повышения инновационности ракетно-космической отрасли России остается еще достаточное количество проблем социально-экономического и политического характера. Последовательно реализуя Стратегию развития РКД до 2030 г., российская космонавтика способна вернуть былую мощь и завоевать лидерские позиции на мировом космическом рынке.

Список использованных источников:

1. Золотарева Г.И., Грязнова О.А., Захарова С.В. Инновационное развитие предприятий ракетно-космической отрасли в условиях рынка. // Сибирский журнал науки и технологий, (2), 303-307. — 2009

2. Фирулев О.В. Формирование портфеля инновационных проектов интегрированной корпоративной структуры ракетно-космической отрасли. // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2018

3. Стратегическое развитие Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года.

Импортозамещение как определяющий фактор развития российской авиационной промышленности

Артющик В.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.

МАИ, Москва

Сегодня вопрос импортозамещения в авиационной промышленности приобрел особую актуальность: российская экономика находится под влиянием кризиса, вызванного пандемией в 2020 году. Остановка рабочих циклов и смещение графика производств, сокращения занятого персонала и финансовые сложности отразились на развитии наукоемких отраслей. Всестороннее развитие программы импортозамещения может стать одним из факторов, стабилизирующих социально-экономическое положение России в целом. Разработка стратегии импортозамещения и внедрение критериев оценки эффективности позволят обеспечить технологический прогресс авиационной отрасли, загрузить ее заказами, гарантировать безопасность страны и создать десятки тысяч рабочих мест с целью ликвидации последствий мирового экономического кризиса, вызванного пандемией COVID-19.

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.

Государство имеет широкий инструментарий для реализации политики импортозамещения. В ходе исследования было доказано, что минимальный эффект приносят механизмы, направленные на ограничение внешней торговли, в то время как наибольший положительный эффект приносят механизмы, 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 т.д.

Следует отметить, что эффект от использования экономических механизмов для импортозамещения в РФ не может быть быстрым. Для достижения положительных результатов необходимо до 10 лет. Бесспорно, проводимая государством политика служит стимулом для развития отечественного производства, но при этом возникают сложности различного характера. Необходим запуск новых производственных мощностей, при этом проявляется нехватка финансовых ресурсов. На данный момент российская авиационная промышленность остается сильно зависимой от импортных комплектующих.

Список использованных источников:

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., Новиков С.В., Сазонов А.А. Импортозамещение в России, как системообразующий фактор развития авиационной промышленности // Двигатель. 2018. №3(117) — С.6–8.

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.

Подготовка востребованных экономистов
для аэрокосмической промышленности

Асеева В.А.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва

В последние годы наблюдается переизбыток подготовки в стране экономистов и управленцев. Такие выводы имеют под собой две основные причины. Во-первых, введение двухуровневой подготовки бакалавр-магистр привело к появлению множества коммерческих вузов, в которых для бакалавров экономических профилей наличие диплома о высшем образовании является лишь имиджевым фактором. Во-вторых, сокращение подготовки с пятилетнего периода до четырех лет привело к исчезновению из учебных планов объектовой направленности подготовки. Таких специалистов предприятия берут на работу неохотно, так как их многому приходится доучивать. Для наукоемких и высокотехнологичных отраслей, к которым относятся авиационная и ракетно-космическая отрасли, подготовка экономистов и управленцев без отраслевой привязки мало эффективна.

Персонал разрабатывающих и серийных предприятий стремительно стареет, а приток новых кадров минимальный. Во-первых это связано с невысокой престижностью, в том числе, из-за невысокой оплаты труда таких работников. Вторая причина связана с длительным периодом адаптации экономистов, не имеющих отраслевой ориентации. В учебных планах экономистов и управленцев непосредственно с производственной деятельностью связано мало дисциплин, которые по сути, выхолощены, так как не опираются на элементарное представление студентами конструктивных особенностей техники и технологических процессов их производства. Студент - будущий экономист или управленец, помимо получения экономических и управленческих знаний, умений и навыков должен в определенной последовательности получить знания, умения и навыки отраслевой направленности. Все это должно происходить в высшем учебном заведении при получении основной профессии. Необходимо ввести в учебные планы дисциплины общеинженерной направленности, а также знакомящие студентов с конструкцией и технологией производства основных видов техники. Тем самым, уже в университете будет обеспечена ориентация студентов на будущую работу в отраслевых организациях.

Подготовка инженерными вузами инженеров-экономистов в советское время во многом отвечала этим задачам, и такие выпускники ценились на предприятиях. Этот опыт советской высшей школы был фактически уничтожен переходом в 2009 году на двухуровневое обучение Болонской системы, введенной практически во всех европейских странах с целью сформировать на континенте единое пространство высшего образования. Для России это была попытка приобщиться к европейским образовательным стандартам, показать, что отечественные специалисты не менее востребованы в мире. Хотя доказывать было необязательно, так как уровень российской системы, например, инженерного образования всегда признавалась в мире. Однако споры о том, нужно ли было переходить на двухуровневую подготовку, не утихают до сих пор. К очевидным плюсам, обычно относят те, что талантливые российские студенты, могут получать образование в ведущих европейских университетах и далее реализовывать свои карьерные замыслы в Европе, получая дополнительный опыт. Еще одно преимущество Болонской системы – её специализация, более детальные знания в конкретных областях и возможность получать несколько высших образований. Но для России и нашей действительности данная система выглядит достаточно неорганично и имеет больше минусов, главным из которых является отбрасывание накопленного в нашей стране десятилетиями уникального опыта.

Сегодня многие представители российского образования склоняются к мысли о возвращении к советской системе образования. Целесообразно, переосмыслив, сегодняшние реалии вернуться к пятилетнему обучению экономистов и управленцев, используя добавленные 20% учебного времени, то есть фактически целый учебный год, на изучение студентами основ конструирования соответствующей техники и технологических процессов

ее производства. Эта часть подготовки должна предваряться дисциплинами общеинженерного, естественно в меньшем объеме, чем это дается для инженеров. В этой ситуации такие курсы как организация производства и организация и нормирование труда, естественно наполнятся конкретным содержанием и смыслом. Одновременно было бы логичным дополнить курсы, относящиеся к общественным наукам, материалами о зарождении и развитии отраслей, биографиях и жизненном пути наиболее ярких людей-создателей не только собственно техники, но и мощных трудовых коллективов, команд единомышленников. Как следствие, на завершающем этапе обучения будет логично вернуться к дипломным проектам, содержащим технико-технологическую часть. Таким образом, экономисты-выпускники технических вузов в большей степени получат «прикладную» производственную направленность и интегрированную инженерно-экономическую специальность. Попутно стоит предположить, что предприятия при такой организации, охотнее, чем сегодня, будут принимать студентов на все виды практик и подготовку дипломных проектов под свои конкретные задачи.

Сокращение затрат при проведении массовых мероприятий

Баранов В.Ю.
Научный руководитель — Исаев В.В.
МАИ, Москва

Ежегодно огромное количество людей является участниками мероприятий различных направленностей, для проведения которых изготавливаются уникальные средства идентификации участников, представителей средств массовой информации и обслуживающего персонала. Как правило, этими средствами идентификации являются одноразовые бейджи.

По окончании мероприятия все бейджи утрачивают свою актуальность и становятся непригодными для повторного использования. Поэтому, используемые в рамках мероприятия, устройства идентификации личности необходимо утилизировать. Таким образом, компаниям – организаторам мероприятий, необходимо, постоянно расходовать свои ресурсы не только на постоянную закупку новых бейджей, но и на их утилизацию.

Во избежание этого, было принято решение о создании концепции многоразового бейджа.

Данная концепция представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из: многоразового бейджа, прошивающего модуля, программного обеспечения под ПК и мобильные устройства, который позволит использовать средства идентификации личности непрерывно на протяжении нескольких лет.

Основой бейджа является многоцветная электронная бумага (e-ink), способная отображать информацию, не требуя при этом элементов питания – это позволит не только созранить массо – габаритные показатели, схожие с показателями обычного бейджа, но также позволит сократить затраты, на элементы питания.

Для обеспечения защиты от внешних физических воздействий, а также для удобства эксплуатации устройства, необходим изготовить корпус из легких, удобных в эксплуатации, а также неподверженных временным воздействиям, материалов.

Бейджи проектируется для многократного использования в различных условиях, поэтому необходимо определить сможет ли E-ink дисплей использоваться в таких условиях с сохранением следующих характеристик:

- Скорость перезаписывания изображения;
- Целостность пикселей экрана;
- Сохранение цветности изображения
- И других характеристик, влияющих на качество отображения информации.

Для установления срока службы бейджа, принято решение о проведении ускоренных испытаний на: УФ излучение, повышенную/пониженную температуру и влажность, удар и вибрацию. Составлена методика и запланировано проведение испытаний.

Принято решение проводить испытания как экранов без корпуса, так и имитаторов бейджей (экранов меньшего размера, помещенных в корпус).

Анализ альтернативных источников финансирования инвестиционного проекта на предприятии авиационной отрасли

Бокова И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Степнова О.В.
СФ МАИ, Ступино

Сегодня отрасль авиационной промышленности является одной из наиболее перспективных и развиваемых отраслей России. В конструкциях летательных аппаратов пассажирского, транспортного, военного и специального назначения применяются изделия из специальных сталей и алюминиевых сплавов, производимых АО «Ступинская металлургическая компания».

Цель данного исследования заключается в анализе источников финансирования инвестиционного проекта по приобретению нового оборудования посредством: целевого финансирования за счет государственных средств, выделенных предприятию в рамках федеральной целевой программы; кредитования и лизинга.

В качестве инвестиционного проекта выступает приобретение АО «Ступинская металлургическая компания» нового высококачественного оборудования, повышающего уровень механизации и автоматизации производства, энерго- и топливосберегающей техники - плавильной печи для производства жаропрочных никелевых сплавов вакуумной выплавки, используемых при изготовлении деталей для самолета.

Финансирование из бюджета выгодно за счет получения максимальной прибыли при наименьших затратах, однако зависит от целевой программы государства, которая может поменяться. Кредитование и лизинг требуют выплаты процентов, однако в первом случае оборудование будет числиться на счету предприятия, во втором – на счету лизингодателя.

Таким образом, в ходе исследования были сделаны следующие выводы: наиболее привлекательным является покупка оборудования путем реализации государственной поддержки предприятию, однако стоит учитывать также возможные риски, связанные с политикой государства.

Методология проекта

Бочкун А.И., Татьянин А.В.
МАИ, Москва

Любое современное предприятие, в независимости от сферы своей деятельности на конкурирующем рынке, в наше стремительно меняющееся время, должно быть способно к постоянному росту и развитию, а также, весьма быстрой адаптации под интенсивно меняющиеся внешние условия ведения хозяйственной деятельности. Условия эти становятся все более жёсткими, а решения должны быть все более гибкими.

Поэтому приспособляемость, адаптируемость в наше время – это основной ключ, как к успешному развитию различных субъектов хозяйствования, так и в целом к их выживанию.

Сегодня решение каждой возникающей бизнес-задачи можем рассматривать как проект, который приведёт к возникновению уникальных изменений. При этом, проект реализует конечную цель при наличии ресурсных и временных ограничениях, что требует от каждой организаций обязательного применения специальной методологии процесса управления проектами. В значительном количестве случаев, современные энергосберегающие проекты являются обширными и комплексными, со сложными планами реализации, масштабные с охватом не только конкретных предприятий, но и целых городов и даже регионов.

Поэтому в методологии проектного управления проблема управления рисками в энергосбережении актуальна для большинства реализуемых предприятиями данной отрасли проектов.

Особенную важность управление рисками приобретает в условиях проявления разного рода глобальных и национальных кризисов в экономике Внимание управлению проектными рисками уделяется с целью избежание негативных последствий рисков и ощутимой максимизации эффективности проекта.

В настоящее время существует много методологий управления проектами, важной составляющей которых являются разделы по управлению рисками. Поэтому для того, чтобы выбрать наиболее подходящий методический инструментарий, к условиям разработки и реализации определенных категорий проектов необходимо понимать особенности и различия методологий управления, как самими проектами, так и рисками в них.

В процессе выбора подхода к управлению проектами и рисками в конкретно взятой компании стоит учитывать, что сегодня есть огромный выбор методологий, основанных на серьезных исследовании и обобщении лучших проектных практик, формализованных в известных международных и национальных ассоциациях по управлению проектами, в форме стандартов, а также сформировался достаточно зрелый рынок специальных инструментов — ИТ-приложений для управления проектами (портфелями) проектов, как традиционных, так и развертываемых в облаках

Для понимания особенности реализации проекта и специфику проектного управления в энергетических компаниях, необходимо сперва дать определение проекту. Несмотря на то, что сам термин «проект», равно как и «управление проектами» прочно, и сравнительно давно вошли в нашу обыденную жизнь, не существует ещё однозначного общепринятого толкования этих терминов.

В российском энергетическом менеджменте под проектом понимается определённая совокупность, комплекс задач и соответствующих действий, имеющие такие отличительные признаки: чёткие конечные цели, взаимные связи ресурсов и поставленных задач, определённые временные сроки (начала и окончания работ по проекту), степень новизны условий и целей реализации проекта, неизбежность разнообразных личностных конфликтных ситуаций внутри и вокруг выполняемого проекта.

Для обеспечения своевременного и успешного выполнения проектов компаниям необходимо создавать или развивать корпоративные системы управления проектами – механизмы и методологии позволяющие «поставить на поток» все процессы управления проектами по основным функциональным областям, и в том числе в части рисков, что позволит гарантировать эффективное достижение всего спектра целей проектов.

Итак, внедрение проектного менеджмента в практику предприятий различных сфер бизнеса позволяет значительно экономить бюджеты реализуемых проектов, время их исполнения, повышать качество выполненных работ.

Современные интернет-технологии для решения маркетинговых задач высокотехнологичных предприятий

Ванжула А.В.
Научный руководитель — Буланцева Л.В.
МАИ, Москва

Современный уровень развития Интернет открывает широкие возможности для повышения эффективности маркетинговой деятельности предприятий и организаций любых форм собственности, размеров, направлений деятельности, в том числе для высокотехнологичных предприятий авиационной и ракетно-космической отрасли. Для этого активно используются интернет-технологии.

Под интернет-технологиями, в рамках рассматриваемой темы, будем понимать совокупность приемов, инструментов и средств для создания, поддержки и использования информационных ресурсов и сервисов сети Интернет для решения маркетинговых задач предприятия.

К информационным ресурсам, использование которых влияет на эффективность маркетинговой деятельности можно отнести: веб-сервера; облачные хранилища; гипертексты; сайты; интернет-магазины; страницы в социальных сетях: сервисы для мониторинга посещений сетевых ресурсов и определения уровня состояния информационного поля компании; электронная почта и мессенджеры; форумы; блоги; чаты; платформы для он-лайн конференций и специально организованных мероприятий; сетевые новости; энциклопедии; списки рассылки; World wide web (WWW); и др.

Авиастроительные предприятия активно их используют для решения множества задач в рамках маркетингового управления предприятием: проведение маркетинговых исследований, ситуационного анализа и маркетинговой разведки; поиск рынков сбыта; совершенствование производства, распределения и продвижения товаров; подбор персонала; взаимодействие с покупателями и другими стейкхолдерами; популяризация имиджа, формирование и укрепление положительной репутации.

Для исследования внешней среды авиапредприятия могут пользоваться различными ресурсами и инструментами сети Интернет. Так, в открытых источниках – на корпоративных сайтах, содержатся сведения о покупателях.

Оценка текущего состояния организации, её потенциала и стратегии развития основана на данных о ресурсах, представленных на специализированных сайтах, где публикуется вся информация о финансовом состоянии организации.

Информация о кадровом резерве размещается на веб-страницах авиационных предприятий, а также на сайтах по трудоустройству.

Чтобы сохранять конкурентоспособность высокотехнологичная организация должна осуществлять мониторинг способов и результатов деятельности конкурентов. Для этого используются данные из специализированных средств массовой информации, каталогов, отраслевых порталов, справочников и форумов.

Сегодня функционирование любого предприятия в глобальной информационной сети невозможно представить без корпоративного сайта. Он является важным инструментом интернет-маркетинга, позволяющий компании правильно позиционировать себя в сети, повысить узнаваемость компании, продемонстрировать её конкурентное преимущество и финансовую устойчивость. Эта интернет-технология выступает в роли коммуникационного канала, предоставляющего необходимую информацию потенциальным покупателям и партнёрам. Сайт направлен на формирование у целевой аудитории положительного образа организации (имиджа и репутации), что способствует увеличению объёмов продаж и дохода предприятия.

Каждый веб-сайт авиапредприятий содержит информацию о социальных сетях, в которых у них есть свой аккаунт.

Социальные сети – это современный, часто используемый сегодня, действенный механизм решения рекламных и других маркетинговых задач. Анализ активности в социальной сети может дать подробные сведения о подписчиках, популярности авиапредприятия, обеспечить постоянную обратную связь с аудиторией. Самолётостроительные организации могут использовать социальные сети для привлечения молодого производственного персонала. Кроме того, у предприятий есть стимул в развитии в социальных сетях: при наличии большого количества подписчиков организации получают дополнительный доход, связанный с увеличением рекламных заказов. Это позволяет увеличить число партнёров и заказчиков, расширить круг лиц, интересующихся компанией и следящих за её развитием.

Таким образом, применение современных интернет-технологий в маркетинговой деятельности, на сегодняшний день, является обязательным условием для обеспечения прибыльности и известности высокотехнологичного предприятия. От уровня знаний о веб-технологиях и навыков их применения в сети Интернет зависит качество реализации маркетинговых программ, влияющих на конкурентоспособность авиастроительной организации.

Список использованных источников:

1. Домокурова М.О. Значение Интернет-сайта для маркетинговой деятельности авиапредприятия // Научный вестник МГТУ ГА. 2011. №114.

2. Марасанов Л.О. Современные информационные технологии в работе авиационного эксплуатационного предприятия // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. №201.

3. Шапа Н.Н., Лобань А.А. Интернет-маркетинг, как инструмент развития современного предприятия // Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. 2014.

Роль маркетингового позиционирования самолета МС-21 при его продвижении на внешний рынок

Водолажченко К.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калугина Г.А.
МАИ, Москва

Одним из новых направлений развития российского авиастроения выступает проект по созданию гражданского пассажирского самолета МС-21. Среднемагистральный пассажирский самолет МС-21 ориентирован на сегмент массовых перевозок на воздушных линиях, где сегодня доминируют самолеты семейств B-737 и A-320. Конструкция МС-21 имеет конкурентные преимущества за счет широкого использование передовых технологий в области двигателестроения, аэродинамики, установки самолетных систем последнего поколения. В настоящий момент для нового отечественного гражданского пассажирского самолета МС-21 проблема грамотного вывода его на рынок является наиболее актуальной. В этой связи предлагается рассмотреть комплекс мероприятий, необходимых для продвижения самолета МС-21.

Прежде всего, нужно провести исследование внутреннего и внешнего рынка, с последующей сегментацией и выбором целевых сегментов. Эта задача подразумевает необходимость формирования системы критериев сегментации, а также тщательного изучения требований авиакомпаний к перспективной авиатехнике. Одним из важных направлений при выборе целевых рынков является детальное исследование международного рынка с точки зрения политических, экономических, социально-демографических и прочих аспектов, что может быть реализовано путем применения инструмента стратегического управления – PEST анализа.

Вывод изделия на рынок требует оценки его конкурентоспособности, т.е. конкурентных позиций в выбранных целевых сегментах.

Для определения конкурентного преимущества самолета и формирования системы маркетинговых мероприятий необходимо грамотное позиционирование на каждом из сегментов в соответствии с требованиями авиакомпаний - эксплуатантов. Позиционирование как логическое продолжение сегментации предполагает обоснованный выбор способа позиционирования и системы критериев дифференциации своего изделия от аналогов конкурентов.

Для определения позиции МС-21 предлагается построение карт восприятия и выбора из нескольких вариантов того, который максимально отражает конкурентные преимущества российского самолета по сравнению с самолетами семейств B-737 и A-320.

Логическим завершением процесса позиционирования выступает закрепление выбранной позиции при помощи маркетинговых инструментов. Это подразумевает грамотное формирование товарной, ценовой, сбытовой и коммуникационной политики.

Современное состояние авиационного страхования России

Войнов С.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сивоплясова С.Ю.
МАИ, Серпухов

Авиационное страхование представляет собой страхование рисков, связанных с эксплуатацией авиационной и космической техники. Сегодня, в условиях нестабильной экономической ситуации в мировой экономике, авиационный бизнес в разной степени испытывает трудности во всем мире. Международные перевозчики покупают все более дорогие и вместительные самолеты для своего флота. При этом уровень аварийности остается на прежнем уровне, а сумма компенсационных выплат постоянно увеличивается [3].

Анализируя данные российского регулятора страхового рынка за последние десятилетие, объем рынка авиационного страхования в России в течение последних лет находится примерно на одном уровне: в диапазоне 12,2–12,5 млрд. рублей. Рост в 2014–2015 и 2018–2019 годах объясняется изменением курса рубля к доллару, ведь риски авиакомпаний

рассчитываются в целях страхования в долларах. Отметим также, что 2019 год для отрасли закончился убыточно (14,8 млрд. руб. премии против 14,9 млрд. руб. убытков) [2]. Среди положительных моментов следует заметить, что не было убытков в секторе страхования вертолетов, бизнес-авиации, региональных перевозок.

Начиная с февраля 2020 года, человечество столкнулось с эпидемией пневмонии, вызванной коронавирусом COVID-19 [4]. Введенные меры по замедлению и распространению данной инфекции негативно сказались на экономических процессах во всем мире. Отрасли экономики, занятые оказанием услуг населению пострадали больше всего. В числе пострадавших оказалась и гражданская авиация. Практически все авиакомпании мира сокращают свою деятельность, терпя колоссальные убытки. В этой связи гражданская авиация и практически все ее предприятия несут потери в выручке.

Страховым организациям также приходится менять линию поведения. Группы самолетов, находящихся на стоянке в аэропортах также представляют опасность для страховщиков «авиационного терроризма», поскольку они являются гораздо более крупной и легкой целью для террористических атак [1]. Ведущие страховщики отказываются от возобновления некоторых видов деятельности, в частности, от проблем, связанных с самолетами «незападного» производства и более старыми самолетами. Цены на авиационное страхование снижались в течение многих лет из-за улучшения показателей безопасности полетов и острой конкуренции. Но в текущей ситуации, они стремятся повысить ставки как минимум на 20–25%.

Все вышеописанные меры направлены на выживание страховых организаций. Сохраняется риск того, что многие страховщики не смогут достаточно долго ждать окончания кризиса и им придется перепрофилировать свою деятельность. Вместе с тем, постепенное снятие карантинных ограничений на внутренние и внешние перелёты будет способствовать восстановлению рынка авиастрахования, поскольку авиакомпании постепенно начнут наращивать темпы перевозок. И для осуществления перевозок граждан и грузов, необходимо должное страховое покрытие согласно национальному законодательству.

Проанализировав существующую систему авиационного страхования, можно отметить, что она испытывает негативные последствия из-за проблем, существовавших на рынке до истории с COVID-19, а ограничение экономической активности в 2020 г. только усугубило ситуацию.

Если рассматривать состояние рынка до начала пандемии, то повышение тарифа, а, следовательно, стоимости страховых услуг, повлияло бы на соотношение спроса и предложения и вернуло бы страховой рынок к равновесию. Сейчас такие меры не смогут в должной мере исправить ситуацию, так как доход страховщику не поступает в силу отсутствия у авиакомпаний и авиа эксплуатантов средств на выплату страховых премий.

Таким образом, все участники рынка авиационного страхования, а именно страхователи и страховщики, нуждается в поддержке, поскольку развитие авиационного страхования зависит от деятельности авиационного сектора, а развитие авиационного сектора в значительной мере зависит от развития страхования в данной области.

Список использованных источников:

1. Влияние коронавируса на авиационное страхование: Gallagher // Страхование сегодня. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.insur-info.ru/press/154692/ (05.02.2021).

2. ЗАО Медиа-Информационная Группа «Страхование сегодня» (МИГ). // Официальный сайт. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.insur-info.ru (19.01.2021).

3. Итоги 24-й Ежегодной Конференции РААКС «Актуальные вопросы страхования авиационных и космических рисков» // Официальный сайт РААКС. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://raaks.ru (15.02.2021).

4. COVID-19. By the end of May, most world airlines will be bankrupt // отраслевой портал Centre for Aviation (CAPA). — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://centreforaviation.com/analysis/reports/covid-19-by-the-endof-may-most-world-airlines-will-be-bankrupt-517512 (27.01.2021).

Реклама и её влияние на потребителя

Герасимова Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Губанова С.Е.
МАИ, Москва

Современная реклама - является важным элементом социокультурной коммуникации и также важным элементом культуры в целом. В социокультурном аспекте понятие реклама - информация, создаваемая общественными институтами, влияющая на массовое сознание людей, изменяя его, и интегрируя под общественные рамки рамки.

Реклама представляет особую форму коммуникации. Процесс коммуникации информирует о событиях и фактах общественной жизни, руководит процессом общения, а также развивает связи между людьми, оказывает разностороннее воздействие на человека, его поведение, представления и оценки.

Реклама динамично формирует образ жизни общества, внедряя в сознание новые ценности. В её основе лежит коммерческая информация, социальная, политическая, мировоззренческая, и др. Она создает образы, убеждает потребителя в необходимости купить тот или иной продукт, незаметно и эффективно формируя у него желание приобрести рекламируемый товар. Исследователь М. Маклюэн считал, что реклама‑это спрессованный образ современности.

Оказывая опосредованное воздействие на формирование мнений и поведение людей, общественное сознание, реклама проявляется с помощью межличностного общения, которое производит маркетинговые идеи в более доверительной форме обмена личным опытом, через массовые представления, которые приняты в обществе - нормы, традиции, стереотипы.

Реклама представляет собой продуманный и научно-организованный механизм, она повсеместно сопровождает человек, влияя на жизнь и эмоции общества. Порой она предлагает ему ненужную вещь, а порой помогает сделать правильный выбор.

Я считаю, что общество развивает рекламную деятельность, а рекламные технологии развивают уровень социально-экономического развития общества, в связи с этим роль рекламы в жизни современного общества будет, несомненно, только увеличиваться.

Особенности антикризисного управления в авиакомпании ПАО «S7Airlines»

Гераскина Ю.Н.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Путятина Л.М.
МАИ, Москва

Антикризисное управление является сложным процессом, включающим в себя предвидение возможности возникновения кризисной ситуации, выявление кризиса и анализ симптомов его возникновения.

В настоящее время и в России, и в мире практически все компании находятся в кризисной ситуации, которая будет отступать достаточно длительный период времени.

Необходимость антикризисного управления очевидна. Особенно это касается сектора экономики, связанного с авиаперевозками, деятельность которых в значительной степени зависит от возможности их проведения. К сожалению, это коснулось как крупных компаний, так и средних, и мелких. Однако глубина кризиса зависит от самой компании и ее возможностей восстановить экономическую устойчивость.

Антикризисное управление сегодня применяется на российских компаниях, хотя и не на всех и не всегда в полном объеме. Процессы антикризисного управления имеют следующие характерные черты:

1. необходимость в мобильности принятия управленческих решений;
2. своевременность и оперативность в принятии решений;
3. оценка альтернативных вариантов действий, а также последствий принятия решений.

В основе антикризисного управления на авиапредприятии лежит практика реструктуризации компаний в связи со сложившимися условиями.

Необходимо отметить, что рынок авиаперевозок является в значительной степени зависимым от состояния внешней экономической среды. На него оказывают влияние как объективные факторы общего кризиса в стране, так и субъективные факторы, связанные с запасом финансовой устойчивости, приобретенной за предыдущий период времени.

Компания «S7Airlines» - одна из наиболее значимых не только на внутреннем рынке страны, поскольку обслуживает три крупных авиаузла (Москва, Новосибирск, Иркутск), но и внешнем рынке, осуществляя авиасообщение со странами Европы, Южной Азии, Ближнего Востока и многих других.

Самым мощным конкурентом авиакомпании «S7Airlines» остается «Люфтганза».

С целью совершенствования процессов по преодолению кризисной ситуации в авиакомпании необходимо предложить следующие рекомендации: сконцентрировать свои усилия на внутреннем рынке; для повышения обеспечения конкурентоспособности продукта необходимо разработать и реализовать программу по повышению качества облуживания на борту; особое внимание авиакомпании стоит уделить инновационной деятельности, и гибкой ценовой политики.

Реализуя инновационную программу, авиакомпания увеличит количество пассажирских перевозок в 4-5 раз, что позволит занять позицию на рынке авиаперевозок с долей рынка 30%.

Для реализации указанных мероприятий необходимо выбрать правильную стратегию восстановления и дальнейшего развития.

Список использованных источников:

1. Бараненко С.П. Антикризисное управление - М.: Москва, 2014. — 316 с.
2. Большаков А. С. Антикризисное управление на предприятии. Финансовый и системный аспекты. — М.: СПбГУП, 2016. — 488 с.
3. Коротков Э.М. Антикризисное управление / Э.М. Коротков. — М.: ИНФРА-М, 2016. — 147 с.

Российский рынок труда в условиях пандемии COVID-19

Головинова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва

COVID-19 и связанные с ним ограничения негативно отразились на рынке труда в России. Рост безработицы- одно из последствий пандемии 2020. Осенью 2020 года было насчитано 3 600 000 зарегистрированных безработных. [2]

В каждой стране уровень безработицы зависит от множества факторов. Во многих зарубежных государствах заработная плата не снижается ни при каких обстоятельствах. В России заработная плата сразу же реагирует на каждый кризис. Во время первой волны пандемии пособие по безработице было увеличено. Вследствие большой процент людей зарегистрировались как безработные и начали получать пособие от государства. Технология измерения безработицы стала другой и перестала иметь всякое значение, была утеряна общая картина. Безработный — это человек, который удовлетворяет следующим условиям: у него не должно быть никакой оплачиваемой работы, он должен находиться в активном поиске работы, он должен быть готов к ней приступить в любой момент. Неисполнение одного из трех условий не разрешает человека назвать безработным. Во время локдауна большинство людей не могли активно заниматься поисками работы, так как им не разрешалось выходить на улицу, и даже если бы они оказались за пределами дома, им просто некуда было бы идти, потому что всё было закрыто. Таким образом, можно сделать вывод, что в России изменился принцип измерения и изменилось поведения людей при поиске работы. [3]

В многочисленных рассуждениях о постпандемийном рынке труда появляется определение мобильности. Если в стране начнутся массовые изменения, то это может привести к глобальной смене профессий. Встает вопрос о том, готовы ли российские люди менять свой статус на рынке труда: есть мнение, что российский человек считается

немобилен. Однако, если взглянуть на статистику, можно увидеть обратное. В России показатель мобильности очень высокий —20% — и уступает лишь США и Канаде. Имеется и другой показатель. Если обратиться к справочнику Росстата «Труд и занятость в России», то можно увидеть, что большинство российских фирм ежегодно увольняют и нанимают приблизительно 30% людей, а в розничной торговле эта цифра превышает 50%. Следовательно, российский рынок рабочей силы был активен и до Covid-19. [4]

Работодатели говорят, что к 2025 году в следствие роботизации исчезнет 85 млн рабочих мест, однако больше новых рабочих мест появится — 97 млн. ВЭФ считает, что Российская Федерация будет идти в ногу с мировыми тенденциями роботизации и автоматизации рынка труда. 80,6% опрошенных российских компаний планируют или уже предоставили возможности внедрения технологий для работы в удаленном режиме. Столько же — 80,6% — намерены ускорить цифровизацию рабочих процессов. Короновирус ускорил темпы развития цифровизации бизнеса. На пике сейчас оказались отрасли информационных технологий, развитие которых может дать стимул российской экономике. [4]

Список использованных источников:

1 Доклад об экономике России № 43 Россия. рецессия и рост во время пандемии. 30.06.2020 г.

2. Международная организация труда. Кризис в сфере занятости углубляется, а выход рынка труда из кризиса отличается неуверенностью и не будет полным, предупреждает МОТ. URL: https://www.ilo.org/moscow/news/WCMS_749584/lang--ru/index.htm (дата обращения 05.02.2021)

3. Центр экономики инфраструктуры. Влияние пандемии на рынок труда, энергетики, сельскохозяйственную и пищевую отрасли. 04.09.2020. URL: https://infraeconomy.com/vliyanie-pandemii-na-rynok-truda-energetiki-selskohozyaystvennuyu-i-pischevuyu-otrasli (дата обращения 05.02.2021)

4. Управление персоналом на предприятиях авиационной промышленности: монография / А. И. Тихонов, А. А. Михайлов, М. А. Федотова. — Москва: Знание-М, 2021. — 179 с.

Специфика и сложности приобретения агрегатов для авиационных двигателей РД-33МК

Гордуков Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Захарова Л.Ф.

МАИ, Москва

РД-33МК – турбореактивный двухконтурный двигатель с форсажной камерой, устанавливаемый на истребители аэродромного базирования МиГ-29М/М2, МиГ-35, а также на палубные МиГ-29К/КУБ.

Разработчиком авиационного двигателя (АД) является АО «ОДК-Климов», в настоящее время выполняющее конструкторские доработки двигателя РД-33МК, серийное производство налажено на АО «ММП имени В.В. Чернышева».

Одним из ключевых факторов для исполнения контрактных обязательств по выпуску и ремонту авиадвигателей является своевременное снабжение производства и сборочных комплексов агрегатами, в том числе топливно-регулирующей и электронно-регулирующей аппаратурой. Спецификой, создающей сложности в этой области, являются такие особенности по приобретению агрегатов для авиационных двигателей РД-33МК, как:

• Минимальная конкуренция среди заводов-изготовителей тех или иных агрегатов;

• Ежегодные разногласия с поставщиками по договорным условиям при заключении договоров или спецификаций и порядка ценообразования продукции;

• Отсутствие складских запасов у заводов-изготовителей в связи с ограниченным сроком хранения изготовленной продукции ввиду технологических особенностей изделий;

• Требования инозаказчиков по дате выпуска комплектующих изделий для сборки авиадвигателя;

• Особенности климатических условий стран инозаказчиков;

• Требования к ресурсным показателям двигателей;

Ключевым в МТС производства АД является организация договорной работы и ценообразование на продукцию поставщиков. В настоящее время регламент по договорной работе АО "ОДК" предусматривает такие виды соглашений как, рамочный договор или договор на разовую поставку. Однако при каждом инициировании процедуры согласования нового договора возникают разногласия, которые устраняются путём продолжительных переговоров. При этом основные риски ложатся на покупателя, так как из-за продолжительных переговоров затягивается срок подписания договора, который в первую очередь необходим покупателю ввиду того, что сроки изготовления продукции или выполнения работ поставщиком исчисляются с даты подписания договора или даты авансирования по договору. Таким образом на покупателя ложится задача урегулировать разногласия в максимально короткий срок во избежание переносов сроков изготовления и поставки, что может привести к дефициту на производстве.

В связи с этим отделу комплектации Дирекции по материально-техническому снабжению (МТС) предприятий АО "ОДК" необходимо:

• Чётко планировать и заблаговременно размещать заказы на аппаратуру АД с учётом перечисленных особенностей;

• Поддерживать обменный фонд агрегатов для избежание накладок в случае получения изделий от поставщиков с наличием недоработок или брака;

• Рассчитывать объём приобретаемой продукции с учётом запаса для перетекающих периодов: конец текущего года-начало следующего.

При соблюдении указанных действий по устранению проблем в МТС производства АД складские запасы покупателя будут иметь необходимый уровень и сроки хранения, позволяющие применять их в случае увеличения плана производства и работать на опережение. По данной схеме налажена работа на АО "ММП имени В.В. Чернышева".

Список использованных источников:

1. Официальный сайт АО «Московское машиностроительное предприятие им. В.В. Чернышева», http//www.avia500.ru.

2. Регламент договорной работы АО «Московское машиностроительное предприятие имени В.В. Чернышева» (редакция 5) Приказ №988 от 22.09.2020.

3. Стандарт предприятия СМК СТП 550.5048-2017

Составляющие социально-экономического эффекта от внедрения систем экологического менеджмента на производственных предприятиях аэрокосмической отрасли

Десна В.А.

Научный руководитель — к.э.н. Галкина Е.Е.

МАИ, Москва

Глобальные проблемы современности сопровождаются значительным ростом экологических проблем, связанных с неэффективным использованием природных ресурсов, выбросами вредных веществ на поверхность Земли, деградацией экосистем, потерей природного разнообразия. Ухудшение состояния окружающей среды, неизбежно ведет к ухудшению качества жизни и здоровья людей. В создавшихся условиях необходимо гармонизировать систему "Природа-Общество-Человек". Одним из путей решения экологических проблем является внедрение в практику работы предприятий систем экологического менеджмента, разрабатываемых в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Следование рекомендациям стандарта позволит предприятиям улучшить экологические показатели и достичь целей устойчивого развития предприятия и государства.

Для предприятий авиационного комплекса внедрение СЭМ имеет важное значение, так как она входит в Систему менеджмента безопасности авиационной деятельности, а

безопасность и надежность производимой предприятием техники имеет очень важное значение для общества.

Внедрение СЭМ позволит предприятиям: системно анализировать проблемы, возникающие в процессе работы предприятия, выявлять возможные угрозы, связанные с загрязнением окружающей среды; повысить вовлеченность в работу по ООС руководства и персонала, добиться высокого уровня ответственности за результаты работы предприятия в экологическом направлении; добиться совершенствования системы менеджмента предприятия и его подходов к решению экологических проблем, более эффективно планировать природоохранные мероприятия и учитывать экологические требования в процессе стратегического планирования предприятия, снизить непроизводительные расходы, укрепить позиции предприятия на рынке, улучшить репутацию компании и получить доверие заинтересованных сторон, снизить риски возникновения аварийных ситуаций.

Одновременно внедрение СЭМ позволит получить социальный результат, выражающийся в улучшении качества жизни населения, сохранении здоровья и снижении заболеваемости населения и работников предприятия, улучшении условий труда, снижении производственного травматизма, улучшении экологических характеристик производимой техники.

Эти положительные факторы внедрения СЭМ приведут к улучшению экономических показателей работы предприятий аэрокосмической отрасли:

• Повышению производительности труда и увеличению объема выпуска продукции;

• Эффективному использованию и экономии сырья и материалов;

• Снижению количества выбросов, сбросов, отходов и соответственно природоохранных платежей;

• Снижению вероятности возникновения аварий и соответственно, затрат на ликвидацию их последствий;

• Уменьшению непроизводительных расходов.

Также внедрение СЭМ позволит продемонстрировать финансовую устойчивость и привлечь инвесторов и новых партнеров за счет демонстрации своей социальной ответственности.

Проблемы формирования человеческого капитала авиационной отрасли

Заболотникова М.А.
Научный руководитель — доцент, Еропкин А.М.
МАИ, Москва

Становление и прогресс авиационной промышленности несет в себе многостороннее развитие российской экономики. Благодаря подъему и расширению данного сектора промышленности, происходит созревание предпосылок для повышения эффективности от авиастроения до целого ряда непосредственно связанных отраслей, если точнее: станкостроение, металлообработка, радиоэлектроника и создание средств связи, разработка конструкционных материалов и химических веществ, двигателестроение. Кроме того, трансфер создаваемых в отрасли технологий способствует разработке и применению новых технологических решений в целом ряде других отраслей: судостроении, автомобильной индустрии, энергетике и так далее.

Серьезное значение имеет тренд на усиление международного взаимодействия. Предприятия гражданского сегмента российской авиационной промышленности активно участвуют в международном объединении, что объясняется ростом технологической сложности проектов и капиталоемкостью авиационных программ.

Технологический прогресс создает новые запросы в формировании компетенций кадрового персонала. Процесс изменения технологий должен сопровождаться им непрерывным обучением персонала. Это нужно для наращивания человеческого капитала, который состоит из умений, знаний и интеллекта человека. Не вкладываясь в сотрудников,

авиапром, как и другая быстроразвивающаяся технологическая отрасль, будет терять свои показатели эффективности, так как человеческий капитал – это результат хозяйственной деятельности, которая требует в себя вложений. Производительность данного капитала приводит к увеличению эффективности работы производства, увеличению заработка работников, а также увеличению ВВП государства.

Для успешного формирования авиапрома необходимо обратить внимание не несколько факторов:

1) Сформированные новые технические компетенции и постоянный кадровый состав. Персонал должен обладать современным набором компетенций и высоким уровнем знаний, умений, навыков широкого диапазона, высокой мотивацией.
2) Опыт реализации продукции в соответствии с мировыми тенденциями.
3) Организация более совершенной системы сбыта готовых изделий.
4) Комплексное использование новых материалов, технических решений, технологий, диверсификация производства.
5) Эффективность затрат и устойчивость финансового положения.

Следует постоянно помнить о наукоемкости отраслевого производства, то есть большой доли НИР и ОКР. Все это предъявляет высокие требования к количественным и качественным показателям системы управления человеческим капиталом.

Человеческий капитал, его качество сегодня является главным ресурсом любого предприятия и, особенно, таких отраслей, как авиационная и ракетно-космическая.

Поэтому в настоящее время, в числе проблем, сдерживающих развитие — некоторый дефицит, в том числе за счет естественного выбытия, квалифицированного персонала — инженерно-технических работников, а также специалистов с более высоким уровнем квалификации, таких как конструкторов и технологов, от которых напрямую зависят параметры и функциональность авиационной техники, а также профессионалов, обладающих навыками в области системного инжиниринга, проектного управления, маркетинга продукции. В высокотехнологичных секторах российской экономики возникают новые профессии, что требует формирования новых компетенций, часто находящихся на стыке отраслей. Ослабление человеческого капитала снижает конкурентоспособность предприятий высокотехнологичных отраслей.

В программе «Развитие авиационной промышленности» правительством сформулирован ряд целей, определяющих условия роста качества человеческого капитала в сфере авиационной науки и технологиях на 2013-2025.

Исходя из изложенного, актуальной становится необходимость инновационной модернизации образовательного процесса на этапе, как теоретической, так и прикладной подготовки, и прежде всего внедрение для обучения персонала предприятий интернет систем с использованием виртуальной среды для проведения очных удаленных занятий. В процессе обучения происходит наращивание человеческого капитала, раскрытия потенциала каждого работника. Это воплощается в разработке новых видов товаров и услуг, новых видов обслуживания, продвижение товаров на новые рынки. Система обучения на производстве должна отталкиваться от необходимости постоянной модернизации производства «трансформирующееся обучение». Образовательный процесс на самих предприятиях должен органически сочетаться с пополнением коллективов, работающих выпускниками соответствующих средних специальных и высших учебных заведений.

Объединяющая задача – построение образовательного процесса на триединой основе, оптимальное сочетание учебного процесса, научных исследований и воспитательного процесса.

К вопросу об оценке экономической эффективности многоразовых возвращаемых аппаратов

Закатаев Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Гязова М.М.
МАИ, Москва

Экономическое обоснование эффективности использования возвращаемых аппаратов класса “несущий корпус” особо актуальна в современных условиях. Над созданием перспективных возвращаемых космических аппаратов, в настоящее время активно работают российские и зарубежные ученые. В 2022 году ожидается начало эксплуатации многоразовых возвращаемых аппаратов класса “несущий корпус”, которые наиболее экономически выгодны (дешевле) в обслуживании и с более длительным жизненным циклом, чем капсульные аппараты, используемые в настоящее время для доставки полезного груза на международную космическую станцию.

Для обеспечения паритета в области многоразовых аппаратов целесообразно своевременное начало работ по аналогичному аппарату в России. Необходимо проведения сравнительного анализа транспортно-технического обслуживания орбитальной станции с помощь одноразовых и многоразовых транспортных кораблей при выведении их с помощью частично-многоразовых ракет-носителей.

В качестве новизны исследования видится разработка методики оценки экономической эффективности использования возвращаемых космических аппаратов с учетом заданных удельных технических характеристик на ранних этапах жизненного цикла изделия по весу, объему, длительности жизненного цикла, интервалам межполетного обслуживания, периода (частоты) использования, точности диапазонов приземления. Главной задачей исследования является разработка методики оценки экономической эффективности использования возвращаемых космических аппаратов с учетом заданных удельных технических характеристик на ранних этапах жизненного цикла изделия.

Целью исследования является разработка методики оценки экономической эффективности использования возвращаемых космических аппаратов с учетом заданных удельных технических характеристик на ранних этапах жизненного цикла изделия.

Повышение эффективности деятельности авиакомпании «Dexter» на основе управленческих решений

Зубцова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва

Важным этапом работы на предприятии является поиск путей повышения эффективности труда работников, разработка организационно - технических мероприятий по эффективному использованию техники и рабочей силы, так как эффективность работы организации, на сегодняшний день, во многом определяется эффективностью работы персонала управления.

Принятие правильного управленческого решения на основе экономического анализа – важнейшая задача менеджера, поэтому необходимо знать и применять на практике теоретические знания управленческой экономики.

Авиакомпания «Dexter» — бренд, под которым акционерное общество «Авиа Менеджмент Груп» оказывает услуги воздушных перевозок на территории РФ.

Специализация компании — доставка пассажиров в пункты назначения в формате воздушного такси на расстояния до 2000 км, осуществление нерегулярных бизнес-рейсов повышенной комфортности, оказание услуг санитарной авиации и авиаспоттинга.

Анализ состояния организации за 2019 и 2020 год показал, что производительность труда работников начала снижаться.

Автором были разработаны следующие рекомендации по повышению работоспособности персонала организации по разделам.

1. Подбор персонала: отразить корпоративные ценности в описании требований к кандидатам на вакансии организации (на сайте организации, job-сайтах, в соц. сетях); дополнить сценарий интервью блоком вопросов, позволяющих определить соответствие личных ценностей кандидатов корпоративным; использовать различные методы исследования ценностей кандидатов в процессе отбора.

2. Адаптация персонала: в программу вводного курса обучения добавить раздел, посвященный корпоративным ценностям; в перечень вопросов и заданий тестирования или экзамена по истечении адаптационного периода включить вопросы, которые позволят оценить степень усвоения новыми сотрудниками корпоративных ценностей.

3. Организация труда: привести описание бизнес-процессов и процедур организации в соответствие с корпоративными ценностями; в стандартах обслуживания, взаимодействия с внутренними и внешними клиентами привести образцы поощряемых в организации моделей поведения; в описании принципов, правил и норм работы в организации отразить корпоративные ценности; разрабатывать должностные инструкции, карты и матрицы компетенций, профили должностей с учетом ценностей организации, с их описанием, примерами.

4. Мотивация персонала: уровень развития корпоративных компетенций, качество исполнения стандартов обслуживания и работы в организации, демонстрация образцовых моделей поведения и транслирование коллегам, подчиненным и клиентам корпоративных ценностей, включить в состав требований, на основе которых принимаются решения о карьерном и профессиональном развитии сотрудников, включении их в кадровый резерв организации и формировании индивидуальных планов развития; формы, виды и направления обучения персонала в организации привести в соответствие с ее корпоративными ценностями.

В завершении статьи надо отметить, что исследуемая компания построена и функционирует за счёт высоко квалифицированных кадров, поэтому главными векторами развития конкурентоспособности для авиакомпании «Dexter» являются шесть основ управленческого менеджмента, которые создают ценности внутри компании: охранная, интегрирующая, регулирующая, адаптивная, образовательная и развивающая, управляющая качеством.

Список использованных источников:

1. Трофимов В.В., Трофимова Л.А. Учебное пособие. – М.: Юрайт, 2017. – 336 с.

2. Авиакомпания Декстер – официальный сайт пассажиров. [Электронный ресурс] URL: http://www.aviataxi-dexter.ru/ (дата обращения 15.01.2021).

Мониторинг процессов внедрения результатов НИОКР на предприятиях аэрокосмической промышленности

Калиненко А.С.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Давыдов А.Д.

МАИ, Москва

Мониторинг проектов и программ является неотъемлемой частью деятельности крупных промышленных предприятий, который порой требует вовлечения большого числа сотрудников в разных отделах компании. Опыт реализации крупных аэрокосмических проектов показывает, что сроки их исполнения систематически не соблюдаются, и причина состоит в том, что проекты реализуются не в закрытой системе предприятия, а взаимодействуют с внешней по отношению к предприятию средой, а зачастую и непосредственно зависят от неё.

В логике проектного управления мониторинг занимает промежуточное положение между планированием и непосредственным исполнением работ, т.к. он позволяет, применяя управленческие резервы и возможности менеджера проекта, составить запрос(ы) на изменение – корректировку календарных планов и ресурсного обеспечения проекта. Для

наукоёмких отраслей, каковой и является аэрокосмическая промышленность, применение технологий управления проектами в контексте научной деятельности является актуальным.

Задача по мониторингу внедрения результатов НИОКР возникает в связи с вопросами окупаемости инвестиций и иных видов затрат на реализацию проекта, неоднородности структуры исполнителей и источников финансирования, встраивания инновационной деятельности и/или процессов в регулярную деятельность предприятия (процессы перехода на новые процедуры, средства производства и т.п.), обеспечения достойного вознаграждения исполнителям работы.

В докладе рассматривается:

а) место системы мониторинга внедрения результатов НИОКР среди прочих групп процессов управления инновационными проектами (инициация, планирование, исполнение, завершение и др.);

б) классификация результатов НИОКР, подлежащих внедрению, что необходимо для формирования методики и группы показателей мониторинга;

в) способы оценки тех или иных видов результатов НИОКР, подлежащих внедрению в производство (метрики, КПЭ, способы и формы отчётности).

Список использованных источников:

1. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®) — Пятое издание ISBN 978-1-62825-008-4;

2. Дубровский В.Ж., Иванова Е.М. Интегрированная A-S-G-модель как этап эволюции систем управления инновационными процессами на промышленном предприятии // Управленец. 2017. №5 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannaya-a-s-g-model-kak-etap-evolyutsii-sistem-upravleniya-innovatsionnymi-protsessami-na-promyshlennom-predpriyatii (дата обращения: 02.10.2020);

3. Прокопьев О.А. Применение нейросетевого моделирования для формирования выборки индикаторов мониторинга проекта // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2013. №9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-neyrosetevogo-modelirovaniya-dlya-formirovaniya-vyborki-indikatorov-monitoringa-proekta (дата обращения: 12.10.2020);

4. Кондратенко А.Н., Олексенко И.А. Особенности планирования технологических НИОКР и капитальных вложений РКП в рамках государственных и федеральных целевых программ // Вестник "НПО "Техномаш" №5 2018 www.tnmpro.ru;

5. Сафоник И.В., Ковков Д.В., Саватюгин Б.Г., Петров В.Р., Александров И.В. Пути инновационного развития системы управления инвестиционными проектами, направленными на создание, совершенствование и восстановление наземной инфраструктуры космической отрасли // Вестник "НПО "Техномаш" №3 2017 www.tnmpro.ru

Проблемы функционально-стоимостного анализа в процессе создания космической техники

Карбовская В.В.
МАИ, Москва

Ракетно-космическая отрасль является одной из важнейших сфер для национальной экономики, которая позволяет определить состояние производственного потенциала страны и ее конкурентоспособности на мировом рынке. Ее реализация осуществляется на основе Программ по созданию и развитию космической техники (далее – Программы), которые, как правило, формируются в рамках программно-целевого планирования на долгосрочный период и направлены на выполнение задач государственной политики в области космической деятельности.

Важнейшим параметром реализации Программ является финансовое обеспечение, определяющее возможность достижения запланированных результатов в установленные сроки. Зафиксированные в ходе их реализации инциденты, то есть удорожание работ, перенос сроков, недостижение заявленных результатов, возникают из-за системных ошибок

несоответствия, сроков и стоимости достижения заданных в Программе результатов, причиной чего является несовершенство методов функционально-стоимостного анализа (далее - ФСА).

Доклад посвящен вопросам развития ФСА в ракетно-космической отрасли, а также проблемам его применения на практике, связанные со слабой степенью развития методологического аппарата, недостаточной заинтересованностью руководителей организаций и проектов, отсутствие необходимого программного обеспечения, а также средств автоматизации процесса управления затратами и результатами. На основе перечисленных проблем были определены следующие предпосылки для применения ФСА:

– обострение конкурентной борьбы,
– внедрение процессного подхода,
– рост накладных расходов,
– внедрение информационных технологий,
– динамичность внешней среды,
– «несовершенство» исполнителей,
– индивидуализация продукции.

Таким образом, необходимость использования ФСА становится все более актуальным вопросом, так как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию ракетно-космической техники являются особым типом производства и требуют индивидуального подхода и решения проблем.

Формирование стратегической отчетности высокотехнологического предприятия аэрокосмической сферы

Клестова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва

Современные рыночные условия диктуют новые тенденции в создании информационной базы для целей формирования разных видов отчетности высокотехнологического предприятия аэрокосмической сферы. Пользователей все чаще интересуют сведения об эффективности деятельности, перспективах развития бизнеса и связанных с ними риск-факторами. В результате изменения целевых установок бизнеса модель отчетности хозяйствующего субъекта модернизируется: ключевыми показателями в отчетности становятся стоимость компании и прилагаемая к ней информация о рисках, а также информация о перспективах развития.

Система отчетности субъекта предпринимательской деятельности на данный момент содержит в себе не только форматы бухгалтерских отчетов, но и взаимосвязанные с ними оценочные показатели стоимости бизнеса, налоговую, социальную, экологическую и другую информацию.

Научная гипотеза исследования в таком случае будет выглядеть следующим образом:

Стратегическая отчетность выступает информационным источником процесса стратегического управления, разработки и реализации стратегии компании аэрокосмической сферы. Она ориентирована на обеспечение выживания на рынке в долгосрочной перспективе путем установления динамического равновесия с внешней средой. Более того, данный вид отчетности позволяет повысить эффективность деятельности как небольшого, так и крупного предприятия.

Объект исследования - высокотехнологическое предприятие аэрокосмической сферы.

Предмет исследования - теоретические и методологические аспекты стратегического менеджмента, базирующегося на данных управленческого и финансового учета.

Цель стратегической отчетности заключается в адекватной характеристике фактического положения дел у хозяйствующего субъекта с учетом прогнозных показателей.

Для реализации целей отчетности в высокотехнологическую компанию начинает внедряться система стратегического управления, которая ориентирована на обеспечение

выживания на аэрокосмическом рынке в долгосрочной перспективе путем установления динамического равновесия с внешней средой.

При проведении исследования использовались методы сравнения, обобщения, группировки и анализа.

В результате исследования разрабатывается модель современной стратегической отчетности, способствующая усовершенствованию управления деятельностью организации в аэрокосмической сфере для повышения ее эффективности, а также намечаются перспективы дальнейшего исследования данного вопроса.

Практическая значимость заключается в том, что внедрение формы стратегической отчетности позволит оптимизировать процесс управления и повысит эффективность деятельности стратегией высокотехнологического предприятия.

Список использованных источников:

1. Данько, Т.П., Голубев, М.П. Менеджмент и маркетинг, ориентированный на стоимость: Учебник / Т.П. Данько, М.П. Голубев. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 416 с.

2. Канащенков А.И., Минаев Э.С., Агеева Н.Г., Орлова Г.П. Корпоративное управление высокотехнологичного предприятия. Монография. М.: Изд-во МАИ, 2013 – 204 с.

3. Агеева Н.Г., Афанасов М.А., Орлова Г.П. Стратегический маркетинг. - М.: Доброе слово, 2017., 240 стр с илл.

4. Агеева Н.Г. Методология адаптации системы стратегического управления наукоемкого промышленного предприятия России Автореф. дис.... д-ра экон. наук: Спец. 08.00.05 - Экономика и управление нар. хозяйством, специализация -Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (в промышленности). МАИ, 2007. - 47 с.

Маркетинговая поддержка вывода российско-китайского самолета CR929 на мировой рынок

Кобыляцкий А.В.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калугина Г.А.

МАИ, Москва

Авиационная промышленность – одна из ведущих отраслей экономики индустриально развитых стран. Российский авиапром после длительного застоя начинает восстанавливаться. Главная задача отечественного авиастроения на современном этапе – создание, производство и вывод на рынок конкурентоспособной техники.

Один из новых проектов в области гражданского авиастроения – российско-китайский широкофюзеляжный дальнемагистральный самолет CR929. Широкофюзеляжный дальнемагистральные самолёт разрабатывается российской Объединённой авиастроительной корпорацией (ОАК) совместно с китайской COMAC. Оператором нового проекта является China-Russia Commercial Aircraft International Corporation (CRAIC), предприятие, созданное в 2017 году в Шанхае. Работы над новой машиной были разделены по географическому принципу: в России разрабатывают центроплан и консоли крыла с механизацией, а в Китае – фюзеляж и оперение. Кроме того, российские инженеры будут отвечать за авионику и работу систем управления. Помимо этого, в рамках проекта в России был создан инженерный центр. Официальные лица отмечают, что на сегодняшний день процесс разработки CR929 идет в соответствии с планом, а именно была закончена эскизная проработка, и определены основные поставщики бортовых систем.

В ноябре 2019 года на авиасалоне China Airshow в Чжухае CR929 был впервые показан публике в виде полномасштабного макета. В России же самолет впервые был представлен на МАКС-2019. Как на авиасалоне в Китае, так и на российском МАКСе, был показан макет базовой версии CR929-600. В будущем потенциальным заказчикам будет предложено семейство CR929, состоящее из трех конфигураций: кроме базовой версии, удлиненная (CR929-700) и с укороченным фюзеляжем (CR929-500). Сама же базовая версия самолета получит три различные модификации: на 281 пассажира в трехклассовом варианте,

на 291 человека в двухклассной компоновке и на 405 в одноклассовой версии. В планах также более «плотный» вариант компоновки на 440 человек для недлительных перелетов. Проектировка будет выполняться по конкретным заказам авиакомпаний.

Для продвижения нового изделия на внешний рынок требуется грамотная маркетинговая поддержка. Первый этап маркетинговых решений - выбор целевых рынков. Решение данной задачи предполагает аргументированный выбор системы критериев. Один из критериев выбора целевых сегментов - оценка емкости рынка, что в свою очередь требует тщательного анализа спроса на самолеты такого класса со стороны авиакомпаний в связи с выбытием морально устаревшей техники и развитием маршрутной сети, а также исследования конкурентной обстановки.

На российско-китайский авиационный проект возлагаются большие надежды. Официальные лица отмечают тот факт, что новый самолет составит конкуренцию двум гигантам – Airbus и Boeing – на рынке Китая и Азиатско-Тихоокеанского региона, а также предполагают, что основными заказчиками станут китайские компании Air China, China Eastern и China Southera. Многие эксперты отрасли сходятся во мнении, что CR929 все же находится в роли догоняющего. На рынок уже вышли модели нового поколения – Airbus A350 и Boeing 787. Впрочем, эта ситуация имеет и свои плюсы. Создателям CR929 стоит обеспечить преимущество перед уже существующими машинами, предложить новые решения. При этом разработчикам уже хорошо известны недостатки конкурентов.

Наряду с емкостью и уровнем конкуренции в качестве критериев выбора целевых рынков следует учитывать факторы политического, экономического, демографического характера т.е. провести PEST анализ.

Для выявления сильных позиций нового самолета, рыночных угроз и благоприятных факторов для каждого рынка потенциального сбыта целесообразно опираться на такой инструмент стратегического анализа, как SWOT анализ. Это позволит обоснованно определить систему необходимых мероприятий по грамотному продвижению самолета на рынок.

Таким образом, поведение маркетингового исследования является необходимым этапом маркетингового управления процессом коммерциализации проекта.

Особенности управления в авиационной сфере

Коломыльцева В.А.
Научный руководитель — доцент, Казакова Н.В.
МАИ, Москва

Авиационная индустрия является сверхтехнологичным сектором промышленности, и ее основными задачами можно отметить проектирование, изготовку, проверку, ремонт и утилизация авиационной техники.

Авиационная индустрия имеет системообразующую роль в экономике.

Благодаря тесной связи с другими отраслями, ее развитие способно оказать значительное воздействие на темпы перехода государства на новые пути развития.

Рыночные отношения в авиационной сфере предполагают развитие многоуровневой экономики, обилие организационно-правовых форм хозяйствования и предоставляют авиапредприятиям возможности для проявления самостоятельности, инициативы и предприимчивости. Авиационное предприятие обладает рядом специфических особенностей, которые оказывают значительное влияние на формирование системы управления.

Иногда авиационные предприятия не используют в полной мере все возможности и резервы. В новых условиях хозяйствования требуются существенные изменения в профессиональной подготовке сотрудников, которые более квалифицированно должны решать вопросы организации авиационных перевозок, и безопасности полетов. Все должны работать инициативно, в команде и нести ответственность за результаты своей хозяйственной деятельности предприятий. В данном случае роль управления в повышении

эффективности работы авиапредприятия значительно возрастает. Важным условием хорошей деятельности управленческих структур в рыночной экономике является знание теоретических основ управления.

Значительный упадок производств, предоставление услуг авиаперевозок, а также ухудшение финансового состояния авиационного предприятия могут быть результатом не качественных экономических и организационно-правовых основ управления. Целью управления, должна быть наиболее полная реализация экономических интересов всех его участников. Неэффективность управления во многом вызвана отсутствием должной экономической ответственности кадров и органов управления за принимаемые ими решения и их организацию исполнения.

Основными причинами ухудшения результатов деятельности, помимо экономических проблем являются: плохая система управления на предприятии, наличие психологического барьера у руководителей структурных подразделений в понимании своего места, роли, прав и ответственности на данном предприятии, отсутствие достаточного материального и морального стимулирования, особенно производственного и обслуживающего персонала.

Однако это вовсе не означает, что действующие формы хозяйствования обязаны оставаться такими, какими они являются. Несмотря на огромные экономические и финансовые трудности, при формировании экономики наблюдаются тенденции создания на авиапредприятии передовых форм организации производства, совершенствования внутрихозяйственных экономических отношений, широкого использования достижений научно-технического прогресса, и благодаря этому росту производства и авиауслуг это становится востребованным рынком.

Уровень использования всевозможных методов управления, а также приоритет их использования образуется следующими факторами:

• Финансовое состояние предприятия и, как следствие, возможность широкого использования экономических методов;

• Заинтересованность сотрудников в результатах работы предприятия;

• Размер предприятия и количество персонала, определение способности эффективного применения тех или иных административных методов;

• Организационно-правовая конфигурация предприятия и, как следствие, образовавшаяся управленческая структура;

• Состав работников предприятия;

• Степень квалификации сотрудников органа управления и исполнителей;

• Морально-психологический настрой в коллективе;

• Авторитет руководства и органов управления.

Таким образом, мы наблюдаем разные предпосылки и источники кризисных явлений в авиационном секторе экономики России. Ведущими, на наш взгляд, считаются: отсутствие грамотных, подготовленных менеджеров и специалистов в области гражданской авиации, и их невостребованность в авиационных предприятиях.

Список использованных источников:

1. Богданов С.В. Проблемы перехода к инновационной модели развития рынка авиационных перевозок в России // Научно-практический журнал «Современная экономика: проблемы и решения» — № 2 — 2014. – 46-54.

2. Мантуленко В.В., Серёмина Р.Н. Роль государства в инновационном развитии гражданской авиации в России // Экономика, управление, финансы: материалы IV междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015. — С. 48-51.

3. Иванова А.С., Матвеева Е.А., Пирогов В.В. Проблемы повышения эффективности управления производством предприятий авиапрома и пути их решения // Авиационная промышленность — №4 – 2016.

Российский авиатранспортный рынок и роль его регионального сегмента на современном этапе развития

Комиссарова И.В.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Агеева Н.Г.
МАИ, Москва

Для того, чтобы понять направление развития региональных авиаперевозок необходимо провести анализ состояния и перспективы развития авиаперевозок в России и его основных регионах.

В 2020 году количество перевезенных пассажиров российскими авиакомпаниями составило 69.2 млн. тыс. чел. по сравнению с 2019 годом эта цифра упала на 46 процентов. Пассажирооборот за 12 месяцев составил 153,43 млрд. пассажирокилометров, что на 52% меньше чем в 2019 году. Причиной такого огромного спада стала пандемия Covid-19, которая затронула абсолютно все отрасли жизни, включая авиационную.

Ведущая пятерка авиаперевозчиков в России показывает спад показателей производственной деятельности. «Аэрофлот» сократил перевозки на 63%, «S7» на 14%, «Победа на 4%, авиакомпания «Россия» на 43%, «Уральские авиалинии» на 56%.

В Российской Федерации основополагающими субъектами рынка пассажирских авиаперевозок являются государство, авиакомпании и аэропорты.

Российский рынок авиаперевозок подвергся изменениям за последние 15 лет. Количество эффективно осуществляющих свою деятельность авиакомпаний сократилось до 109. Ведущие авиакомпании осуществляют 64,7 % работ. Объем пассажирских перевозок, распределяемых между авиакомпаниями России выглядит таким образом, что «Аэрофлот» занимает 30,6% рынка, в связи с достаточно большой долей другие российские авиакомпании в том числе и региональные находятся в упадке и чаще всего происходит их банкротство.

Но, не смотря на данный факт, наметились такие положительные тренды развития как:

Значительный рост авиакомпании «Азимут» и ОАО «Авиационная транспортная компания Ямал» за счет поставки в авиапарк отечественных региональных самолетов SSJ-100. Также в рейтинги перевозок пассажиров авиационным транспортом попали вертолетные перевозки.

Но по-прежнему в критическом состоянии находятся аэропортовые и аэродромные комплексы. Со времен СССР количество аэродромов в Российской Федерации сократилось с 1450 в 1991 году до 240 в 2020 году.

Более 98% объемов пассажирских и грузовых авиаперевозок приходится на 19 крупнейших аэропортов.

В то же время сокращается количество аэропортов в основном из-за закрытия аэропортов класса «Г-Е» - это региональные и местные линии.

Практически на всей территории РФ закрываются небольшие социально-значимые аэропорты и аэродромы.

При таких условиях аэропорты, которые не включены в Государственный реестр аэродромов и вертодромов ГА РФ и не имеют соответствующих Сертификатов не могут использоваться, как запасные.

Также основными проблемами эксплуатационного содержания аэропортов (аэродромов) являются необходимость проведения капитального ремонта искусственных покрытий аэродромов и обновления парка спецавтотранспорта, особенно для зимнего содержания аэродромов, топливообеспечения, пожарных машин, а также необходимость выполнения капитального и текущего ремонта зданий и сооружений в аэропортах, реконструкции и переоборудования складов ГСМ и т.д. Все эти проблемы связаны с отсутствием финансовых возможностей операторов аэродромов.

Для того чтобы понять направление развития региональных авиаперевозок необходимо понимать процессы, происходящие в аэропортовом комплексе России, суть которых заключается в том, что Москва является главным экономическим центром и основная доля

перевозок происходит через Московский авиаузел при этом региональные авиаперевозки становятся маловостребованными.

Сложившаяся ситуация сдерживает развитие регионов Российской Федерации.

Основополагающие причины такого разрушения существовавшей ранее региональной авиации:

1. Падение доходов населения России.

2. Слабая поддержка государства региональных аэропортов за счет субсидирования авиаперевозок.

3. Большая конкуренция со стороны альтернативных видов транспорта (железнодорожный, автомобильный)

4.Старение парка воздушных судов и т.д.

Все вышеперечисленные факторы могут быть под контролем государства, для чего необходимо иметь единую транспортную стратегию.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что региональный сегмент авиации в России играет не маловажную роль, но на текущий момент большинство региональных авиапредприятий находятся в плохом состоянии и не могут эффективно эксплуатировать воздушные суда нового типа.

Для сохранения социально-значимых авиационных маршрутов необходимо системное переформатирование.

Повышение эффективности организации процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники

Корчагин А.А.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Денискин Ю.И.
МАИ, Москва

В настоящее время для обеспечения конкурентоспособности отечественной авиационной продукции на рынке необходимо повышать эффективность организации процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) авиационной техники. Это обусловлено тем, что заказчик заинтересован в обеспечении работоспособности воздушного судна (ВС) на этапе его эксплуатации, а также в сокращении времени и затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Эффективность системы ТОиР определяется такими показателями, как доступность, стоимость оказываемых услуг, средняя наработка на отказ (Mean Time To Failure), частота отказов, среднее время ремонта (Mean Time To Repair), время оборачиваемости компонентов (Turn Around Time) и др. [1].

Для оптимизации данных параметров используются различные современные методологии и подходы, такие как технологии бережливого производства и «Интернета Вещей», концепция предиктивного ТОиР и т.д.

Преимущества применения «бережливого производства» для процессов ТОиР авиационной техники отмечается в целом ряде научных работ ([2, 3] и др.). Указываются и проблемы, возникающие при применении этой методологии. По мнению авторов статьи [2], основной проблемой при работе с данным подходом в сфере ТОиР авиационной техники является проектная ориентированность такого бизнеса и непосредственная зависимость от неисправностей конкретного типа ВС. В работе [3] подчёркивается важность и необходимость применения технологий бережливого производства в организациях Южно-Африканского региона, занимающихся ТОиР самолётов.

Кроме методов бережливого производства предлагается использовать концепцию предиктивного ТОиР, позволяющую осуществлять мониторинг технического состояния систем ВС в режиме реального времени и прогнозировать остаточный ресурс компонентов. Прогнозирование позволяет оптимизировать ТОиР ВС за счёт возможности планирования работ по текущему состоянию самолёта, а также снижения количества запасных частей и объёма выполняемых работ [4].

В эпоху наступившей четвертой промышленной революции развитие цифровых технологий позволит добиться оптимизации ТОиР ВС. В частности, технологии «Интернета Вещей» позволят обеспечить мониторинг операций в режиме реального времени, а также обмен данными между всеми участниками процесса ТОиР [5].

В данной работе представлен краткий обзор исследований, посвящённых вопросу повышения эффективности организации процессов технического обслуживания и ремонта авиационной техники. В результате проведённого анализа определены основные методы и подходы, позволяющие сократить время работ ТОиР ВС, а также затраты на постпроизводственных стадиях жизненного цикла авиационной техники.

Список использованных источников:

1. Ben-Daya M., Duffuaa S.O., Raouf A., Knezevic J., Ait-Kadi D. Handbook of Maintenance Management and Engineering // Springer Publisher, 2009, pp. 17-23.

2. Nanova G., Dimitrov L., Neshkov T., Apostolopoulos C., Savvopoulos P.T. Lean Manufacturing approach in aircraft maintenance repair and overhaul // J: Recent, Vol. 13, № 3 (36), 2012, pp. 330-339.

3. Murphy S. The status of lean implementation within South African aircraft maintenance organizations // Master of Science in Engineering Research Report. — University of the Witwatersrand, Johannesburg, 2011, pp. 134-138.

4. Sprong J.P., Jiang X., Polinder H. Deployment of Prognostics to Optimize Aircraft Maintenance - A Literature Review // Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society, 2019, pp. 1-12.

5. Keivanpour S., Ait Kadi D. The Effect of “Internet of Things” on Aircraft Spare Parts Inventory Management // International Federation of Automatic Control, 2019, pp. 2343-2347.

Формирование стратегии маркетинговых коммуникаций промышленного предприятия

Кошелев М.С.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Землянская Н.Б.

МАИ, Москва

Под стратегией маркетинга подразумевается совокупность решений, направленные на достижение главной задачи организации. Стратегия маркетинга должна быть направлена на оптимальное применение потенциала компании таким образом, чтобы предотвращать ошибки, которые в последствии могут привести к спаду эффективности деятельности организации или предприятия.

Система маркетинговых стратегий промышленной организации включает в себя несколько стратегий: корпоративную, функциональную, инструментальную. Корпоративная стратегия разрабатывается для крупных компаний, холдингов, альянсов или финансово-промышленных групп. Для них характерны следующие особенности: четко выраженная иерархия, выявление намерений и целей предприятия, возможность определения и воплощение ресурсов, чтобы функционировать и конкурировать на рынке.

Существует несколько моментов, благодаря которым корпоративная стратегия промышленной компании будет развиваться. Первый – это сфера деятельности предприятия и направления, в которых оно развивается. Помимо этого большое влияние на деятельность компании оказывает рынок, необходимость осуществить стратегии, но данный процесс требует время. Также следует определить некие рамки и границы, чтобы организация функционировала четко.

Различают несколько видов корпоративных стратегий промышленного предприятия. Первая – это стратегия концентрированного роста. Она предполагает захват рынка, его развитие, а так же совершенствование товаров, которые он поставляет. Стратегия интегрированного роста. Различают прямую, обратную и горизонтальную интеграции. Первая означает объединение с покупателями. Вторая – это группировка всех или нескольких поставщиков. Последняя интеграция подразумевает объединение с

конкурентами. Стратегия диверсифицированного роста, которая в свою очередь делится на концентрическую, конгломератовую и горизонтальную. Концентрическая диверсификация – это разработка и продвижеие новых товаров компании. Конгломеративная – расширяет ассортимент за счет внедрения новых непрофильных товаров и услуг на рынок. Последняя, горизонтальная диверсификация, занимается выпуском непрофильных товаров, но которые, в свою очередь, являются традиционными для своих потребителей.

Следующая стратегия – это стабилизация. Она позволяет закреплять постоянных потребителей, повышать качество сервиса не меняя ассортимент и поведение компании на рынке. Последние стратегии – это сокращение и ликвидация продуктов.

Корпоративная стратегия должна опираться на функциональные стратегии. Это маркетинговая, производственная, финансовая и др. стратегии. Функциональные стратегии промышленного маркетинга представляют из себя стратегии, которые разрабатываются функциональными подразделениями предприятия, а именно службой маркетинга, производственным отделом, отделом финансов и так далее. Существует несколько видов функциональных стратегий: стратегия маркетинга, производства, финансовая, стратегия организационных изменений, инновационная, а так же социальная и экологическая стратегии. Оптимизация функциональных стратегий зависит от анализа, который проводится для определения особенностей внешней и внутренней среды организации, а так же оценка уровня сильных и слабых сторон предприятия. Важно не забывать о таких вещах, как содержание и значимость влияния работы конкретного подразделения или службы на достижение поставленных целей. Развитие компании зависит от влияния работы функций маркетинга, управления персоналом, производство и другие. Степень равновесия процесса развития компании так же очень важна, как и профессионализм сотрудников предприятия. Все функции в системе управления компанией должны быть взаимосвязаны.

Есть четыре группы инструментальных стратегий: товарные; ценовые; сбытовые; продвижения. Первая - обеспечивает соответствие ассортимента и качества продукции в той степени, которую ожидает получить потребитель после приобретения им покупки. Ценовые стратегии являются источником информирования возможных потребителей о том, какая ценность у тех или иных товаров на рынке. Сбытовые, в свою очередь, обеспечивают доступность товаров для потребителей в нужное время и в нужном месте. Стратегия продвижения помогает донести информацию о всех элементах маркетинга до потенциальных и реальных потребителей производства.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, стратегия промышленного маркетинга подразумевает концентрацию на отношениях между производством и каждым отдельным покупателем. Это означает, что необходимо разрабатывать и реализовывать для каждого клиента отдельные маркетинговые стратегии, включающие все составляющие маркетинговой деятельности.

Список использованных источников:

1. Джанджугазова Е.А. Маркетинг услуг: Учеб.пособие для студентов выс. уч. заведений. – М.: Академия, 2003. – 224с.

2. Долбунов А. А. Элементы и структура процесса коммуникации.//Маркетинг и маркетинговые исследования в России, 2004. - № 2, с.45-48.

3. Котлер Ф., Армстронг Г. Основы маркетинга, 9-е издание: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

Совершенствование процесса закупок на авиационном предприятии

Кузнецова П.А., Беспальчиков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишанова В.Г.
СФ МАИ, Ступино

Актуальность совершенствования процесса закупок промышленного предприятия заключается в том, что эффективность организации закупочной деятельности является одним из ключевых факторов успешной работы предприятия. Стремительное развитие

рыночных отношений вынуждает применять новые подходы к ведению закупок. Риск неплатежей, инфляция и другие кризисные явления вынуждают руководство пересматривать политику предприятия в отношении к снабжению, изучать способы повышения ее эффективности, искать более надежных поставщиков и более дешевые, но, одновременно, качественные сырье и материалы. В связи с этим поиск всевозможных способов повышения результативности процесса закупок приобретает все большую значимость.

Объектом исследования является – Акционерное общество «Ступинская металлургическая компания». АО «СМК» - одно из крупнейших в России металлургических предприятий. Основным видом деятельности является производство изделий из жаропрочных никелевых сплавов, специальных сталей, титановых и алюминиевых сплавов.

Предмет исследования – управление закупочной деятельностью АО «СМК».

Целью исследования является выявление узких мест в процессе управления закупками и разработка рекомендаций по совершенствованию этого процесса.

В АО «СМК» наблюдается проблема с результативностью закупочной деятельности. Модель закупок не учитывает долгосрочное планирование и не включает в себя анализ проведенных закупок. Кроме того, в отделе закупок отсутствует эффективная система мотивации. Для совершенствования закупочной деятельности АО «СМК» необходимо оптимизировать регламент процесса; пересмотреть показатели оценки процесса; разработать систему мотивации на основе KPI. Внедрение рекомендаций позволит увеличить планируемую результативность процесса и за счет введения системы мотивации на основе KPI повысит эффективность работы персонала.

Новейшие маркетинговые инструменты на примере компании «S7»

Кулакова А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва

К инструментам маркетинга относят все способы успешного осуществления маркетинга, это и политика цен, обслуживание, реклама, связь с потребителями, сервисное обслуживание. Так в современном мире появляется все больше новых инструментов для усовершенствования маркетинговой деятельность компании. Следовательно, необходимо проанализировать внедрение новых инструментов на примере авиакомпании «S7».

«S7» - компания, основанная в 1992 и составляющая непосредственную конкуренцию авиакомпании «Аэрофлот». Все чаще компания мелькает в прессе и интернете, принимает участие в конференциях и мероприятиях больших масштабов (Waves Enterprise Conference. Blockchain for Business; Цифровой Авиационный Форум). «S7» очень трепетно относится к инструментам своей маркетинговой деятельности и внимательно следит за репутацией фирмы на рынке, не допуская появлений скандалов и негативных отзывов, как со стороны сотрудников, так и со стороны пассажиров. Необходимо также выделить такие стандартные инструменты маркетинга как бонусная программа («система лояльности» - накопление миль), промо-акции, фирменный знак - цветовая гамма (ярко зеленый цвет) и логотип, наличием привилегий для пассажиров (детские наборы, выбор места в самолете, смена класса) и т.д.

Но с развитием маркетинга приходят и новые инструменты его реализации. У авиакомпании «S7» необходимо выделить такие 3 новые инструмента.

Во-первых, совместный запуск с «Яндексом» проект «флайтшеринг». Это первый существующий онлайн-сервис, который позволяет забронировать весь самолет для своих личных целей. Весь самолет можно использовать, как и для полета, так и для проведения мероприятий или фестивалей. Главное правила такого бронирования – это чем больше людей, тем меньше стоимость на каждого пассажира. Для удобства на сайте есть «калькулятор перелета», где можно полностью рассчитать стоимость перелета, а также забронировать самолет, минимум за 5 дней до перелета.

Во-вторых, необходимо выделить промо-акцию совместно с журналом «Афиша Daily». Этот эксперимент направлен на приглашение отечественных знаменитостей для проекта «переиграй мечту», где каждый может попробовать себя в роли стюардессы, пилота или авиатехника. С каждым было проведено интервью, где знаменитости поделились своими эмоциями и мнениями насчет самолетов и перелетов, а также устройстве аэропортов.

В-третьих, одним из ярких проектов по привлечению пассажиров можно назвать проект – «летающие конверты». Проект направлен на необходимость срочной доставки корреспонденции из аэропорта в аэропорт, которые используются в регулярных рейсах авиакомпании. Услуга очень проста, каждый желающий должен обратиться в любой из пунктов приема или отправки писем. Оплата за перевозку согласна закрепленным тарифам по весу корреспонденции, срочность зависит от времени подачи.

Все эти три проекта направлены на увеличение узнаваемости бренда и привлечение новых пассажиров. Согласно отчетам компании, все проекты были широко освещены также в прессе, что позволило привлечь еще большее количество лиц, которых заинтересовали новые предложения на рынке авиаперевозок.

Маркетинговые инструменты развиваются стремительно, что позволяет укреплять позиции маркетинговой деятельности в компании, благодаря совершенствованию таких инструментов увеличивается количество новых клиентов, узнаваемость бренда, а также улучшается взаимодействие с внешними ресурсами.

Список использованных источников:

1. Официальный сайт S7 [Электронный ресурс] URL: https://www.s7.ru/ru/about/s7-airlines.dot

2. Манн И. Маркетинг без бюджета. 50 работающих инструментов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 296 с.

Разработка стратегического механизма внедрения бережливого производства на предприятии

Кураколов А.М.
Научный руководитель — доцент, Еропкин А.М.
МАИ, Москва

Начать следовало бы с того, бережливое производство, или (economical production или "ecoprod" становится важнейшим фактором повышения конкурентоспособности организации на мировом рынке. Данный термин является наиболее эффективным, надежным и малозатратным способом выхода предприятия из кризиса. Кроме того, данный способ напрямую улучшает продуктивность и производительность предприятия. Методы "ecoprod" позволяют без больших затрат улучшить качество продукции или услуг, сократить необходимые издержки, сократить время производственного цикла.

Вместе с этим, пока что не изобрели как таковую общую систему знаний и совокупности применяемых методов и приемов, механизма. Является необходимым ввести теоретическую базу понятия, а также изучить методологию организации метода улучшения продуктивной способности "ecoprod" на промышленном предприятии с целью разработки общей стратегии для Отечественных предприятий. Этот и прочие факторы определяют актуальность данного исследования.

Можно рассматривать термин "ecoprod" со стороны философии, тогда этот термин можно назвать современной философией бизнеса и управления организацией, включающую в себя, несомненно, командную работу, интенсивный обмен информацией, эффективное управление ресурсами (бизнеса, компании), абсолютную концентрацию на нуждах заказчика, клиента. С точки зрения управления персоналом, “ecoprod” – это определенная система взглядов, мотивирующий работника на постоянный поиск лучших возможностей и методов работы, повышение эффективности, а также культуры производства в общем. С точки зрения технологии “ecoprod” – это система отработанных механизмов и метод,

непрерывное улучшение отточенных процессов, повышение продуктивности работающего персонала, производства в общем, конкурентоспособности соответственно.

Модель "ecoprod" на предприятии включает цели производства, ряд потерь, параметры качества продукции, времени изготовления и затрат, принципы бережливого производства и основные инструменты. Грамотное применение "ecoprod" в совокупности позволяет определённому предприятию выйти на глобальный уровень конкурентоспособности.

Можно выделить принципы организации "ecoprod" на российских предприятиях, при наличии которых можно убедиться, что на предприятии внедряется данный механизм: I. Изменение структуры управления предприятием (увеличение результативности методом найма высококвалифицированных и опытных управленцев). II. Все сотрудники организации должны быть вовлечены в совершенствование управления предприятием, другими словами, нужно изменить экосистему сообщества сотрудников. lll. Обучение и воспитание в сотрудниках лидерские качества, подготовка специалистов по бережливому производству. IV. Запуск демо-проектов, чтобы показать наглядно сотрудникам организации принцип работы "ecoprod". V. Ключевое звено кроется в стандартизации.

Использование этих принципов позволит сделать процесс организации "economical production" на промышленном предприятии более управляемым. Удастся активировать персонал и обеспечить эффективное управление ресурсами, а также повысить конкурентоспособность продукции, что, несомненно, является важнейшим фактором.

Управление совершенствованием функциональных возможностей организма в целях обеспечения умственной и физической деятельности студентов, при занятиях физической культурой

Кустов С.С., Михалев С.С.
Научный руководитель — доцент, Боброва О.М.
СФ МАИ, Ступино

В жизни каждого студента актуальна умственная и физическая деятельность. Многие физиологи и нейробиологи связывают их с функциональными возможностями организма, с питанием человека.

Физическая культура, особенно в высшем учебном заведении, является неотъемлемой частью в жизни человека, формирующей личность и физические способности. Улучшается здоровье, функциональное состояние становится лучше, происходит развитие физических способностей и многое другое, благодаря ей.

Многие факторы определяют общее самочувствие человека, влияющие на его психическую и физическую активность, например контроль режима сна и дня, правильно сбалансированный рацион, отказ от того, что вредит здоровью и тренировка адаптивных свойств организма к неблагоприятным условиям погодным. Следовательно, основными составляющими здорового образа жизни являются основополагающие факторы, способствующие укреплению и поддержанию, как самих возможностей организма, так и его резервов, например реакции обмена, запасом энергетических веществ, изменений функций и скоростью обработки информации мозгом.

Главная цель нашей работы – расширение основных положений важнейших факторов формирования здоровья человека и рассмотрение влияния физической культуры на здоровье студента.

Главные задачи – изучение динамики двигательных действий, регулировка средств и методов общей специальной физической подготовки, предложение практических рекомендаций по составлению индивидуальных комплексов и упражнений, выявления зависимости между культурой движения и телосложением, изучение пользы негативного отношения студентов к вредным привычкам и рассмотрение вопроса о рациональном сочетании мышечной деятельности отдыха, адекватном питании, для достижения эффекта тренировки или оздоровительных мероприятий. В данной работе были проведён анализ литературных данных, хронометрах и контрольные испытания, тестирование, комбинированная проба Летунова, типы реакций сердечнососудистой системы на физическую нагрузку, проба Штанге, Руфье, Рамберга, ортостатистическая проба по Шелленгу и степ-тест – КЭРША, как основные методы исследования.

Разработка стратегии выхода компании на мировой рынок

Левунец Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва

I. Стратегия компании и ее виды.

Стратегия в общем понятии — это некий план, который может охватывать некоторый период в времени, от длительного строка до нескольких часов-дней, также являющийся способом достижения конкретной цели.

Для организации стратегия является неотъемлемой частью. Имея собственную стратегию ведения промышленности, бизнеса, организация повышает конкурентоспособность собственной продукции. Стратегия включает в себя несколько аспектов:

- Система целей организации (миссия, генеральная цель, организационные цели)
- Принципы распределения ресурсов и способы осуществления деятельности
- Рамки, регламентирующие процесс реализации стратегии

Стратегии компании можно классифицировать по нескольким признакам:

1. По степени сложности реализации:
   - Простые
   - Сложные
2. По направленности деятельности:
   - Предпринимательские
   - Рационалистические
3. По сфере осуществления:
   - Финансовые
   - Кадровые
   - Производственные
   - Маркетинговые

II. Особенности мирового рынка авиапромышленности.

Говоря о стратегиях выхода на мировой рынок, а в данном случае именно авиапромышленности следует обратить внимание на особенности данного сегмента рынка.

Мировой рынок авиастроения- крайне сложная система, которая затрагивает и изготовителей, и потребителей абсолютно всех стран нашего мира.

Успех гражданского авиастроения и его экономический эффект для всей промышленности в США и европейских странах обратил внимание других развивающихся и развитых стран к вопросу национального авиастроения. Кроме того, рост мировой экономики и развитие бизнеса вызвали необходимость строения небольших самолётов для регионального авиасообщения. Использование больших воздушных судов от Boeing и Airbus для этого сегмента оказалось экономически необоснованным для региональных авиакомпаний. Эти факторы способствовали появлению новых игроков на рынке, ранее не имевших национальных традиций и инженерных школ авиастроения.

Авиастроение, или авиационная промышленность, формировалось изначально как отрасль военного характера и лишь позже перешло на выпуск гражданских самолетов. Производство гражданских самолетов целиком зависит от поступления заказов на национальном и мировом рынках и может колебаться из года в год.

III. Этапы разработки стратегии выхода на мировой рынок.

Итак, при выходе компании на мировой рынок следует сразу определить последовательность действий – расписать стратегию поэтапно.

Первый этап – постановка целей и задач. Исходя из уже сформированной миссии организации и ее стратегических целей, следует определить все возможные цели и задачи (финансовые, маркетинговые и т.д.)

Второй этап — анализ международной маркетинговой среды.

Далее следует этап анализа ресурсной базы. То есть на данном этапе компания проводит анализ собственных ресурсов.

Четвертый этап- решение о целесообразности выхода на мировой рынок и заключительный этап решение о том на какие рынки выходить.

Список использованных источников:

1. Афям А.И. ОСОБЕННОСТИ СТАНОВЛЕНИЯ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА ГРАЖДАНСКОГО АВИАСТРОЕНИЯ/ ВЕСТНИК МГИМО УНИВЕРСИТЕТА Номер: 1 (52) Год: 2017 Страницы: 227-238

Исследование и разработка маркетинговой стратегии для международной компании

Ломова И.А.

МАИ, Москва

Хорошо подобранная бизнес-стратегия является ключом к ее долгосрочному и непрерывному успеху между функционированием и экономическим ростом, а также способностью максимально использовать и внедрять доступные ресурсы.

В настоящее время стратегия является основой управления бизнесом, которая направлена на обеспечение экономической стабильности предприятия, повышение конкурентоспособности его продукции и услуг.

В настоящее время с переходом экономики к рыночным отношениям растет самостоятельность предприятий, их экономическая и юридическая ответственность. В то же время возрастает роль конкуренции как основного механизма регулирования экономического процесса. В этих условиях компания не может ограничиваться только планированием и оперативным управлением своей деятельностью. Необходимо стратегическое мышление для перевода в программу действий, объясняющую цели и средства выбранного пути развития.

В контексте возможной кризисной ситуации в организации трудно переоценить роль маркетинга в обеспечении того, чтобы организация жила в рыночных отношениях. Несколько лет назад стратегический маркетинг был введен в первую очередь как определение общего направления компании, которая ориентирована на будущее и реагирует на изменения внешних условий. В последнее время основное внимание уделяется созданию эффективной и ориентированной на рынок организационной и управленческой системы и, как следствие, распределению управленческих ресурсов компании.

Цель этой темы заключается в том, что без разработанной и функционирующей маркетинговой стратегии предприятие, занимающееся производством товаров или услуг, не сможет противостоять конкуренции, работать эффективно и в соответствии с требованиями рынка.

В работе будут использоваться следующие научные методы: системный, ситуационный и технологический анализ, SWOT и PEST анализ, наблюдение, обобщение, описание, прогнозирование и синтез.

Давайте посмотрим на пример анализа вредителей

Анализ PEST (иногда сокращенный как шаг) - это маркетинговый инструмент, предназначенный для выявления политических (политических), экономических (экономических), социальных (социальных) и технологических (технологических) экологических аспектов, которые влияют на бизнес компании.

Политический показатель

1. Угроза закрытия границ государств труда
2. Повышение НДС
3. Только честные и открытые конкуренты для взаимовыгодного сотрудничества выживают на рынке
4. Упрощение подготовительной работы к сделке
5. Лояльное отношение местных властей

6. Увеличение контроля качества продукции и увеличение количества проверок со стороны надзорных органов

Экономический показатель

1. Снижение покупательной способности граждан

2. Высокая эффективная инфляция

3. Снижение платежеспособности населения, как следствие - увеличение задолженности по коммунальным платежам и снижение спроса

4. Рост цен на недвижимость

Социальные

1. Недоверчивое отношение потребителей к деятельности новых компаний на этом рынке

2. Увеличение потенциальных клиентов

3. Увеличить барьер для входа

Технологический

1. Развитие технологии

2. Маркетинг в среде информационного общества требует непрерывного анализа инноваций

3. Высокая стоимость и сложность расчетов при использовании профессиональных информационных баз.

4. Развитие мобильного интернета и социальных сетей

5. Высокий уровень автоматизации процессов на предприятии

Анализируя влияние политического фактора внешней среды на ООО "А", можно отметить, что усиление контроля качества продукции привело к увеличению числа проверок со стороны надзорных органов. Результатом стал ущерб имиджу компании, а также дополнительные финансовые затраты.

В нынешней ситуации в мире с коронавирусной пандемией компания теряет деньги из-за падения доходов арендаторов и покупателей. Точнее, сначала от покупателей, а потом от арендаторов.

Нынешняя экономическая ситуация в стране негативно сказывается на финансовых результатах компании.

Концепция стратегического развития фармацевтического предприятия в поддержке программы инновационного развития страны

Лягин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.э.н. Базадзе Н.Г.

МАИ, Москва

В настоящее время экономика Российской Федерации находится на этапе перехода к инновационному пути развития. Значительно увеличен объем инвестиций, направленных на повышение эффективности высокотехнологичных отраслей промышленности. Инновационное развитие фармацевтической промышленности способно обеспечить заинтересованность и рост экономической занятости.

Стратегия инновационного роста является важнейшим инструментом управления и развития организации в условиях динамично меняющейся внешней среды. Она определяет основные стратегические задачи, возможные действия организации и последовательность этапов по достижению поставленных целей. Формирование анализа стратегии происходит в результате логического соединения цели и техники проведения исследования. Одной из наиболее характерных постановок экономической задачи является оценка сравнительного положения компании по отношению к другим хозяйствующим субъектам рынка. Одной из значимых для реализации национальных программ «Здравоохранение 2021» является фармацевтическая промышленность. Предприятие «Полисинтез» является одним из крупнейших российских производителей фармацевтических субстанций, на примере которого проводились исследования. Основными видами деятельности являются: «Производство фармацевтических субстанций», «Производство прочих основных

органических химических веществ, не включенных в другие группировки». Основная отрасль компании: «Химико-фармацевтическая промышленность». Организационная структура – линейно функциональная. Оценив основные экономические показатели деятельности данного предприятия, можно говорить о достаточно эффективной его работе в исследуемом периоде времени, деятельность организации рентабельна (2019 – 2021 гг). В настоящее время для предприятия «Полисинтез» актуальна задача расширения ассортимента продукции на российском рынке, а также возможность завоевания ведущих позиций на мировом рынке фармацевтической продукции. Инструментами решения этой задачи выступают:

• Метод анализа сильных и слабых сторон (SWOT-анализ);

• Метод определения доминирующего положения на рынке (метод рыночного участия);

• Анализ на основе матрицы МакКинси;

• GAP-анализ, или анализ разрывов позволяет определить путь от текущего состояния к желаемому;

• CVP-анализ (Cost – Volume – Profit; затраты – объем – прибыль);

• Диаграмма «Ишикава»;

• Метод оценки ресурсов и способностей заключается в проведении VRIO анализ ресурсов и компетенций компании (от value, rareness, imitability, organization; ценность – редкость – воспроизводимость – организованность).

Анализ микросреды компании «Полисинтез» с помощью метода анализа разрывов (GAP анализ) позволил лучше оценить обстановку, повысить уровень качества принимаемых решений, связанных с размещением ресурсов, обеспечить управление рисками, сосредоточить внимание на первичных признаках стратегических перемен. Также анализ внешней среды компании «Полисинтез» подразумевает процесс определения критически важных элементов внешней и внутренней сред, которые могут оказать влияние на способности организации в достижении своих целей. SWOT-анализ позволил не только оценить угрозы и возможности, слабые и сильные стороны, но и принять своевременные меры по устранению указанных недостатков и совершенствованию коммерческой деятельности. Используя результаты исследования сильных и слабых сторон, руководство организации начало разрабатывать стратегию, которая позволит воспользоваться возможностями и смягчить или избежать последствий от угроз внешней среды. CVP-анализ использовался с целью управления постоянными и переменными затратами, оперативным изменением их соотношения при меняющихся условиях хозяйствования, что позволило увеличить потенциал деятельности данного предприятия и достичь поставленных целей. Использование данных инструментов позволило:

• Определить наиболее эффективную стратегию развития с учетом видения будущего развития на основе понимания тенденций взаимодействия между внешними и внутренними изменениями;

• Гибко отреагировать на импульсы факторов внешнего окружения и своевременно адаптироваться к сложившейся ситуации;

• Быть готовым быстро сформировать в соответствии с целями и стратегией эффективную инновационную структуру, создавая при этом атмосферу творчества, направленную на успех.

• Увеличить производительность и качество работы персонала, создав новую стратегию развития. Стратегический анализ деятельности фармацевтической компании «Полисинтез» позволил повысить уровень качества принимаемых решений, связанных с размещением ресурсов, обеспечить управление рисками, сосредоточить внимание на первичных признаках стратегических перемен.

Особенности разработки маркетинговой стратегии авиационного предприятия

Макарова А.В.
Научный руководитель — к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва

Стабильность функционирования мировой экономики определяет значения стратегического управления маркетинговой деятельностью. Глобальный конкурентный климат развивается быстрее, чем любой другой, известный истории. Для обеспечения результативной деятельности в условиях кризиса и конкуренции предприятия вынуждены искать новые направления деятельности. Что возможно лишь на основе разработки маркетинговой стратегии авиационного предприятия с использованием ситуационного подхода.

Признаками этого процесса является концентрация ресурсов, вертикальная и горизонтальная интеграция, увеличение капитализации бизнеса, расширение географии производства и сбыта. Эти процессы предопределяют характер взаимоотношений авиационных предприятий с точки зрения возникновения конфликтных ситуаций, поскольку поведение одного из предприятий влияет на принятие решений другими.

«Маркетинговая стратегия» не учитывают современных условиях функционирования авиационных предприятий (конфликтных ситуаций между конкурентами, взаимообусловленности поведения конкурентов, стратегического противостояния конкурентов, необходимости учета их поведения при разработки маркетинговой стратегии). Выявлены особенности разработки маркетинговой стратегии авиационного предприятия позволяют проанализировать маркетинговые ситуации на рынке авиационной продукции и поведение авиационных предприятий.

Использование ситуационного подхода к разработки маркетинговой стратегии авиационного предприятия позволило рассматривать разработку как процесс, состоящий из отдельных этапов:

1. анализа внешней и внутренней среды предприятия, сбора и

анализа маркетинговой информации, оценка достоверности маркетинговой информации, идентификации маркетинговых ситуаций и анализа взаимодействия и поведения участников рынка авиационной продукции, разработка структурно-параметрического ситуационного описания в анализе поведения участников рынка авиационной продукции, прогноза маркетинговой ситуации, оценка последствий решения маркетинговых задач;

2. разработка маркетинговой стратегии авиационного

предприятия с учетом внешней среды маркетингового взаимодействия.

Таким образом, авиационными предприятиями разработка маркетинговой стратегии необходимо рассматривать как процесс разработки совокупности взаимосвязанных стратегических решений предприятия на рынке авиационной продукции. Который осуществляется на основе оценки достоверности потоков маркетинговой информации и последствий решения маркетинговых задач. Возникающих в различных ситуациях на рынке авиационной продукции. С использованием структурно-параметрического описания внешней среды для анализа поведения участников рынка авиационной продукции.

Особенности и возможности адаптации промышленных предприятий к посткризисным условиям в России

Маркарян Ю.К.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Путятина Л.М.
МАИ, Москва

В условиях необходимости восстановления российской экономики и перестройки отдельных отраслей промышленности возрастает значение проблемы развития адаптивного управления предприятиями в посткризисных условиях.

Это обусловлено нарушением многих хозяйственных связей, продолжающимся активным импортозамещением товаров отдельных отраслей промышленности, а также необходимостью значительного прорыва в области ВПК.

Нестабильность внешней среды с высоким уровнем рисков усугубляется с учетом задач, стоящих перед промышленностью РФ в условиях масштабных санкций.

В связи с этим повышается роль полного восстановления и дальнейшего развития деятельности промышленных предприятий в этих условиях.

Промышленные предприятия страны, особенно машиностроения являются основой экономики и обеспечивают практически все отрасли машинами, оборудованием и возможностями широкого внедрения цифровой экономики во все сферы деятельности.

Современные отечественные машиностроительные предприятия имеют ряд значимых преимуществ. К таким преимуществам можно отнести:

- высокий экономический потенциал;
- ресурсную маневренность;
- способность к эффективному применению принципов современного маркетинга;
- возможность достижения тесных контактов между производителями и потребителями;
- гибкость и адаптивность производственных структур;
- возможность диверсификации товарного ассортимента и другие.

Машиностроительные предприятия сегодня сталкиваются со множеством технико-экономическим проблем главные из которых:

• Необходимость восстановления трудовых коллективов с учетом соответствия уровня их квалификации перспективным задачам полного восстановления до докризисного уровня и дальнейшего поступательного развития;

• Восстановление и налаживание новых хозяйственных связей с учетом повышения уровня кооперации отраслевого и межотраслевого взаимодействия;

• Активное привлечение малого и среднего бизнеса к производственному сотрудничеству;

• Последовательное повышение уровня заработной платы, производительности труда, технической оснащенности, реализации программ энергосбережения;

• Повышение инновационной активности для реализации перспективных задач развития и другие.

Структурный анализ основных проблем машиностроительных предприятий позволил выделить наиболее значимые, связанные с ограниченностью:

- собственных финансовых ресурсов;
- реальных инвесторов для перспективных инновационных проектов;
- перспективных научных разработок, готовых к внедрению.

Промышленный бизнес малых и средних предприятий (МСПБ) занимает определенные позиции в хозяйственной системе РФ, однако его влияние на экономическую систему нашей страны и особенно крупную промышленность оставляет желать лучшего.

Эти предприятия являются перспективным сегментом промышленности, однако далеко не все из них осуществляют реальную производственную деятельность. Поэтому малый и средний бизнес также должен пройти этап адаптации к новым условиям и стать мощным рычагом поддержки и помощи крупным предприятиям.

Современные антикризисные меры Правительства РФ направлены на помощь и мобилизацию всех предприятий, всех отраслей для решения стратегических задач экономики страны в целом на ближайшую и дальнюю перспективу.

Адаптация предприятия реализует его способность и возможность встроиться» в процесс изменения внешней и внутренней среды, меняя при этом как качественные, так и количественные характеристики своей деятельности на основе повышения эффективности управления.

В посткризисных условиях, на основе анализа возможных стратегических решений, применяемых субъектами хозяйственной деятельности, важно использовать методы

адаптивного управления, основанные на расширении возможностей предприятий в реальном масштабе времени для сохранения своего статуса юридического лица.

К особенностям формирования системы адаптации российской промышленном на современном этапе относятся следующие:

- микроэкономическая адаптация должна осуществляться на основе внедрения маркетингового подхода, т.е. в полной мере учитывать развития конъюнктуры рынка.

- использование превентивной концепции антикризисного управления, направленной на предотвращение кризиса на предприятии, несмотря на кризисные явления во внешней среде. Это тем более важно, поскольку в случае проведения определенных мероприятий по достижению докризисного уровня и поступательного движения вперед предприятия осуществляют мобилизацию всех ресурсов и резервов как повышения специализации производства, так и проведение активной диверсификации с учетом потребностей рынка.

- принципы антикризисного управления на современных промышленных предприятиях реализуются как на стратегическом, так и на тактическом и оперативном уровнях.

Ценообразование: понятие цены, этапы формирования, классификация

Мармыль Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Николенко Т.Ю.
МАИ, Москва

Ценообразование – это неотъемлемый процесс на каждом предприятии, в котором определяются цены на тот или иной товар, производимым на нем. Установление цены – это важный и сложный этап, во многом зависящий от внешних факторов, что, в какой-то степени, усложняет данный процесс из-за их непредсказуемости. В связи с этим, предприятию необходимо тщательно подходить к выбору и установлению ценовой политики.

Актуальность данной темы сложно переоценить, так как любое предприятия, целью которого стоит получение прибыли, должно нормально функционировать, быть рентабельным и приносить доход, и с помощью правильной ценовой политики этого можно достичь.

На данный момент экономика государства находится в нестабильном состоянии, в том числе из-за мировой пандемии. К сожалению, идет отрицательная динамика снижения доходов населения, что не может не сказываться и на сами предприятия, и на их цены, и ценообразовании в целом.

Существуют следующие этапы формирования цены на предприятии:

1) Определение себестоимости производимого товара, ниже которой продавать его будет нецелесообразным, как так данный товар не будет приносить прибыль;

2) Изучение конъектуры рынка, конкурентов и их цен на аналогичные товары, если такие имеются.

3) Определение категории товара для понимания ценообразования на жизненно важную продукцию. Так как существует система регулирования цен на определенные виды товара со стороны государства.

В настоящее время люди каждый день сталкиваются с понятие «цена», в различных сферах их жизни. Таких цен огромное множество, но все они формируются на основе единых методов. В связи с этим, принято объединять их в определенные группы.

В экономической теории принято выделять классификацию цен, которые объединены по следующим признакам:

1) По характеру оборота:

1.1 Оптовые цены – это цены, по которым предприятие продает свою продукцию другим сбытовым организациям в большом объеме, то есть оптом. К данным ценам относятся закупочные цены, по которым производители реализуют свою продукцию предприятиям и организациям для дальнейшей переработки.

1.2 Розничные цены – это цены, по которым предприятие продает свою продукцию в умеренных объемах индивидуальным покупателям. В состав таких цен входят затраты и прибыль производителя, наценки посредников, а также налоговые и акцизные сборы, если таковые необходимы по законодательству.

2) В зависимости от государственного воздействия:

2.1 Свободные/рыночные цены – это цены, которые определяются производителями продукции на основе анализа спроса и предложения. Свободная цена это совокупность цены спроса, предложения и производства.

Цена спроса – это цена, складываемая на рынке покупателя.

Цена предложения – это цена, указываемая производителем на рынке.

Цена производства – цена, которая представляет собой сумму издержек и средней прибыли на весь авансированный капитал.

2.2 Регулируемые цены – это цены, которые образуются под влиянием государственных органов.

3) По способу установления, фиксации различают:

3.1 Твердые – такие цены утверждаются в процессе подписания договоров и контрактов, и остаются постоянными на весь срок действия данных соглашений. Твердые цены используются в следующих сделках:

•со срочной поставкой;

•с поставкой в короткий срок;

•с поставкой, в которой предполагается длительный срок. При данных соглашениях, в договоре обязательно прописывается условие, что «цена твердая, изменению не подлежит».

3.2 Подвижные – при заключении договора, цена фиксируется с оговоркой, что она может измениться в ту или иную сторону, исходя из рыночной цены. В данном соглашении прописывается фраза об «оговорки о повышении и понижении цены».

3.3 Скользящие – такие цены формируются в процессе производства путем пересмотра исходной цены по договору с учетом возникающих издержек.

4)По способу получения информации об уровне цены выделяют:

4.1 Публичные – это такие цены, которые публикуются в специализированных и фирменных источниках. К данным ценах относятся прейскуратны, цены на торгах и аукционов.

4.2 Расчетные – это цены, которые рассчитываются исходя из индивидуальных заказов по нестандартным договорам, то есть производимых по требованиям заказчика. Цена такого заказа также будет индивидуальна с учетом всех затрат и условий данного договора.

5) С учетом фактора времени цены различают на:

5.1 Постоянные – то есть цены, срок действий которых не определен заранее.

5.2 Сезонные – такие цены, срок действий которых заранее определен.

5.3 Ступенчатые – такие цены, которые последовательно снижаются на определенные товары в заранее оговоренные периоды времени по рассчитанной шкале и т.д.

Если рассматривать авиационную отрасль, то ее можно отнести к олигополии, отличительной чертой которой является «немногочисленность» предприятий и фирм. Поэтому каждый из субъектов данной отрасти при формировании своей ценовой политики должен принимать во внимание поведение и стратегии предприятий-конкурентов.

Маркетинговые исследования в сфере авиаперевозок в компании ПАО «Авиакомпания “ЮТэйр”»

Маслова Т.А.

Научный руководитель — доцент, д.э.н. Землянская Н.Б.

МАИ, Москва

Маркетинговые исследования — важный аналитический инструмент, который значительно снижает риск неопределенности бизнеса и повышает качество управленческих решений, связанных с функционированием бизнеса на рынке, выбором целевого рынка и

планированием маркетинговой деятельности. Поэтому компаниям необходимо регулярно собирать и анализировать различную маркетинговую информацию.

ПАО «Авиакомпания «ЮТэйр» - одна из крупнейших российских авиакомпаний, которая вместе со своими дочерними компаниями, такими как «ЮТэйр Карго» и «ЮТэйр-Вертолетные услуги», составляет один из главных авиационных холдингов страны. Группа «ЮТэйр» занимается выполнением пассажирских и грузовых рейсов по всей России и за рубежом, а также обучением персонала и техническим обслуживанием воздушных судов (вертолётов и самолетов).

Основные цели компании:

1. Укрепление внутреннего рынка пассажирских авиаперевозок на уровне не ниже третьего места среди национальных авиакомпаний с долей рынка не менее 10%;

2. Достижение уровня рентабельности 10%;

3. Выход на новые рынки на национальном и международном уровне путем создания и предложения новых продуктов;

4. Обновление парка воздушных судов за счет закупки новых самолетов малой и средней дальности.

Программа продвижения авиакомпании «ЮТэйр» на данном этапе включает в себя следующие элементы системы коммуникации:

Реклама: рекламно-подарочная продукция, рекламно-каталожные изделия(листовки, плакаты, бортовой журнал), радиоролик на радио, внешняя реклама, ролик на ТВ, медиатированная реклама.

Стимулирование сбыта: работникам компании предоставляется скидка в размере 15%, а для потребителей существует программа поощрений «Статус».

Имидж-реклама направлена на создание положительного образа компании «ЮТэйр», формирование доверительных отношений с потребителем, а также его убеждение в гарантировано высоком качестве оказания услуг.

Стоит отметить, что во время разработок коммуникационных мероприятий, авиакомпания «ЮТэйр», практически не сотрудничает со сторонними организациями, а также не прибегает к услугам маркетинговых компаний. Все маркетинговые коммуникации составляются собственным персоналом из отдела маркетинга.

Список использованной литературы:

1. Ансофф И.Л.: Стратегическое управление. — М., Экономика, 2005. — 412с.

2. Беляев В.И.: Маркетинг: Основы теории и практики. — М.,Кнорус, 2008 — 672с.

Страхование рисков авиационного транспорта

Мацковская А.О.

Научный руководитель — доцент, д.э.н. Ермолаева Е.Н.

МАИ, Москва

1. Практическая ценность: заключается в том, что ее можно применять в целях изучения страховых рисков деятельности воздушного транспорта с последующим принятием управленческих решений с целью развития, инвестиционной и партнерской деятельности.

2. Формулировка проблемы исследования: Проблема неполного страхования от рисков при эксплуатации авиационного транспорта, приводящие к значительному материальному ущербу и финансовым убыткам при авариях, отказах и неисправностях.

3. Цель исследования: изучение и анализ страхования рисков средств воздушного транспорта.

4. Гипотеза исследования: изменение подходов к страхованию воздушного транспорта на перспективу с учетом текущих обстоятельств в мире.

5. Перспектива исследования: при помощи специального правового механизма, с привлечением финансовых средств страховщиков, возможно, добиться надлежащего обеспечения безопасности полетов, уменьшение числа авиакатастроф и максимально возможного возмещения убытков.

В страхование рисков авиакомпаний входит страхование гражданской ответственности, личное страхование, а также всевозможные виды имущественного страхования.

Уникальность авиационного страхования заключается в огромных убытках, после наступления страхового случая. Это один из самых сложных видов страхования по причине того, что сложна сама по себе авиационная и космическая техника и очень дорогостоящи объекты страхования.

Страхование — это отношения по защите интересов физических и юридических лиц при наступлении определенных страховых случаев за счет денежных фондов, формируемых страховщиками из уплаченных страховых премий (страховых взносов), а также за счет иных средств страховщиков.

Современный российский рынок страховых услуг сталкивается со множеством проблем, которые препятствуют его нормальному функционированию:

• Несовершенство и противоречивость нормативно-правового регулирования страховой деятельности;

• Недостаточно эффективная система регулирования;

• Отсутствие единой системы оценки страховых организаций, которая бы давала объективную оценку;

• Ограниченность платежеспособного спроса потенциальных страхователей;

• Недостаток квалифицированных специалистов;

• Отсутствие развитой инфраструктуры оказания страховых услуг.

Страхование авиационных рисков включает в себя:

• Страхование воздушных судов,

• Страхование ответственности владельцев воздушных судов и авиаперевозчиков,

• Страхование ответственности владельцев аэропортов,

• Страхование ответственности производителей авиационной техники,

• Страхование рисков авиационного судостроения и судоремонта,

• Страхование космических рисков,

Анализ ключевых показателей деятельности рынка страхования РФ показал, что данная сфера деятельности является наиболее чувствительной к происходящим событиям общего спада экономики, который произошел на фоне развития процессов, связанных с ограничениями, вызванными Covid-19.

Исследование изменения объема страховых премий показывает, что в течении трехлетнего периода динамика была разнонаправленной, так страховые премии по имущественному страхованию средств воздушного транспорта в 1 полугодии 2020 года превысили премии, полученные в предыдущих периодах, а объем премий полученный в 1 полугодии 2019 года был ниже этого показателя в 1 полугодии 2018 года. Сложившаяся ситуация, свидетельствует о повышении размера страховых премий.

Резкое падение объемов авиаперевозок, означает резкое снижение объема страховых премий для страховщиков в тот момент, когда страховщики ожидали роста премий. Имеется сложность прогнозирования объемов (перевозок, премий) в последующих периодах. Существует высокая вероятность прекращения деятельности (финансовой несостоятельности) многих авиакомпаний, что может повлиять на уровень убыточности страховщиков.

Резко возросшее количество самолетов на земле может повлиять на риск повреждения имущества на земле, при стихийных бедствиях и других катастрофических событиях.

Общие выводы в целом по страхованию авиационной отрасли:

• Падение премий в текущем году,

• Нерегулярность и непредсказуемость работы авиакомпаний

• Неплатежеспособность страхователей могут резко поменять картину для страховщика.

• Высокая подверженность рискам стихийных бедствий при массовом нахождении воздушных судов на земле,

• Серьезное и возможно долгосрочное влияние экономического спада.

Страховщики и авиаперевозчики должны пройти кризисный период вместе таким образом, чтобы, добравшись до «другого берега» страховщики сохранили способность нормально функционировать. Убытки, которые страховщики будут оплачивать завтра, обеспечиваются премиями, которые собираются сегодня. Без дальнейшего повышения тарифов обойтись нельзя.

Роль транспорта в освоении арктических территорий

Мокушова А.Е.
Научный руководитель — Герштейн Ю.М.
РУТ (МИИТ), Москва

Совершенствование работы транспортного комплекса северных территорий РФ связаны с особыми условиями Арктики. Низкая плотность населения, недостаточная инфраструктура, огромная протяженность перевозок, суровые метеорологические и гидрологические условия, непредсказуемая ледовая обстановка на маршрутах судов, недостаточное покрытие территорий всеми видами связи и проблемы радиосвязи в условиях аномального состояния атмосферы создают значительные трудности для обеспечения движения различных видов транспорта и являются большой проблемой в обеспечении безопасности перевозок.

Стратегия развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года была утверждена Президентом России В.В. Путиным 08.02.2013 г. Она предусматривает комплексное социально-экономическое развитие с использованием перспективных технологий, модернизацию инфраструктуры арктической транспортной системы, совершенствование информационно-телекоммуникационной инфраструктуры [1].

Федеральные целевые программы включают реконструкцию 8 аэродромов: Мурманск, Архангельск, Амдерм, Певек, Диксон, Нарьян-Мар, Чокурдах, Тикси и перспективное планирование реконструкции еще 2 аэропортов: Тикси и Чокурдах. [2, 3].

Реализуется проект строительства железнодорожного комплекса "Томмот – Якутск" [4] и проект Северный широтный ход [5], предусматривающий соединение Свердловской и Северной железных дорог.

Протяженность автомобильных дорог федерального значения составляет 729,5 км. Акцент делается на ремонтно-восстановительных работах на этих участках дорог.

Северный морской путь обеспечивает основной вывоз минерального сырья и непосредственно зависит от перспектив реализации инвестиционных проектов по добыче природных ресурсов ("Ямал СПГ", Варандей, Диксон, Дудинка, Новый Порт, Норильск) - в целом 15 действующих и перспективных проектов (11 по нефти и газу, 4 - руде и углю). [6]

Благодаря созданию атомных ледоколов и развивающейся береговой инфраструктуре в виде портов и аэродромов Россия сможет контролировать реальную ситуацию в своем секторе Северного Ледовитого океана. При этом роль различных видов транспорта является первостепенной для освоения ресурсов северных территорий и арктического шельфа [7].

Управление рисками в проектной деятельности

Мохова К.М., Беляков Е.А.
МАИ, Москва

В рыночных условиях осуществление производственно-хозяйственной деятельности всегда сопровождается возможностью возникновения разного рода рисков, которые могут оказать крайне негативное влияние на каждый бизнес-процесс субъекта хозяйствования, а также его и итоговые финансовые результаты.

Предпринимательская деятельность, к которой также относится электроэнергетика, всегда содержит определённую долю риска, которую предприниматель берёт на себя, определив, как характер, так и масштабы данного риска. Для того, чтобы успешно существовать в сегодняшних условиях рыночной экономики каждому предпринимателю крайне необходимо для соответствия требованиям времени, решаться на внедрение разного

рода технических новшеств и на самые смелые, нетривиальные действия, что в свою очередь, в значительной степени усиливает риски.

При этом, решение каждой возникающей бизнес-задачи в большинстве своем решается посредством реализации того или иного проекта, который приводит к возникновению уникальных изменений. При этом, проект реализует конечную цель при наличии ресурсных и временных ограничениях, что требует от каждой организаций обязательного применения специальной методологии процесса управления проектами и важной его составляющей управления рисками. Именно по этой причине необходимо понимать, что такое риск и уметь правильно, и заблаговременно идентифицировать и анализировать риски, оценивать степень их влияния на проект, что позволит выработать адекватные инструменты нивелирования и управления рисками.

Неоднозначность существующих толкований понятия «риск», равно как и его не полная разработанность в данное время проявляются в признаках риска, которые были выделены авторами Жариковым В.В., Жариковой М.В. и Евсейчевым А.И. на основании различных исследований. Для любой сферы предпринимательской деятельности крайне важно знать и в полной мере понимать действительную сторону риска, которому его деятельность подвергается.

Важно знать, что, при этом под стоимостью возникшего риска понимается фактически понесённые предпринимателем убытки или затраты на снижение величины понесённых убытков, а также затраты по возмещению самих убытков и их возможных последствий. Правильная и точная оценка действительной стоимости возникшего риска позволяет в полной мере и объективно представить весь объём убытков, также наметить путь по их уменьшению в будущем периоде.

Самым важным признаком риска является неопределенность. Применительно к проекту менеджменту понятия «риска» и «неопределенности» наиболее полно раскрыты в работах Балдина К.В., Передеряева И.И., Голова Р. С., Вишнякова Я.Д., Радаева Н.Н., Шоломицкого А.Г., где под неопределенностью понимается неполнота или неточность информации в отношении условий (сценариев) реализации проекта, тогда как сам риск определяется как возможность (шанс) недостижения каждым из участников проекта предварительно запланированного того или иного результата его реализации.

Следует понимать тот факт, что степень проявления неопределённости разная у различных категорий проектных рисков.

В процессе реализации проектной деятельности приходится сталкиваться с совокупностью различных видов риска. Они отличаются между собой по месту и времени возникновения, совокупности внешних и внутренних факторов, влияющих на их уровень и, следовательно, по способу их анализа и методам описания.

Поэтому управлять бизнесом и реализовывать проекты в современных условиях — это значит управлять рисками, что в одинаковой степени справедливо, как для текущей оперативной деятельности, реализации проектов, так и для выработки стратегических важных управленческих решений.

Сегодня мир управления проектами дает особый шанс каждой даже самой маленькой компании стать большой, а большой компании — стать наиболее эффективной. Успешно реализуемые проекты — это шанс для России как государства не только вернуть уважение собственных граждан, но и перейти из разряда развивающихся стран в число развитых.

В особенности качественное управление проектами важно для системообразующих предприятий, продукция которых обеспечивает общую национальную безопасность страны, к которым в том числе относится и сфера электроэнергетики.

Стратегия импортозамещения в авиационной промышленности России

Набатов Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Прозоров Д.Е.
МАИ, Москва

На сегодняшний день продолжается работа над импортозамещением в отечественной авиационной отрасли, начавшаяся после введения экономических санкций со стороны Европейского Союза и США против Российской Федерации. Реализуется Государственная программа Российской федерации

"Развитие авиационной промышленности", предусматривающая обеспечение потребности в авиационной технике за счет продукции, произведенной на российских авиационных предприятиях.

Стратегия импортозамещения в авиационной промышленности России предусматривает снижение зависимости от зарубежного оборудования, комплектующих материалов, программного обеспечения, услуг зарубежных компаний, и направлена на разработку собственных инновационных технологий и программных средств, позволяющих обеспечить эффективность и конкурентоспособность отечественного авиастроения, увеличения экономического роста.

Однако, в авиационной промышленности существует ряд сложностей, влияющих на импортозамещение, связанных с отсутствием отечественных аналогов определенных технологий и услуг, зависимость от импорта наукоемких областей, в первую очередь-агрегатостроения и производства систем авионики. Также сложности представляет процесс сертификации производства и деталей.

Несмотря на объективные сложности, государство осуществляет системную работу процесса импортозамещения в авиационной промышленности, направленную на поддержку отечественных компаний, ориентированных на внешний рынок. Меры государственной поддержки авиационной отрасли предусматривают:

• Многоступенчатое финансирование;

• Налоговые стимулы для открытия новых производств;

• Субсидирование процентных ставок по кредитам, полученным на цели технического перевооружения;

• Софинансирование из средств федерального бюджета перспективных НИОКР и государственных капитальные вложения;

• Усовершенствование нормативной базы [1].

Реализация мероприятий по импортозамещению в авиационной промышленности России позволит повысить конкурентоспособность отечественного авиапрома, обеспечит экономическую безопасность страны. Примерами реализации стратегии импортозамещения в авиационной промышленности становятся:

• Российский ближнемагистральный узкофюзеляжный пассажирский самолёт Sukhoi Superjet 100

• Российский среднемагистральный узкофюзеляжный пассажирский самолёт МС–21

• Турбовентиляторный двигатель со смешением потоков PowerJet SaM146 (СМ 146)

• Семейство российских перспективных гражданских турбовентиляторных двигателей ПД-14.

Список использованных источников:

1. Об утверждении правил предоставлении субсидий из федерального бюджета участникам промышленных кластеров на возмещение части затрат при реализации совместных проектов по производству промышленной продукция кластера в целях импортозамещения [Электронный ресурс]: Проект Постановления Правительства РФ (по сост. на 13.10.2015) (подготовлен Минпромторгом России) (Постановление подписано 28.01.2016 № 41). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193186/ (дата обращения: 28.01.2016).

2. Государственная программа Российской Федерации "Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы", сайт Министерства промышленности и торговли Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: http://www.minpom.gov.ru

3. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1900 от 09.07.2015 г «Об образовании Межведомственной рабочей группы по снижению зависимости отрасли гражданского авиастроения от импорта оборудования, комплектующих и запасных частей, услуг (работ) иностранных компаний и использования иностранного программного обеспечения, а также по развитию отрасли гражданского авиастроения Российской Федерации» [Электронный ресурс] https://gisp.gov.ru/plan-import-change/?type=avia&ID=439

4. Импортозамещение в России, как системообразующий фактор развития авиационной промышленности. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, (Россия). http://engine.aviaport.ru/issues/117/pics/pg06.pdf

Стратегия развития для предприятий аэрокосмической отрасли

Нгуен Тхи Фыонг Ан

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Барсова Т.Н.

МАИ, Москва

Актуальность выбранной темы состоит в том, что, стратегическое развитие не только влияет на текущую деятельность аэрокосмической компании, но и определяет направление будущего развития предприятия. Особенно в эпоху цифровых технологий аэрокосмические предприятия должны постоянно исследовать и разрабатывать соответствующие стратегии.

Аэрокосмическая промышленность — это сектор с основными инвестициями в исследования и разработки. Однако предприятии в этой области не могут достигаться цели, если они будут только исследовать и разрабатывать продукты без разработки соответствующих стратегий для продвижения своей продукции.

С другой стороны, поскольку все аэрокосмические предприятия являются инновационными, они в большей степени, чем другие организации, испытали на себе негативное влияние кризиса на авиационный рынок. Если у предприятия подходящая стратегия выхода из кризиса, это повысит его конкурентоспособность, а также сведет к минимуму ущерб, нанесенный кризисом.

Следовательно, тема "Стратегия развития для предприятий аэрокосмической отрасли" имеет большое практическое значение, привнося предприятий аэрокосмической отрасли эффективную, инновационную и актуальную стратегию в цифровую эпоху.

Цель исследования — рассматривать существующую стратегию предприятий аэрокосмической отрасли и создать новую стратегическую альтернативу

Первым этапом создания обновлённой стратегии является конкурентный стратегический анализ, подразделяющийся на направления анализ внешней среды и внутренней среды. Конкурентный анализ можно проведен по методике SWOT–анализ, “Пять сил конкуренции” М. Портера, PEST–анализ.

По результатам анализа внешней и внутренней среды предприятий темы изучает и исследует текущие корпоративные стратегии, структуру и управление стратегии предприятия. Также важно сравнить стратегию компании и ее конкурентов в аэрокосмической отрасли. Отсюда мы можем увидеть оставшиеся проблемы в процессе построения и развития стратегии компании.

Процесс построения и развития стратегии предприятии в аэрокосмической сфере имеет ограничения и проблемы. Кроме того, постоянные изменения технологий, техники, экономики и общества в эпоху цифровых заставят компании создавать подходящие альтернативные стратегии.

Изменения в цифровую эпоху требуют от компании принятия комплекса стратегий, таких как: слияние с другими компаниями в этой области, приобретение и создание альянсов

для сохранения или увеличения доли рынка; снижение затрат; расширение ассортимента продукции; создания зеленых технологиии; разработка программ распределения рисков для укрепления их позиций в этом секторе и улучшения финансовых перспектив.

Таким образом, если предприятия сформулируют соответствующие стратегии, их ограничения будут преодолены, и их конкурентные позиции в аэрокосмическом секторе будут усилены.

Список использованных источников:

1. Ромашов, Александр Васильевич, Вячеслав Викторович Баранов. Стратегии развития научно-производственных предприятий аэрокосмического комплекса - М.: Инновационный путь. Альпина Паблишер, 2009.

2. Кузьмичёва, А. А., Стратегия развития авиационного предприятия - М.: Транспортное дело России 4, 2017.

3. Макаров, Ю. Н., and Е. Ю. Хрусталёв. "Методы анализа и разработки стратегии развития предприятий ракетно-космической промышленности." Национальные интересы: приоритеты и безопасность 31, 2012.

4. Попова, Ульяна Ивановна, and Магомед Даниялович Магомедов. "Современное состояние и перспективы развития предприятий малого и среднего бизнеса." Экономика: вчера, сегодня, завтра 9.1-1 (2019): 759-766.

5. Mocenco, Daniela. Management strategies in the aerospace industry. Particular case: The Boeing Company - INCAS Bulletin7.1, 2015

Влияние маркетинговых решений на эффективность и прибыльность организации

Ни Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Казакова Н.В.

МАИ, Москва

Правильно выбранная стратегия и целевые показатели развития, а также правильно подобранная по данным целям маркетинговая стратегия положительно влияют на финансовое положение и прибыль организации.

В целях улучшения маркетинговой деятельности и повышения конкурентоспособности, организациям необходимо на регулярной основе осуществлять оценку эффективности маркетинга. Перед тем как построить модель оценки эффективности маркетинга надо определить критерии оптимальности. Оценить эффективность маркетинговой деятельности очень непросто, но это одна из основных задач менеджмента любой организации, ведущей свою деятельность на конкурентном рынке.

Существует множество моделей оценки эффективности маркетинговой деятельности. Каждый показатель играет важную роль для определения и принятия решений для достижения высокой эффективности деятельности организации и ее прибыльности. Существует методика оценки эффективности маркетинговой деятельности, которая базируется на совокупности показателей, а они в свою очередь формируют соответствующие виды затрат организаций. Подобные методики построены на основе структуры комплекса маркетинга, который включает в себя затраты организаций на осуществление товарной и ценовой политики, распространения и стимулирования сбыта товара. Считается, что оценка эффективности маркетинга начинается на стадии планирования мероприятий по маркетингу. Важность реализации любой цели и, планируемого маркетинга для ее достижения, обязательно должна быть обоснованной и просчитанной.

Проведя анализ методов оценки эффективности маркетинговой деятельности в организациях, которые предлагаются различными специалистами можно выделить:

• Показатели бывают внешние и внутренние. По ним можно оценить эффективность маркетинговой деятельности организации, но только в совокупности, так как по отдельности они не будут в полной мере описывать результаты маркетинговой деятельности;

• При помощи оценки показателей комплекса маркетинга можно определить эффективность службы маркетинга организации, выявить направления для их оптимизации и последствия их реализации;

• Для наиболее точной оценки маркетинговой эффективности в промышленной организации необходимо использовать комплексную оценку показателей;

• Маркетинг влияет на прибыль от реализации продукции компании в первую очередь с помощью воздействия на цены и объемы продаж, и поэтому необходимо, в том числе, проводить экономический анализ полученных по итогам маркетинговых решений результатов;

• Показатель маркетинговой прибыли является более точной мерой экономического эффекта маркетинга по причине того, что он учитывает основные направления влияния маркетинговой деятельности на итоговые результаты деятельности организации.

Таким образом, проведя анализ эффективности маркетинговых решений организации, можно выявить недочеты, определить направления для оптимизации текущей деятельности. По итогам такого анализа, будет выявлена важность принятых (или не принятых) управленческих решений, которые в свою очередь влияют/повлияли также и на прибыль организации.

Современная экономика после пандемии коронавируса: проблемы и перспективы

Овчинникова А.В.
Научный руководитель — Черникова Е.А.
МАИ, Москва

В декабре 2019 года в городе Ухане, расположенном в центральном Китае, были обнаружены первые случаи пневмонии неизвестного происхождения у местных жителей. Позднее, 31 декабря 2019 года, власти Китая проинформировали о вспышке неизвестной пневмонии Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ). 30 января эта организация объявила эпидемию коронавируса угрозой всемирного значения, в последствии заболевание получило название COVID-2019 (сокращенно COVID-19). Также 30 января Международный валютный фонд (МВФ) признал, что эпидемия повлияет на всю глобальную экономику.

Очевидно, что пандемия коронавируса окажет и значительное влияние на российскую экономику. Негативные явления будут наблюдаться как минимум несколько лет. Пострадает множество предприятий из сферы услуг и транспортная сектора, а ключевые для российской экономики нефтегазовый и горнометаллургический сектор могут оказаться в глубоком системном кризисе.

В результате глобальной пандемии коронавируса остановились заводы и фабрики, прекратилось авиасообщение между странами и опустели улицы всех мировых столиц. В режиме самоизоляции находятся около 4 миллиардов человек — это почти 50% всего населения планеты. Только по официальным данным на 23 мая 2020 года почти 5,4 млн. заражены COVID-19, более 340 тыс. уже умерли.

Сильнее всего пострадали сферы авиаперевозок, развлечений, спорта. Терпят потери туристические агентства, гостиницы, сети общественного питания, структуры дополнительного и частного образования, компании, предоставляющие различные услуги (например, салоны красоты, химчистки). По прогнозам в случае продолжительного карантина вновь откроется не более 30% предприятий малого бизнеса из сферы услуг.

Оценить экономический ущерб от серьезных эпидемий непросто: в эпоху глобализации еще не было таких респираторных инфекций, которые привели бы к смерти сотни тысяч людей за короткий период. Также дать точную оценку трудно из-за возможного происхождения наиболее негативного сценария. Сложно оценить масштаб распространения эпидемии в случае повторной вспышки, а также возможность государства оказать меры поддержки населению, нуждающимся компаниям и предприятиям, пострадавшим от COVID-19.

В результате пандемии коронавируса современный мир столкнулся с новыми глобальными вызовами и проблемами, которые очень сложно решить, тем более за короткий срок. Очевидно, что необходимы системные меры, позволяющие оперативно справиться с вирусом, чтобы сохранить жизнь и здоровье людей и нормализовать экономическую ситуацию. Следует придерживаться сбалансированного план действий, который бы смог предусмотреть все возможные варианты развития событий и решить возникшие трудности, в том числе экономического характера.

Международное сообщество уже задумывается над необходимости в вырабатывании новой модели развития человечества, которая была бы построена на принципах устойчивого, стабильного развития человечества и бережного отношения к экосистеме нашей планеты.

Пандемический кризис приводит к изменению показателя ВВП, в большинстве крупнейших экономик мира его значение значительно снизится и даже, возможно, уйдет в зону отрицательных значений.

Причиной резкого «охлаждения» на мировом рынке выступает целый ряд причин: высокая волатильность (изменчивость) цен на сырье, простой производств, снижение объемов личного потребления, а также повсеместные перебои в международных цепочках поставок и создания добавленной стоимости.

Альтернативные варианты продвижения самолетов семейства МС-21 на отечественный и международный рынки

Панишева А.К.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Калугина Г.А.
МАИ, Москва

Сегмент узкофюзеляжных среднемагистральных авиалайнеров считается самым конкурентоспособным в мировой авиации. На начало 2020 года доля лайнеров данной категории в структуре всей гражданской авиации превосходила 60%. А с учётом пошагового отказа авиаперевозчиков от дальнемагистральной техники, через 20 лет среднемагистральные узкофюзеляжные самолеты смогут занять до 70% рынка пассажирских авиаперевозок. Тем не менее, его большая часть на многие годы вперёд разделена между мировыми авиагигантами — Boeing и Airbus, потеснить позиции которых перспективной отечественной разработке МС-21-300 будет крайне нелегко.

Стоит отметить, что главные характеристики МС-21-300 позволят ему наравне конкурировать с продукцией авиастроительных корпораций. Boeing и Airbus ежегодно производят десятки судов семейств B737 и A320, а отечественный МС-21 на данный момент ещё не завершил программу лётных испытаний и не получил сертификат типа. Однако собственные преимущества, пандемия Covid-19 и проблемы с надёжностью у главного конкурента дают надежды на то, что российский лайнер сможет завоевать свою долю рынка пассажирских авиаперевозок.

В данное время в ОАК прогнозируют завершение программы испытаний лайнера МС-21 до конца 2021 года, после чего, первые авиалайнеры начнут поступать заказчикам, а преимущественно — российским авиакомпаниям. В настоящий момент ОАК насчитывает портфель твёрдых заказов из 175 авиалайнеров, но при действительном выходе МС-21 на рынок в 2021 году и положительного опыта первых эксплуатантов, данное число может быстро возрасти.

Специалисты ОАК полагают, что в следующие 20 лет отечественные авиационные компании получат до 1000 МС-21. Ёмкость мирового рынка авиационных судов данного класса на указанный период расценивается в 30 000 штук. Предусматривая предельную проектную мощность ПАО «Корпорации «Иркут» — 72 авиа машины в год, отечественный авиапроизводитель в отмеченные сроки сможет целиком обеспечить внутренний спрос и завладеть 5% мирового рынка среднемагистральных узкофюзеляжных авиалайнеров.

На отечественном рынке планируется занять до 70%. Первым и главным заказчиком МС-21 значится "Аэрофлот" (подписан твердый контракт на поставку 85 судов), также авиалайнеры будут направляться другим российским компаниям, включая Red Wings.

С региональными авиакомпаниями «Якутия» и казахстанской «Bek Air» подписаны соглашения о намерениях на покупку авиалайнеров МС-21, а также подписаны соглашения на поставку 5 и 10 воздушных судов соответственно.

На международном рынке рассчитывается занять до 20%. Весомые экспортные возможности МС-21 имеет на активно развивающихся авиационных рынках, таких как Юго-Восточная Азия, Латинская Америка, Индия, Ближний Восток.

ОАК планирует вывести на рынок Юго-Восточной Азии и другую свою гражданскую продукцию. Рынок Азиатско-Тихоокеанского региона динамично развивается, среднегодовое увеличение пассажиропотока в Азии ожидается выше мирового на 1-2%. В планах это позволит АТР стать одним из крупнейших в мире по потребности в новых авиалайнерах, а Индонезии - одним из основных рынков по продвижению новых российских гражданских судов.

Таким образом, МС-21 — это самолёт, который сможет в значительной степени помочь отечественным авиастроителям решить проблемы с международными продажами. Кроме того, МС-21 имеет все шансы "подвинуть" конкурентов на внешних рынках.

Список использованных источников:

1. URL: https://aviation21.ru/ms-21-mozhet-zanyat-do-5-procentov-mirovogo-rynka-v-svoyom-klasse/
2. URL: https://www.interfax.ru/interview/655441
3. URL: https://tass.ru/ekonomika/6808870
4. URL: https://life.ru/p/1242588
5. URL: https://aviation21.ru/ms-21-itogi-2020-goda/

Современные проблемы взаимодействия участников инновационной деятельности

Петлинская Т.В.
Научный руководитель — к.э.н. Давыдов А.Д.
МАИ, Москва

Доклад посвящен вопросам взаимодействия участников инновационной деятельности между собой и с внешней средой, и роли их инфраструктуры в этой связи. Основное внимание уделено таким актуальным проблемам, как дублирование и рассогласованность действий ряда организаций, в результате чего наблюдается рост издержек на тематические исследования, и, соответственно, увеличение цены на выходе готового инновационного изделия.

В докладе представлены результаты исследований по источникам возникновения, функционирования и взаимодействия различных субъектов инновационной инфраструктуры, состав и функции которых различаются в зависимости от форм институционализации. В данном контексте рассмотрены такие системообразующие институты, как технологические платформы, технопарковые структуры, бизнес-инкубаторы, технопарки, территории инновационного развития, особые экономические зоны, иннограды, наукограды, центры кластерного развития, центры коллективного пользования, инжиниринговые центры, центры трансфера технологий, сертификационные, испытательные и информационные центры. Для того, чтобы выявить все необходимые условия для их эффективного функционирования и взаимодействия, был применен институциональный подход, что позволило исследовать широкий спектр экономических, общественных институтов, влияние которых существенно для инновационной деятельности.

В заключительной части доклада представлены результаты исследования производственной, научной, финансовой, нормативно-правовой составляющих, а также механизмы взаимодействия всех звеньев и элементов инновационной инфраструктуры.

Список использованных источников:
1. Dodgson M., Gann D. M., Phillips N. The Oxford Handbook of Innovation Management. Oxford: Oxford univ. press, 2014. 1005 p.
2. North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge univ. press, 1990. 152 p.
3. Егорова А.А., Ужегов А.О. Влияние институциональной среды на развитие инноваций в Российской Федерации // Вестник Челябинского государственного университета. 2019. № 3 (425). Экономические науки. Вып. 64. С. 78-86.
4. Механизмы обеспечения инновационного развития субъектов предпринимательства: монография // Асаул А.Н., Загидуллина Г.М., Емельянов О.О., Фалтинский Р.А.; под ред. заслуженного деятеля науки РФ, д-ра экон. наук, профессора А.Н. Асаула. – СПб.: АНО «ИПЭВ», 2016. 418 с.
5. Наука, инновации, образование: актуальные вопросы и современные аспекты: монография // Под общ. ред. Гуляева Г.Ю. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». 2021. 244 с.
6. Никитская Е.Ф., Валишвили М.А. Институциональные аспекты инновационного развития территорий // Креативная экономика. 2018. Том 12. № 5. С. 573-586.
7. Седых И. О., Лапшина Е. Н., Яшин С. Н. Управление созданием инновационной инфраструктуры в современных условиях // Вестник Алтайской Академии Экономики и Права. 2021. № 1. Ч.1. С. 85-91.

Разработка стратегии сбалансированного развития промышленного предприятия

Петрова А.О.
Научный руководитель — доцент, Зубеева Е.В.
МАИ, Москва

Текущая экономическая ситуация в России, в том числе курс на импортозамещение, выводит отечественные предприятия на новый уровень развития. Правильно сформированный стратегический план становится мощным инструментом для обеспечения их эффективной деятельности.

Существует множество подходов к разработке стратегии предприятия.

Принимая во внимание, что большинство современных предприятий действуют в условиях жесткой конкуренции, нестабильного спроса и регулярных изменений в технологиях, в стратегии их развития должны быть обеспечены сбалансированность и равновесие планов по производству и продаже продукции, по труду и численности работников, по внедрению инноваций, новых технологий и инвестициям, по доходам и расходам и т.п.

В этой связи сегодня на первый план выходит тема формирования стратегии сбалансированного развития промышленного предприятия, для разработки которой применяется подход, основанный на системе сбалансированных показателей, обеспечивающий связь стратегического и тактического уровней планирования, “баланс” между финансовыми и нефинансовыми показателями и причинно-следственные связи.

Система сбалансированных показателей концепция стратегического управления, основанная на четком формулировании основных показателей и оценке их эффективности, формировании причинно-следственной связи между ними и определении ответственных за их достижение.

Разработка стратегии осуществляется на 3-5 лет сверху вниз путем формирования 4-х "перспектив": финансы, клиенты и рынок, внутренние бизнес-процессы, обучение и развитие.

На первом этапе формируется перспектива «Финансы», формулируются финансовые цели (рост прибыли, снижение издержек, повышение рентабельности и пр.).

Пути достижения финансовых целей отражаются в перспективах "Внутренние бизнес-процессы" (разработка новой продукции, технологии, оптимизация деятельности,

техническое перевооружение, повышение производительности и т.п.), и «Клиенты и рынок» (повышение лояльности и активности клиентов, увеличение доли рынка и т.п.).

В перспективе "Обучение и развитие" формулируются цели, связанные с совершенствованием внутренних ресурсов предприятия.

Далее для каждой стратегической цели формируются показатели эффективности, посредством которых ежегодно осуществляется мониторинг и контроль реализации стратегии.

Стратегия сбалансированного развития промышленного предприятия является наиболее эффективной для современных промышленных предприятий, которая позволяет рассматривать их не как механическую, а как «живую» систему, основой развития которой является персонал и инновационный тип мышления его руководителей.

Маркетинговое исследование предприятия среднего и малого бизнеса в сфере полиграфических услуг

Пидько В.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Комарова Н.В.
МАИ, Москва

Полиграфия представляет собой особую отрасль промышленности, предназначенную для удовлетворения потребностей в упаковочной, печатной и рекламной продукции. Поскольку полиграфическая продукция применяется в любой сфере деятельности человека, спрос на продукцию есть всегда. Важной особенностью отрасли является, что рыночная власть покупателей на рынке полиграфических услуг не является столь значительной, как других промышленных отраслях, ввиду того, что нельзя однозначно дать ответ к какой сфере относиться компания. Производя продукцию, организация, по сути, оказывает полиграфическую услугу. В качестве основных движущих сил рынка полиграфии представлены в ранжированном порядке:

- Экономическая ситуация в стране и мире;
- Активность инвесторов на национальном рынке;
- Политика органов власти.

Маркетинговое исследование - фундамент формирования маркетинговой стратегии предприятия, которая в свою очередь является необходимым условием достижения организацией лидирующих позиций и ее эффективного функционирования. Основываясь на маркетинговом исследовании предприятия, и отрасли в целом, можно определить как управление организацией, осуществляет гибкое регулирование и своевременные изменения на предприятии, ориентирует производственную деятельность на запросы потребителей, позволяющие добиваться конкурентных преимуществ, что в совокупности в результате позволяет предприятию не только выживать, но и достигать своей цели в долгосрочной перспективе.

В настоящее время, из-за большого количества особенностей и значительных угроз, наблюдаемых в отрасли полиграфических услуг, маркетинг является одним из ключевых факторов успешной деятельности организации

Для выявления проблемы организации стратегического характера необходимо изучить современное состояние объекта, получить представление о его условиях функционирования, проблемах и намерениях (или задачах) руководства по дальнейшему развитию. Инструментами решения этой задачи выступают:

- Отраслевой анализ;
- Институциональный анализ – PEST-анализ;
- Определение КФУ в отрасли;
- Диагностика показателей внутренней среды и ресурсов предприятия;
- SWOT-анализ;
- Матрица возможностей и угроз.

Отраслевой анализ необходим для общего понимания внешней среды предприятия – размеров рынка, масштабов конкуренции, темпов технологических изменений и продуктовых инноваций, числа потребителей и распределения сил на рынке.

PEST-анализ — предполагает анализ политических, экономических, социальных и технологических групп факторов, каждая из которых характеризуется рядом показателей, необходимых для оценки воздействия внешней среды на социально-экономическую систему.

Ключевые факторы успеха (КФУ) - естественным образом отражают потребности и ожидания клиентов относительно качества и характеристик предлагаемого продукта, что является определяющим фактором достижения благоприятного положения на рынке.

SWOT- анализ в совокупности с матрицей возможностей и угроз позволяет не только оценить угрозы и возможности, слабые и сильные стороны, но и принять своевременные меры по устранению указанных недостатков и совершенствованию коммерческой деятельности предприятия.

Используя результаты проведенного маркетингового исследования, руководство компании начало разрабатывать стратегию, которая позволит воспользоваться возможностями и избежать последствий от угроз внешней среды.

Исходя из вышеизложенных пунктов, к сожалению, можно сделать следующий вывод. Для повышения прибыльности полиграфического предприятия среднего и малого бизнеса необходима поддержка малых предприятий и отрасли полиграфических услуг в целом со стороны государства. Говоря, о внутри организационных изменениях в компании, на данный момент достигнут максимальный баланс прибыльности, организационной культуры и эффективности работы производства. В случае отсутствия изменений политического внутригосударственного характера, изменения организации исследуемого предприятия не требуются.

Список использованных источников:

1. Комарова Н.В, «Стратегическое управление в авиационной промышленности», 2016 г.
2. Кузнецова А.Д., Комарова Н.В., «Исследование проблем и формирование стратегии развития авиакомпании», 2018 г.
3. Панов А.И., «Стратегический менеджмент», 2002, 240 стр.
4. Зуб А.Т., «Стратегический менеджмент. Теория и практика», 2004, 416 стр.
5. И.М. Синяева, С.В. Земляк, В.В. Синяев, «Маркетинг в малом бизнесе», 2006. 287 с.
6. Калачанов В.Д., Турищева М.А., «Организация производства и менеджмента в промышленности», 2003 г.
7. Официальный сайт объекта исследования – vikonta-print.ru

Модернизации системы государственной гражданской службы РФ как инструмент эффективной работы госорганов

Полидорская М.Ю.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Данилочкина Н.Г.
МАИ, Москва

В качестве одного из самых значимых направлений госслужбы рассматривается достижение и поддержание продуктивного и устойчивого государственного функционирования, а степень развитости госслужбы находит непосредственное отражение в итогах и динамике реформирований в каждой из существующих сфер социальной и государственной жизнедеятельности.

На данный момент отмечается увеличение количества претензий, который предъявляются относительно продуктивности гос. управления на территории Российской Федерации. Вместе с тем, на госслужбе, как на важном институте, лежит определенная доля ответственности за низкокачественное оказание госуслуг, осуществление государственных функциональных задач, несоответствие социальным требованием, недостаточную активность и закрытый характер госаппарата.

Основная цель настоящего исследования заключается в осуществлении детального анализа и выработке практических рекомендаций, ориентированных на повышение качества и эффективности функционирования системы гражданской госслужбы на территории России для наращения уровня производительности функционирования органов госвласти.

В качестве объекта настоящей исследовательской работы выступает система гражданской госслужбы России, а предметом – предложения по совершенствованию функционирования государственных органов.

В процессе исследования российской системы госслужбы были выделены следующие проблемы, нуждающиеся в приоритетном разрешении:

• Повышение эффективности и качества управления составом кадровых ресурсов системы гражданской госслужбы России, модернизация образования данного состава кадровых ресурсов;

• Повышение эффективности и качестве развития госслужащих из числа граждан России в профессиональном плане, улучшение уровня профессионализма граждан, несущих госслужбу;

• Улучшение престижности гражданской госслужбы;

• Повышение эффективности и качестве функционирования механизмов, ориентированных на борьбу с коррупционными проявлениями, в рамках системы гражданской госслужбы.

На данный момент представляется все более явным то, чтобы изменить и усовершенствовать госуправление, увеличить уровень эффективности и качества функционирования органов государство, требуется радикальный пересмотр политики кадрового обеспечения системы гражданской госслужбы.

Мы придерживаемся точки зрения о том, что внутри государственно-властных органов имеют общую нормативную регламентацию лишь характер и форматы образования, отвечающие специальности деятельности граждан-госслужащих, но нет профильной нормы, которая имела бы прямую связь с процессами определения продуктивности работы и процессами профразвития граждан-госслужащих.

При наличии принципиально новых гражданской госслужбе Российской Федерации вызовов, задач и целеполаганий, вопрос, касающийся интеграции в соответствующую систему наиболее актуальных и востребованных инструментов кадрового обеспечения, приобретает особенную актуальность.

На основании информации, полученной в ходе настоящей исследовательской работы, можно обосновать значимость повышения качества и эффективности системы кадрового управления. Кроме того, можно сформулировать соответствующие практические рекомендации.

Для обеспечения качественной переподготовки и профподготовки граждан-госслужащих, мы предлагает организацию и осуществление переподготовок и аттестаций таких служащих с применением проработанного комплекса критериев. Кроме того, мы полагает, что нужно интегрировать в практику направления подготовки граждан, состоящих на госслужбе, по вспомогательным программам профессионального плана.

Целесообразно выделить важность интеграции в практику и современных методик стимуляции, оценки, финансирования и планирования деятельности граждан, состоящих на государственной службе, оптимизированное применение ресурсов, имеющихся в системы госслужбы.

Кроме того, нами предложение предельно полное применение возможностей современных информационных технологий с целью автоматизации процедур, связанных с кадрами. Так, следует внедрить систему электронного приема документов на вакантные должности в органах госвласти и систему «открытых» (дистанционных) конкурсов на замещение вакантных должностей с использованием электронных тестовых и оценочных процедур.

Представленные выше предложения дадут возможность улучшить функционирование государственных структур, повысить уровень продуктивности госуправления, а также дадут возможность закрепить статус граждан, несущих службу в государственных структурах.

Разработка мероприятий по совершенствованию системы мотивации персонала на предприятиях авиационной и ракетно-космической отрасли

Пурешич С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Москва

Желание и стремление работника выполнять собственную работу считаются одними из важнейших факторов успеха функционирования организации. Дорога к действенному управлению персоналом организации лежит через понимание его мотивации. Действенная система мотивации очень важна для тех, кто работает в высокотехнологичных отраслях. К таким отраслям относятся авиационная и ракетно-космическая отрасль. Это, прежде всего, связано с такими особенностями этих отраслей, как высокая наукоемкость и оборонная направленность. Благодаря этим двум особенностям создается надобность подготовки персонала, обладающего высоким уровнем мотивации и осознающего уровень собственной ответственности.

На данный момент можно найти огромное число теорий, которые описывают понятие мотивации.

В биологии мотивация- это интенсивное положение структур мозга, которые побуждают человека выполнять действия, закрепленные и приобретенные опытом, нацеленные на удовлетворение потребностей.

В психологии мотивация- это то, что мотивирует деятельность человека. По сути, оба этих определения обозначают одно и то же.

У системы мотивации существует главная цель, которая заключается в получении максимальной отдачи от использования и применения человеческих ресурсов. Очень важно создать правильный мотивационный механизм. Правильное создание данного механизма влияет на эффективность производства, а также на повышение общей эффективности и прибыльности предприятия.

В современных условиях жесткой конкуренции, организации обязаны проводить обучение, повышение квалификации, а также переподготовку каждого сотрудника. Для этого каждый сотрудник также должен быть соответствующим образом мотивирован.

Немаловажным фактором, который влияет на мотивацию работающих, является общение между руководителем и сотрудником.

Главной задачей любого руководителя – это создание таких условий, при которых сотрудники будут показывать такие модели поведения, которые будут способствовать выполнению поставленных задач. Выделяют два основных типа мотивирования, которые напрямую зависят от того, что оно преследует и какие задачи решает.

Первому типу характерно побуждение человека к определенному действию путем внешних манипуляций, в том числе подобранными мотивами, побуждающими человека к осуществлению конкретного действия и ведущими к желаемому результату. Второй тип мотивирования заключается в формировании конкретной внутренней мотивационной структуры человека.

Авиационная промышленность считается одной из крупнейших в секторе высоких технологий российской экономики. Ей принадлежит самая большая доля экспорта оборонного комплекса, а высокие технологии создают большое количество рабочих мест, требующих высокой квалификации, и не только на своих предприятиях, но и в смежных отраслях.

Процесс формирования и развития систем мотивации и стимулирования персонала предприятий авиационной промышленности можно разделить на семь этапов:

1. Анализ существующей системы мотивации
2. Изучение существующей системы организации оплаты труда на предприятии.
3. Принятие решений по формированию и развитию систем мотивации и стимулирования персонала предприятия, исходя из особенностей и особенностей авиационной отрасли.

4. Формирование системы мотивации и стимулирования персонала организации, учитывая стратегии организации.

5. Разработка материальных неденежных стимулов (социальный пакет).

6. Разработка и обоснование нематериальных стимулов для персонала.

7. Закрепление всех компонентов системы мотивации и стимулирования персонала во внутренних организационных нормативных документах

В процессе создания системы мотивации и стимулирования персонала необходимо учитывать влияние многих особенностей, которые часто проявляют ситуационный характер. Поэтому для решения вопросов, связанных с функционированием и развитием систем, необходима регулярная работа по их анализу и корректировке.

Меры государственной поддержки авиакомпаний в условиях пандемии Covid-19

Пучков А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Шаламова Л.Ф.
МАИ, Москва

2020 год стал одним из самых тяжелых для гражданской авиации, начиная с закрытия авиасообщений с Китаем и заканчивая запретом международных пассажирский рейсов из Российской Федерации на полгода. В условиях постоянных изменений и ограничений авиакомпании были вынуждены адаптироваться под условия пандемии Covid-19 и выполнять перевозку гуманитарных грузов на пассажирских воздушных судах, развитие внутренних воздушных линий, а также Правительством РФ были организованы специальные вывозные рейсы для возврата граждан из-за рубежа. Согласно данным Международной организации гражданской авиации (ИКАО), пассажиропоток за 2020 год снизился на 60%, по сравнению с 2019 годом.

Ввод ограничений, связанных с недопущением распространения новой вирусной инфекций, также сильно коснулся отрасль гражданской авиации. Обязательным стало ношение масок и перчаток на бортах воздушных судов. По данным Всемирной организации здравоохранения, ношение масок на борту – один из способов воспрепятствовать распространению вирусной инфекции. Это особенно важно, так как в салоне самолета пассажиры находятся в непосредственной близости друг от друга, а маски создают защитный барьер от микробов.

Также обязательной процедурой для сотрудников авиакомпаний, выполняющих внутренние и международные рейсы, и международных путешественников стала сдача тестов ПЦР.

Обязательным для авиакомпаний стала дезинфекция салонов воздушных судов после выполнения пассажирских рейсов. Все эти действия влияют на уровень авиационной безопасности.

Правительство Российской Федерации, на основании Постановления Правительства РФ «О мерах поддержки системообразующих предприятий» от 10.05.2020 № 651, вместе с вводом ограничений на выполнение международных рейсов начало выделять субсидии авиакомпаниям исходя из числа «потерянных» пассажиров, т.е. из разницы пассажиропотока авиакомпаний по сравнению с данными прошлого года. В первую очередь субсидии компенсируют расходы на оплату труда авиационного персонала, так как он является движущим звеном всей авиационной отрасли, а также данная мера государственной поддержки обеспечит продолжение деятельности российских авиакомпаний.

Российский фонд прямых инвестиций объявил о сотрудничестве с Международной ассоциацией воздушного транспорта (ИАТА) в проектах по разработке технологических решений, которые поддержат восстановление международных перевозок. Планируется разработка цифровых инструментов для обеспечения безопасности и помощи авиапассажирам, что позволит ускорить выполнение необходимых процедур в аэропортах

при полном соответствии регуляторным требованиям, что в дальнейшем ускорит восстановление международных авиасообщений и позволит вернуться к обычной жизни.

Несмотря на то, что распространение новой вирусной инфекции замедляется в связи с появлением вакцин, остается ряд проблем с восстановлением авиационной отрасли к уровню 2019 года. Пандемия также остро коснулась производителей авиационной техники: сокращение штата, приостановка выпуска воздушных судов, сокращение заказов. Одним из путей решений данных проблем является предоставление долгосрочных государственных кредитов и договоров авиакомпаниям, а также частичный перевод частных активов в государственные.

Предоставляемых Правительством РФ субсидий недостаточно и большая их часть направлена на поддержание «на плаву» авиакомпаний, которые успели закрепиться на рынке, однако в связи с ограничением международных авиасообщений и снижением потребительского спроса, первая половина 2021 года также останется тяжелой для авиационной отрасли.

Фирменный стиль в создании имиджа авиационной компании «IBERIA»

Раева В.В., Полубкова Н.С.
Научный руководитель — Гойкочеа Моралес
МАИ, Москва

Авиакомпания «Iberia» (офиц. название Iberia, Líneas Aéreas de España, S.A. Operadora, Sociedad Unipersonal) является крупнейшим национальным перевозчиком испании. «Iberia» входит в состав авиационного альянса Oneworld, а также является членом объединения «Iberia Group». Для формирования и поддержания положительного имиджа компании, а также повышения узнаваемости бренда необходимо наличие фирменного стиля.

Актуальность исследования связана с тем, что наличие фирменного стиля и его современность — неотъемлемые атрибуты имиджа авиакомпании, особенно сейчас, в непростой для авиационной отрасли период.

Новизна исследования состоит в изучении элементов фирменного стиля авиакомпании и его изменений за период существования испанского авиаперевозчика «Iberia» до настоящего времени. Итак, в имидже авиакомпании «Iberia» присутствуют следующие элементы фирменного стиля:

1. Логотип компании - в качестве основных цветов красный и желтый цвета испанского флага.

2. Присутствие фирменных знаков на каждом борту авиапарка

3. В 2013 году авиакомпания полностью поменяла стиль. Изменение стиля — часть плана по улучшению сервиса и реформированию компании.

4. Фирменный паттерн ливреи воздушного судна «Iberia» - это надпись красным шрифтом, а на хвосте — стилизованный флаг страны.

5. Особая версия логотипа с короной, который можно увидеть лишь на маленьком логотипе на фюзеляже.

6. Фирменный стиль приобрели интерьеры офисов, форма экипажа, официальный сайт, странички в социальных сетях, печатные издания компании, навигационные и рекламные поверхности.

Таким образом, для формирования эффективного имиджа компании необходимо наличие фирменного стиля, который обеспечит высокую узнаваемость бренда, и существование уникального, выделяющегося, запоминающегося, осмысленного визуального образа авиакомпании, вызывающего положительные ассоциации.

Разработка стратегии развития организации на основе анализа конкурентоспособности

Салдиева В.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Тарасова Н.В.
МАИ, Москва

В условиях современной экономики, которая развивается довольно динамично, особое значение для любого хозяйствующего субъекта имеет обеспечение выживаемости и достижение приемлемой доходности на долгосрочный период, что, непременно принимается во внимание при формировании стратегии. Разработка стратегии необходима для определения направлений развития, фокусировки усилий и координации действий, создания определенного имиджа организации в перспективе.

Принятие конкретного решения о выборе варианта стратегии должно основываться на результатах оценки конкурентоспособности организации.

Конкурентоспособность предприятия представляет собой реальную или потенциальную способность производить и реализовывать продукцию, которая по ценовым и неценовым характеристикам более привлекательна для покупателей, чем продукция конкурентов.

Непрерывный мониторинг конкурентоспособности выступает неотъемлемым элементом практики по развитию и укреплению бизнеса. С опорой на его результаты формируется стратегия повышения конкурентоспособности организации, по итогам реализации которой укрепляется рыночное положение организации и повышается эффективность функционирования в долгосрочной перспективе. Анализ конкурентоспособности организации предполагает необходимость проведения оценки ее положения относительно конкурентов, с одной стороны, и ее способности к оперативному реагированию на изменения факторов конкурентной среды – с другой стороны.

Те хозяйствующие субъекты, которые проигрывают конкурентам по тем или иным направлениям деятельности, обычно рынок покидают или диверсифицируют свою деятельность. Дабы избежать этой участи, необходимо постоянно осуществлять мониторинг изменений рыночной среды, нарабатывать методы противодействия негативной деятельности со стороны конкурентов для поддержания своей конкурентоспособности.

Разработка стратегии маркетинга персонала промышленного предприятия

Сарбаш Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва

Успех любого предприятия — это в первую очередь его персонал, без которого оно не сможет осуществлять свою детальность таким образом, чтобы эффективно выполнять свои задачи.

Одно из основных отличий маркетинга персонала от обычных методов подбора персонала — это восприятие рынка труда как сферу, которая повышает конкурентоспособность предприятия или организации за счет действия по рыночным законам.

Эффективность его использования зависит от внутренних и внешних факторов. К первым относятся цели, которые ставит перед собой организация, ее финансовые ресурсы и кадровый потенциал. Для второго фактора, который оказывает влияние на маркетинг персонала, необходимо проводить оценку ситуации на рынке труда, развитие технологий, социальных потребностей и тому подобное.

Необходимо поддерживать и совершенствовать условия труда сотрудников организации, условия их рабочих мест и всего того, что необходимо им ля эффективного и качественного выполнения своей работы.

Маркетинг персонала реализуется подразделением управления кадрами. Маркетинговая деятельность в сфере управления персоналом предназначена для того, чтобы организация была конкурентоспособна относительно других на рынке труда.

Управление трудовыми ресурсами — это рассмотрение персонала в качестве стратегического ресурса компании, который способствует достижению целей предприятия в долгосрочной перспективе. Есть несколько задач, направленные на решение маркетинга кадров. К ним относятся планирование количества трудовых ресурсов на предприятии, качество работы персонала, контроль карьеры, развитие и обучение сотрудников и новых кадров, перемещение, различные мотивационные системы и прочее. Помимо этих задач, есть несколько функций, которые выполняет маркетинг персонала: аналитическая, производственная, информационная, развитие работников и управление кадрами.

Маркетинг персонала рассматривает кадровый состав компании с двух позиций: как товар и как покупателя. Существует два вида маркетинговых стратегий персонала: внутреннего и внешнего маркетинга. Суть внутренней стратегии заключается в том, чтобы разработать некие мероприятия, которые направленны на удержание сотрудников, уже работающих в компании. Вторая, то есть внешняя, обеспечивает привлекательность предприятия как работодателя на рынке труда.

Отсюда можно выявить основную задачу — оптимизация материального и нематериального стимулирования персонала и создание благоприятных условий труда, в которых нуждаются сотрудники. Для того, чтобы проводить закрытую политику в сфере управления трудовыми ресурсами предприятия, разработка стратегии внутреннего маркетинга персонала просто необходима. Она играет в этом случае одну из основных ролей. Такой метод позволяет сократить расходы на наемных сотрудников «со стороны». Менеджеры, которые занимаются поиском персонала, являются ответственными за его маркетинговую стратегию и обладают некой информацией, чтобы уровень привлекательности компании, как работодателя, был высоким.

Помимо внутренней существует внешняя стратегия маркетинга персонала. Она подразумевает под собой формирование долгосрочных мероприятий для того, чтобы предприятие было привлекательно и интересно потенциальным сотрудникам. Для этого предприятию нужно активно позиционировать себя на рынке труда как надежного работодателя. Существует несколько элементов стратегии внешнего маркетинга персонала. Для начала определяется качественная и количественная потребность в персонале на будущее для предприятия. После осуществляется формирование некоторых требований к потенциальным кандидатам, которые составляются на основе штатного расписания работников, а так же с помощью требования к кандидатам на должности и их рабочим местам. Следующий этап — это планирование бюджета для привлечения и найма сотрудников на предприятие. Так же проводится оценка способов и методов привлечения новых сотрудников, а так же выявление источников для их поиска. Компании делают свои презентации на различных ярмарках, сайтах для поиска работы и передают соответствующую информацию потенциальным сотрудникам. Заключительным этапом будет разработка плана мероприятий по внедрению нового персонала в компанию.

Таким образом можно сделать вывод о том, что правильное управление маркетингом персонала на любом предприятии, или же в компании, играет основную, а то и ключевую роль. В зависимости от того, на сколько правильно будут выстроены отношения между сотрудниками, обустроены их рабочие места, будет зависеть эффективность выполняемой ими работы.

Список использованных источников:

1. Теория управления: учебник/ под ред. Ю.В. Васильева, В.Н. Парахиной, Л.И. Ушвицкого. — 2-е изд., доп. — М.: Финансы и статистика, 2008. — 608 с.

2. Управление организацией: Учебник / Под ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Саломатина. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 736 с.

3. Управление персоналом / Самыгин С.И. (и др.). Изд.2-е. — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — 298 с.

4. Управление персоналом. /Под ред. Базарова Т.Ю. — М., 2004. — 342 с.

Разработка методики и программы оценки стоимости жизненного цикла сложных технических систем

Сикриер А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Замковой А.А.
МАИ, Москва

В современной системе, при принятии решения о разработке или покупке высокотехнологичных изделий/ сложных технических систем, важным критериев является конечная стоимость жизненного цикла данного изделия. Однако, в настоящее время существует ряд проблем, связанных с корректной оценкой и возможностью управления данной стоимостью.

Одной из главных проблем является частое несоответствие конечной стоимости жизненного цикла плановым показателями оценки, что возникает в связи со статичной оценкой стоимости и отсутствием учета постоянного изменения факторов, влияющих на конечную стоимость жизненного цикла в условиях высокой динамики изменения среды.

Классические методики и инструменты оценки стоимости жизненного цикла хотя и подразумевают прогноз изменения некоторых глобальных параметров, но не могут учитывать факторы и события, которые происходят в течение всего жизненного цикла изделия и генерировать корректировочные мероприятия для поддержания заданной стоимости.

В связи с этим, требуется разработка новых методик и инструментов (программ) оценки стоимости жизненного цикла, ориентированных на изменения, происходящие в течение всего жизненного цикла изделия.

При этом, разрабатываемые методика и программа оценки должны учитывать необходимость многократного решения многопараметрической задачи оптимизации для возможности поддержания заданной стоимости жизненного цикла. В качестве основного инструмента оптимизации предлагается использование нейронных сетей.

Применение нейронных сетей в управлении и оценке стоимости жизненного цикла позволит учесть изменения, происходящие в течение всего жизненного цикла и выработать требуемые корректировочные мероприятия для поддержания заданной стоимости.

Инструменты и источники финансирования инвестиционных проектов в авиапромышленности

Симакова А.В.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Данилочкина Н.Г.
МАИ, Москва

На сегодняшний день авиапромышленность занимает ведущую роль в решении важнейших стратегических задач в области обеспечения национальной безопасности любого государства. Из этого следует необходимость постоянного технологического развития, введение инновационных новшеств, а также повышение интеллектуальности и конкурентоспособности выпускаемой продукции в авиа-отрасли.

Проекты авиационной промышленности финансируются исходя из экономической значимости и масштабности разрабатываемого проекта.

Основными целями инвестирования в авиапромышленность являются:

- Обеспечение стабильно развивающегося производства,
- Создание новых видов продукции,
- Модернизация производства,
- Обеспечение производства наукоёмкими технологиями,
- Диверсификация активов,
- Дополнительные источники дохода и т.д.

Источниками финансирования выступают бюджетные средства и государственные ассигнования.

Наиболее эффективными методами финансирования инвестиционных проектов в авиационной промышленности являются:

А) Собственные средства (внутренние источники):

1. амортизационные отчисления,
2. нераспределённая прибыль,
3. страховые выплаты и т.п.

Б) Заёмные средства:

1. кредиты,
2. получение средств от эмиссии облигаций,
3. лизинг и т.д.

В) Привлечённые средства:

1. поступления от иностранных инвесторов,
2. средства внебюджетных фондов,
3. вносы учредителей, соучаствующих в проекте, в уставной капитал,
4. акционирование и т.д.

Каждый источник финансирования обладает рядом достоинств и недостатков. Поэтому, прежде чем заниматься инвестиционной деятельностью, необходимо определить и обосновать стратегии финансирования инвестиционного проекта.

Среди достоинств внутренних источников финансирования можно выделить: минимальный риск неплатежеспособности, быстрый темп мобилизации, доступность, сохранение собственности и управления учредителей.

К недостаткам можно отнести: отвлечение собственных средств от оборота производственных фондов, ограниченность собственного капитала.

Достоинствами внешних источников финансирования является: возможность привлечения достаточно большого объёма денежных средств, а также наличие чёткого контроля за эффективностью используемых инвестиций.

Недостатками внешнего финансирования являются: риск неплатежеспособности, возможность потери собственности и управления, долгосрочность привлечения заёмного капитала, предоставление гарантийных обязательств финансовой устойчивости компании.

Для привлечения отечественных и иностранных инвесторов необходимо осуществить ряд мероприятий:

1.Создавать проекты совместно с другими государствами на основе разделения риска.

2.Корректировать и дорабатывать правовую базу в авиационной и инвестиционной деятельности.

3.Обеспечить потенциальных инвесторов гарантиями инвестиционных проектов.

4.Призводить регулярную замену устаревшего оборудования на современное, более автоматизированное.

Список использованных источников:

1. Инвестиционная направленность развития авиационной промышленности России [Электронный ресурс] - https://cyberleninka.ru/

2. Проблемы менеджмента на российских авиапредприятиях [Электронный ресурс] - https://cyberleninka.ru/

3. Конспект лекций по дисциплине «Инвестиционный анализ», Внучков Ю.А.

4. Инвестиционные проекты в авиационной промышленности [Электронный ресурс] - https://cyberleninka.ru/

Реализация стратегических целей в области управления качеством продукции

Суханова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Внучков Ю.А.
МАИ, Москва

Научно-технический прогресс усиливает конкуренцию предприятий наукоемких отраслей. Поэтому особо актуальной становится разработка эффективной стратегии управления качеством инновационной продукции. Формирование стратегии – процесс трудоемкий и длительный, ее пересмотр возможен раз в несколько лет, и она должна быть достаточно гибкой, чтобы эффективно реагировать на различного рода неожиданности. Успешное формирование стратегии управления качеством инновационной продукции в АО «ЦНИИмаш» требует разработки организационного обеспечения данного процесса.

Максимально эффективная реализация целей предприятия в области управления качеством включает в себя:

• Четкое определение этапов процесса формирования стратегии управления качеством инновационной продукции;

• Разработку организационной структуры системы управления качеством инновационной продукции;

• Определение целей и задач отдела, а также распределение ответственности работников по разработке и реализации стратегии управления качеством инновационной продукции;

• Ресурсное и кадровое обеспечение процесса разработки стратегии.

В качестве стратегических альтернатив АО «ЦНИИмаш» могут быть рассмотрены: инновации и инвестиции, связанные с обеспечением качества продукции и работ; дифференциация продукции по уровню качества; усиление контроля качества продукции и процессов в организации; повышение качества на основе принятых стандартов; внедрение системы развития персонала, а также совершенствование корпоративной культуры и мотивации работников для дальнейшего улучшения качества.

Одним из наиболее перспективных направлений представляется разработка стратегии управления качеством продукции и работ на предприятии во взаимоувязке со стратегиями инноваций и инвестиций, так как предприятие способно инвестировать средства и в разработку и освоение инновационной продукции, и в обновление материально – технической базы предприятия.

Для оценки эффекта от реализации стратегии управления качеством инновационной продукции предлагается использовать показатели и технологии современного инвестиционного анализа.

Основные функции по разработке и контролю за реализацией стратегии управления качеством инновационной продукции в АО «ЦНИИмаш» должны быть возложены на специальный отдел. Учитывая масштабность деятельности АО «ЦНИИмаш», выполнение этих функций может решаться в рамках проектного управления. Одной из форм проектного управления является создание специального подразделения - проектной команды (группы), работающей на временной основе, то есть в течение времени, необходимого для формирования и реализации стратегии. После достижения поставленных целей данная структура может быть реорганизована для решения новых задач, при этом сотрудники могут перейти в новую проектную команду, либо вернуться на свою постоянную должность.

Система мониторинга и рейтинговых оценок для машиностроительных предприятий в посткризисных условиях

Сухинин А.М.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Путятина Л.М.
МАИ, Москва

Современное кризисное положение экономики России связано со многими отрицательными внешними и внутренними факторами, например ограничение деятельности экономики вызванные глобальной эпидемией COVID-19, политической ситуацией в мире и т.д. Все эти и не упомянутые факторы являются причиной кризиса в России, который носит

глубокий почти постоянный и системный характер. Наиболее серьезную проблему в этих условиях представляет развитие градообразующих и машиностроительных предприятий, как одной из определяющих отраслей экономики страны. Ведь именно в данной отрасли сосредоточены наиболее важные, перспективные производственные мощности, направленные на производство оборонной продукции и широкого спектра других экономически и технически значимых товаров. В связи с чем данная отрасль требует особого тщательного и непредвзятого внимания. Особенно с учетом перехода к рыночной экономике, требующей определенного уровня конкуренции с целью поддержания оптимального уровня заинтересованности всех участников рынка, от инвесторов, до косвенных потребителей. В связи с чем необходимо создание единой системы мониторинга и рейтинговых оценок для предприятий машиностроительной отрасли.

Подобная система мониторинга ситуации в отросли, способствует прояснению картины эффективности деятельности предприятий в целом как локальную ситуацию, так и в масштабе всей страны. Используя данные из рейтинговой системы менеджеры и акционеры предприятий смогут более оперативно принимать грамотные и точные решения касающиеся функционирования отросли. Информация собираемая для рейтинга должна быть максимально полной и достоверной. Сам сбор информации нужно доверить не зависимым аудиторским компаниям. Для повышения скорости обработки информации необходимо предоставить им возможность запрашивать информацию непосредственно у предприятий, минуя различные государственные инстанции. От аудиторских компаний потребуется определение критериев, по которым будет проводиться оценка деятельности предприятий их эффективность, деловую активность и место в отрасли. Соответственно, наиболее важным для составления рейтинга является получение следующих данных:

1. Объемы производства и реализации предприятия в натуральном и стоимостном выражении. Уровень реальных инвестиций в развитие производства;
2. Затраты предприятия и рентабельности производственной деятельности. Возможность проведения анализа структуры затрат и уровень отчислений на социальные нужды предприятия.

Следующим аспектом изучения и оценки должны являться вопросы эффективности управления трудовыми ресурсами предприятия:

1. Динамика изменения численности всего промышленно-производственного персонала, в том числе по категориям работающих, уровень текучести кадров, уровень частичной занятости на производстве.
2. Уровень обучения и переобучения кадров предприятия. производства.
3. Возраст и квалификация работников предприятия, и изменение данных параметров в течение исследуемого периода (календарного года).
4. Уровень средней заработной платы работников предприятия. Соотношение среднего уровня заработной платы на предприятии со средним уровнем по отрасли. Соответствие темпов роста заработной платы уровню инфляции по стране в целом и по региону.
5. Установление зависимости между показателями эффективности работы предприятия и уровнем заработной платы управленческого персонала предприятия.
6. Наличие социальной инфраструктуры, затраты на ее содержание, доля этих затрат в общей структуре затрат предприятия.
7. Организация современной охраны труда на предприятии.

Итоги мониторинга показывают:

• Ситуацию в отрасли в целом и на каждом предприятии в отдельности;
• Потребность в изменении имеющихся систем на предприятии;
• Градацию предприятий машиностроительной отрасли, в рейтинге по стране.

Список использованных источников:

1. Андерсон Менеджмент, ориентированный на потребителя / Андерсон, Керр Кристин;, Кэрол. — М.: ФАИР-Пресс, 2016. — 288 с.

2. Алексей, Вялкин und Наталья Гостева Государственно-частное партнерство в социальной сфере: моногр. / Алексей Вялкин und Наталья Гостева. — М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2016. — 120 с.

Предложения по совершенствованию облуживания трансферных пассажиров в аэропорту Шереметьево с целью повышения качества обслуживания

Тетёркин Н.А.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Агеева Н.Г.
МАИ, Москва

На данный момент уровень качества услуг, оказываемых аэропортом, представляется крайне важным условием достижения и поддержания способности к конкуренции для организаций, ведущих свою финансово-хозяйственную деятельность в гражданско-авиационной сфере.

Особую категорию авиапассажиров составляют транзитные пассажиры, то есть пассажиры, которые прибывают в промежуточный аэропорт (пункт трансфера) одним рейсом, а продолжают полёт другим рейсом того же или другого перевозчика.

Сегодня аэропорт «Шереметьево» - это крайне значимый и крупный транспортный узел, соединяющий страны Азии и Европы. Ежедневно через него проходит множество пассажиров из группы «трансферные». Такие пассажиры вынуждены проходить целый комплекс формальностей перед тем как сесть на свой стыковочный рейс.

Основная цель настоящего исследования заключается в выработке практических рекомендаций, которые ориентированы на повышение качества и эффективности предоставления услуг трансферным пассажирам, которые проходят через аэропорт «Шереметьево».

В качестве главной разновидности деятельности аэропорта выступают перевозка грузов, почты и людей-пассажиров.

Объект настоящей исследовательской работы – деятельность аэропорта, связанная с обслуживанием пассажиров.

Предметом настоящей исследовательской работы – управленческие решения по совершенствованию облуживания трансферных пассажиров.

В большинстве случаев претензии со стороны таких пассажиров в аэропорту «Шереметьево» обуславливаются потребностью в длительном прохождении всех необходимых процедур и сменой терминала. Такое положение дел приводит к возникновению некоторых неудобств, т.к. терминалы находятся друг от друга на существенном отдалении, поэтому транзитные пассажиры нередко вынуждены перемещаться перебежками, чтобы успеть на свой рейс. Проблема усугубляется и тем, что в досмотровых пунктах постоянно скапливаются длинные очереди.

Специализированное подразделение (служба) аэропорта, занимающееся переправкой транзитных пассажиров, внимательно контролирует прохождение процедур в ходе транспортировки пассажиров из «транзитной» группы.

Эта служба несет конкретизированную ответственность за эффективность и корректность организации транзитных авиаперевозок. Кроме того, временной отрезок между авиарейсами стыковочного типа, в рамках которого данная служба дает гарантию положительного результата при соответствующем обслуживании, имеет четкую нормативную регламентацию. Очередность прохождения таможенного и пограничного контроля предопределяется последовательностью разновидностей маршрута авиаперелета.

Для повышения эффективности и качества оказания услуг пассажирам из «трансферной» группы, следует сделать перерасчет минимально допустимой длительности стыковки для пересадки трансферных авиапассажиров между отдельными терминалами. Также вместо интервала MCT («minimum connection time») следует принять NTT («needed transfer time»).

Кроме того, мы полагаем добиться достаточной автоматизации процедуры прохождения пункта паспортного контроля в ходе пересадки пассажиров с авиарейсов по маршруту «Международные – Международные». Данный процесс в случае с такими авиарейсами представляется чистой формальностью, когда в удостоверения личности авиапассажиров проставляется штамп о том, что они пересекают российскую границу. И данный штамп

требуется только для того, чтобы соответствующие трансферные авиапассажиры не оказались в так называемой стерильной зоне. Эта процедура подлежит автоматизации. С данной целью нужно установить турникетные линии, оснащенные приборами для считывания QR- или штрих-кодов с посадочных талонов. Примечательно то, что подобный подход уже имеется и успешно себя показывает в Б-терминале данного аэропорта. Установка турникетных линий в разы ускорит длительность прохождения паспортно-контрольной процедуры.

Для минимизации стыковочного времени следует предусмотреть монтаж специализированных кабинок Fast Track, которые предназначены для трансферных авиапассажиров, чье стыковочное время оказалось коротким.

Следуя практике многих крупнейших зарубежных аэропортов, мы полагаем, что в «Шереметьево» необходимо выделить специальную кабину для таких пассажиров. Такой подход даст возможность минимизировать время пребывания в очереди и вероятность потерь стыковок.

С учетом информации, полученной в ходе настоящей исследовательской работы, обуславливается продуктивность и значимость сформулированных рекомендаций, ориентированных на совершенствование работы аэропорта «Шереметьево». Представленные в рамках настоящего исследования предложения дадут возможность минимизировать длительность обслуживания авиапассажиров из «трансферной» группы, а, соответственно, дадут возможность увеличить уровень качества услуг, оказываемых данным аэропортом.

Подготовка к массовому производству гражданской авиации с использованием технологии «Точно-в-срок»

Федотов А.С.
Научный руководитель — к.э.н. Бояр-Созонович А.С.
МАИ, Москва

При сравнении количества и качества летательных аппаратов гражданской авиации, производимых в России и в мире, потребность в развитии отечественной гражданской авиации становится очевидной. Исходя из этого можно понять, что гражданская авиация нуждается в массовом производстве. В связи с потребностью в наращивании массового производства в сфере авиационной промышленности существует запрос на эффективную технологию логистики предприятия для уменьшения издержек при производстве и использования меньшего количества ресурсов.

В данной работе рассматривается возможные пути создания массового производства с помощью снижения издержек и повышения эффективности применённого капитала с помощью принципа «Точно-в-срок».

Точно-в-срок (ТВС) — это система построения логистики предприятия, в которой движение продукции во время производства и их доставка тщательно спланированы во времени, так что на каждом этапе процесса следующая партия (в большинстве случаев небольшая) прибывает для обработки к моменту завершения предыдущей партии. ТВС основывается на японском принципе контроля временем “Kanban”, который в дословном переводе означает “половина периода времени”.

В настоящее время прогрессивные принципы организации производства, в т.ч. концепция «Just-in-Time», «точно в срок», признаны важным фактором обеспечения конкурентоспособности и эффективности будущего массового производства авиастроительных предприятий.

Задачи выполняемые применяемой стратегией ТВС:

• Оптимизация производственных и бизнес-систем;

• Повышение рентабельности и привлекательности авиационной промышленности;

• Уменьшение необходимого капитала с помощью уменьшения складских запасов, соответственно, уменьшение затрат ресурсов на единицу продукции;

• Стереотип мышления персонала «чем больше, тем лучше» заменяется принципом: «чем меньше, тем лучше».

Основная идея заключается в том, что можно более резко сократить производственный процесс за счет эффективного использования ресурсов. Уровень достижения этой цели зависит от того, насколько достигнуты дополнительные (вспомогательные) цели, такие как:

• Исключение перебоев процесса производства;

• Создание гибкой системы производственного процесса;

• Сокращение времени подготовительных мероприятий и всех производственных сроков;

• Сведение к минимуму материальных запасов;

• Исключение необоснованных затрат.

Вместе со всем вышеперечисленным в системе ТВС так же предполагается внедрение выталкивающей или втягивающей системы производства. Система выталкивающего производства предполагает организацию движения материальных потоков по производственной системе, в которой материальные ресурсы подаются из предыдущей операции в следующую в соответствии с предварительно сформированным жестким графиком поставок. Отличие системы втягивания производства заключается в организации движения материальных потоков, при которой материальные ресурсы предоставляются («втягиваются») при последующей технологической операции с предыдущей по мере необходимости, и поэтому нет жесткого графика движения материальных потоков. Выталкивающая система чаще используется при массовом производстве из-за своей жесткой привязки ко времени соответственно при внедрении массового производства в авиационной промышленности она и должна стать основной системой организации производства.

В данной работе рассматриваются преимущества, а так же проблемы реализации ТВС.

Можно заключить, что в связи с потребностью в развитии массового производства отечественной авиации перспектива внедрения системы ТВС является актуальным направлением, которому следует уделить больше внимания.

Список использованных источников:

1. В.В. Клочков, В.А. Вдовенко Проблема обеспечения производства авиационной промышленности “Точно в срок” и концепция “Быстро реагирующего производства” // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. (дата обращения 01.02.21 г.)

2. Зайцев А.А. Организационно-экономический механизм адаптации высокотехнологичных предприятий к инновационным методам управления: дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2018. (дата обращения 04.02.21 г.)

3. Just-in-time. Плюсы и минусы поставок точно-в-срок. Логистическая концепция JIT Производственная система JIT // Shopmurano URL: https://shopmurano.ru/terms/just-in-time-plyusy-i-minusy-postavok-tochno-v-srok-logisticheskaya/ (дата обращения: 13.02.2021).

Актуальные вопросы цифрового развития современной экономики

Фетисов И.И.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Арсеньева Н.В.

МАИ, Москва

Цифровизация экономики – внедрение современных цифровых технологий в разнообразные сферы производства и жизни.

Цифровизация и ее влияние на различные отрасли, такие как: наука, транспорт, здравоохранение, бизнес, авиация и прочие.

Положительные и отрицательные стороны цифровизации и ее воздействия на отрасли.

В сфере здравоохранения цифровизация предлагает развитие сразу в нескольких направлениях. Одно из самых востребованных – создание устройств, позволяющих дистанционно контролировать состояние здоровья человека.

В сфере образования цифровизация в первую очередь предлагает оснащение школ и высших учебных заведений современными цифровыми технологиями.

В сфере информационных систем цифровизация начинается с поиска и сбора данных.

Цифровизация транспорта в лице огромного количества цифровых карт, на которые нанесена подробнейшая информация о пробках, ремонтных работах и прочем.

В сфере науки цифровизация помогает развивать новые технологии, ускорять расчеты уже имеющихся данных, а также способствует ученым, которые могут быстро обмениваться данными с коллегами, которые могут находиться в разных концах мира.

Цифровизация в авиации является одной из отраслей, где развитие происходит достаточно масштабно. Внедрение таких технологий позволит снизить риски и издержки, особенно на фоне незаменимости гражданской авиации в современной жизни.

Государство внедряет цифровизацию на всю вертикаль власти. Система анализа данных, возможность отправить любой запрос посредством интернета, заказать любую справку или даже паспорт.

В области инфраструктуры цифровизация позволяет эффективно собирать и получать данные о потребителях, например, информацию на интерактивных картах.

Проблемы организационных изменений в связи с развитием бережливого производства в службе главного конструктора в АО «УППО»

Фурманова Е.И.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Базадзе Н.Г.
МАИ, Москва

Уфимское приборостроительное производственное объединение на данный момент одно из крупнейших предприятий Уфы в сфере промышленного производства. Объединение занимается серийным выпуском таких изделий как: бортовое радиоэлектронное оборудование для летательных аппаратов гражданского назначения и космической техники; измерительная аппаратура, вычислительная техника, крепежные изделия и прочая продукция промышленного назначения.

Отдел (служба) главного конструктора занимается обеспечением высокого технического уровня конструкций изделий путем разработки, согласования и утверждения различной технической документацией, обеспечивающей надлежащее качество изделий.

Бережливое производство представляет собой систему, которая минимизирует затраты на производство за счет уменьшения потерь и ускорения производственных процессов путем повышения систематизации рабочего процесса.

Одним из инструментов системы бережливого планирования является система 5S, характеризующаяся рациональной организацией рабочего места. Ключевым моментов является то, что 5S создает рабочую среду, которая может адаптироваться и развиваться под любые условия. Данный метод состоит из 5 шагов:

1. Сортировка- разделение на нужное и ненужное
2. Самоорганизация (соблюдение порядка) – организация рабочего пространства, для снижения потерь при использовании и поиске предметов
3. Систематическая уборка (содержание в чистоте) – поддержание рабочего пространства в чистоте и порядке
4. Стандартизация – установление стандартов по выполнению первых трех шагов
5. Совершенствование – процесс развития результатов достигнутых за 4 шага.

При проведении комплекса мер, направленных на улучшение производственных процессов, отдел (служба) главного конструктора АО «УППО» столкнулось с такими проблемами как низкая заинтересованность работников, непонимание целей внедрения бережливого производства, а также непонимание его взаимосвязи с другими концепциями. Данные проблемы говорят о недостаточной теоретической подготовленности сотрудников, а также о сопротивлении изменениям (их «устраивает существующая система»).

Это означает, что на предприятии слабо развита корпоративная культура, сотрудники не чувствуют личную причастность к общему делу, это негативным образом сказывается на мотивации сотрудников и на внедрении концепции в целом.

Потенциал отдела главного конструктора в сокращении потерь очень высок, но требуются определенный комплекс мероприятий направленный на изменение системы мотивации, повышению заинтересованности сотрудников предприятия, а также их обучение.

Заключение

Предприятию необходимо уделить достаточное внимание культуре, мотивации и обучению для внедрения систем бережливого производства для сохранения конкурентоспособности организации на рынке, а также для постоянного развития и совершенствования организации.

Обоснование стратегии развития предприятий оборонно-промышленного комплекса России

Черницын А.Е.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Захарова Л.Ф.

МАИ, Москва

Роль предприятий оборонно-промышленного комплекса в развитии экономик передовых стран мира основана на реализации ими политики стратегического военно-технического превосходства на основе использования передовых достижений науки и техники, кадров высокой квалификации и опыта. В силу особенностей этих предприятий проблемой особой значимости в современных условиях является повышение их общественной эффективности. Для решения этой задачи должны разрабатываться конверсионные проекты и программы. На сегодня по данным Минпромторга доля гражданской продукции на ОПК составляет 18 %. По оценкам перспективными здесь являются производство нефтегазового, энергетического, медицинского оборудования, транспорта, станков, радиоэлектроники.

Исследование, проведенное автором, посвящено обоснованию возможности производства предприятиями ОПК отечественной электробытовой техники, конкурентной на мировых рынках.

Анализ сайтов предприятий, работающих в этой отрасли, показал следующие проблемы этих предприятий:

• Отставание по hi-tech от зарубежных брендов (например, по использованию Wi-Fi модулей);

• Острая нехватка отечественной элементной базы;

• Трудоемкость организации соответствующих промышленных процессов;

• Политика фритредерства: иностранное электротехническое оборудование продолжает поступать на российский рынок, в том числе, в рамках госзакупок;

• Отсутствие крупных заказов;

• Недоверие потребителя к сделанному в России.

В условиях дефицита компонентов, других перечисленных трудностей у российских вендоров - разработчиков и производителей ЭБТ задерживаются сроки реализации их проектов, ощутимо возрастают издержки, падает качество. В результате государственных средств, на которые планировалось провести соответствующие работы, не хватает, проекты остаются не реализованными.

Решением данной проблемы является качественное обоснование конверсионных инвестиционных проектов и программ предприятий ОПК и, в первую очередь, методологически грамотный подход к реализации стратегического маркетинга проекта.

Список использованных источников:

1. Постановление Правительства РФ № 25от 21.01.2021г.

2. Почему в России не производят смартфоны и электронику – Текст: электронный // Рамблер/новости: Интернет-портал. – URL: https://news.rambler.ru/other/44840551-pochemu-v-rossii-ne-proizvodyat-i-nikogda-ne-budut-delat-smartfony-i-elektroniku / (дата обращения: 02.02.2021)

Полеты в никуда

Шакин А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва

В современном мире существует множество угроз и проблем глобального характера, с одной из таких проблем мы столкнулись в 2019 году и эта проблема до сих пор не решена окончательно. Проблема эта носит название — пандемия новой коронавирусной инфекции Covid-19. Она является глобальной проблемой, которая в той или иной степени коснулась каждого.

Почти весь мир закрылся на самоизоляцию, многие старались лишний раз не выходить из дома, люди стали работать и учиться дистанционно на дому. Из-за карантина закрылись множество предприятий и многие понесли убытки. Эпидемия значительно повлияла и на отрасль авиаперевозок. Но в это нелегкое время авиакомпании не отчаивались и старались всеми возможными способами найти выход из этой кризисной ситуации.

Так, например, некоторые компании, такие как British Airways начали продавать фирменное бортовое питание, посуду и многое другое, и все это для того чтобы люди смогли почувствовать себя как на борту самолета, другие компании, например, Singapore Airlines, пошли ещё дальше и стали организовывать ужины на борту авиалайнеров. Еще одним нововведением является флайтшеринг который совсем недавно запустила компания S7 Airlines, но цены у данной услуги слишком большие и не каждый может себе это позволить. Но эти методы не значительно повлияли на ситуацию в целом, и проанализировав потребности рынка, авиакомпании разных стран мира стали организовывать «полеты в никуда».

Это предложение пользовалось достаточно большим спросом, билеты распродавались буквально за минуты, многие люди за время карантина соскучились по небу, полетам и прекрасному виду, открывающемуся с борта авиалайнера, поэтому придумав данную инновацию авиакомпаниям стало чуть легче пережить этот кризис, а пассажиры в свою очередь получили возможность развеяться и отдохнуть от повседневной рутины.

Одной из первых эту идею представила тайваньская компания EVA Air. Самолет с ливреей в стиле Hello Kitty облетал живописное побережье Тайваня и японские острова Рюку.

Российские авиакомпании также не остались в стороне и стали организовывать подобные полеты. Одним из таких примеров является авиакомпания «Победа». 19 декабря 2020 года авиакомпания организовала первый в истории «полет в никуда», перелет был совершен из Москвы в Москву. На борту самолета находилось около 180 пассажиров, всем им открылась возможность взглянуть на Золотое кольцо России с высоты птичьего полета, экипаж провел, так называемую экскурсию, а после ответил на все возможные вопросы пассажиров.

Меры безопасности на борту авиалайнера были такими же, как и на обычных рейсах, то есть все пассажиры находились в масках, а что касается питания, то на рейсе оно не было предусмотрено.

Таким образом пассажиры совершили незабываемые перелёт, насладились видом, а также отвлеклись от столь изнурительного карантина и всё это без особой угрозы для их здоровья.

Список использованных источников:

1. https://www.bfm.ru/news/459833
2. https://secretmag.ru/news/v-rossii-zapustyat-samolyot-iz-moskvy-v-moskvu.htm
3. https://www.vedomosti.ru/lifestyle/articles/2020/12/07/849964-zachem-aviakompanii

Высококвалифицированный кадровый потенциал как основа эффективного развития наукоемких предприятий

Шевченко А.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Еропкин А.М.
МАИ, Королев

На сегодняшний момент, ключевым условием устойчивого развития и повышения конкурентоспособности предприятий наукоемких отраслей является качественная подготовка квалифицированных кадровых единиц. Следует учесть, что именно для кадрового потенциала характерны наибольшая активность и наименьшая предсказуемость развития по сравнению с другими составляющими рыночного потенциала предприятия.

В деятельности наукоёмких предприятий произошли некие изменения. Возникают новые требования к уровню подготовки специалистов и их управлению в наукоёмких производствах.

Сегодня требуются специалисты с системным мышлением, умеющие работать в команде (в том числе международной, отсюда появляется требование обязательного знания иностранного языка), обладающие навыками межотраслевой коммуникации, знакомые с программированием и инструментами проектного управления. При этом они должны быть способными управлять собственным профессиональным развитием и применять для решения текущих задач знания из разных сфер деятельности.

В работе наукоемкого предприятия со своим персоналом можно обозначить ряд проблем.

Самой главной и основной проблемой, на наш взгляд, является смена роли сотрудника в производственном процессе, которая происходит под влиянием нового технологического уклада.

Среди других проблем можно также отметить:

Во-первых, на предприятии существует необходимость своевременного обеспечения высококвалифицированными кадровыми ресурсами, посредством привлечения, обучения и переквалификации работников.

Во-вторых, существует недостаток передовых инфокоммуникационных технологий и систем связи, которые способствовали бы более оперативной передаче информации на предприятии.

В-третьих, наукоемкие предприятия не стремятся анализировать и применять мировой опыт кадровой политики других стран,

В-четвертых, на предприятии недооценивается и не учитывается личный вклад отдельных сотрудников.

Гипотеза: возможно улучшить деятельность наукоёмких предприятий за счет усовершенствования кадровой политики.

Для решения названных проблем необходимо:

• Провести анализ мирового опыта в системах управления кадровым потенциалом на наукоемких предприятиях;

• Кадровым службам постоянно осуществлять разработку мероприятий по своевременному привлечению, набору и обучению необходимых сотрудников;

• Разработать и внедрить систему учета инициатив сотрудников, направленных на повышение эффективности работы предприятия;

• Разработать меры по совершенствованию учета и развития кадровой политики;

• Реализовать работу по повышению качества цифровых технологий на предприятии;

• Провести работу по анализу личного вклада каждого сотрудника на предприятии;

• Привлечь дополнительных специалистов по инфокоммуникационным технологиям и системам связи.

Достижение поставленных целей, а также успешность наукоемкого предприятия, во многом зависит именно от кадровой политики. Человеческий капитал является важнейшим нематериальным активом предприятия, так как другие активы пассивны по своему существу.

Стратегическое управление деловой репутацией организации

Щеглова Л.Б.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Арсеньева Н.В.
МАИ, Москва

Репутация стала одной из важнейших составляющих нематериальных активов организации, оцениваемых на ее годовом балансе. Деловая репутация организации представляет собой переменную величину для определенных контактных групп.

Репутация — это идентифицированный нематериальный актив, который трудно оценить с точки зрения стоимости, но обусловливает дополнительный доход и другие экономические выгоды, а также обеспечивает благоприятные условия для развития компании путем поиска партнеров и поставщиков, привлечения клиентов, диалога с регуляторами, акционерами и другими группами взаимодействия.

Значит, деловая репутация является одним из важнейших факторов, влияющих на долгосрочное и устойчивое развитие организации, а управление процессом формирования репутации является стратегически важным направлением в конкурентной среде.

Получается, что актуальность и значимость изучения процесса формирования деловой репутации организации очень высока.

Совершенно очевидно, что деловая репутация организации очень важна для достижения результата поставленных ею целей и стабилизации успешной деятельности. Между тем системность в управлении этим активом, терминологической однозначности достичь пока не удалось. Управление репутацией — это трудоемкий и сложный процесс. Для формирования позитивной репутации становится источником дополнительных выгод как и для организации, так и для всех заинтересованных с ней сторон, для потери репутации достаточно любой ошибки, неаккуратности, невнимательности, неосторожности.

Процесс стратегического управления деловой репутации направлен на определение стратегии организации. Она определяется как процесс, посредством которого менеджеры делают выбор из набора стратегий организации для достижения эффективного функционирования и более высоких достижений. Это непрерывный процесс: оценивает бизнес и отрасли, в которых участвует организация, оценивает своих конкурентов, определяет цели для решения всех текущих и будущих задач и, наконец, периодически оценивает каждую стратегию. Стратегическое управление — это особый курс действий, направленный на достижение корпоративной цели. По большому счету, собственники, учредители компании делают первый шаг в этом процессе. Они устанавливают структуру, ответственную за выполнение ряда функций, таких как обеспечение руководства и руководства для сотрудников, постановка измеримых целей с определенными временными промежутками и назначенными обязанностями.

Список использованных источников:

1. Андрейчиков, А.В. Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Основы стратегического инновационного менеджмента и маркетинга / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. — М.: КД Либроком, 2018. — 248 с.

2. Балашов, А., П. Основы менеджмента: Учебное пособие / А. П. Балашов. — М.: Вузовский учебник, 2019. — 112 с.

3. Балашов, А.П. Основы менеджмента: Учебное пособие / А.П. Балашов. — М.: Вузовский учебник, 2017. — 192 с.

Исследование конкурентоспособности российских гражданских самолетов

Юсифова Е.Р.
Научный руководитель — Калугина Г.А.
МАИ, Москва

Восстановление позиций российского авиапрома на мировом рынке требует создания и вывода на рынок конкурентоспособной продукции.

Конкурентоспособность товаров определяется совокупностью потребительских и стоимостных параметров. Именно с этих позиций предлагается проанализировать

современные гражданские воздушные суда отечественного производства по сравнению с зарубежными аналогами.

В настоящее время ключевыми инновационными направлениями развития российского авиастроения являются проекты российских самолетов МС-21, SSJ100 и совместного российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета CR-929.

Хотя последствия западных санкций для международного сотрудничества в производстве самолетов широко обсуждаются в России уже довольно давно, символическая точка невозврата была пройдена осенью 2018 года, когда санкции достигли Аэрокомпозит и Технологии 2 дочерних компаний ОАК, производящих композитные детали для самолетов, тем самым перекрывая доступ к западным поставкам композитных материалов. Возникшая в результате потребность в поиске заменителей западных композитов с привлечением местных ресурсов отодвинула график сертификации МС-21 еще на шесть месяцев до конца 2020 года, и теперь его ввод в эксплуатацию назначен на начало 2021 года.

Это еще одна задержка программы МС-21 по сравнению с ее первоначальным графиком, но она не критична для существующего портфеля заказов, который остается неизменным в течение нескольких лет и составляет 175 твердых заказов, в основном от государственных лизинговых компаний. Аэрофлот должен стать стартовым заказчиком с твердым заказом на 50 самолетов и опциями еще на 35. Но перерыв в производстве композитных материалов показал технологическую уязвимость российской аэрокосмической отрасли, которая по-прежнему сильно подвержена политическим рискам. Это повлияло не только на программу МС-21, но и на SSJ100 в сторону более широкой локализации и отказа от импорта. С одной стороны, это хорошая новость для отечественных поставщиков, для которых ситуация открывает новые возможности для того, чтобы взять на себя ведущую роль в значимых проектах. Например, это ускорило разработку двигателя ПД-14, первого в России полностью нового коммерческого двигателя, который применяется для МС-21. В свою очередь, эта программа двигателей может вырасти в платформу для семейства двигателей.

Проект нового широкофюзеляжного авиалайнера CR929, который совместно разрабатывают российские авиастроители ОАК и китайская компания COMAC, достиг стадии определения конструкции, которая, как ожидается, будет завершена до конца этого года вместе с первыми проектами.

Летные испытания запланированы на период с 2023 по 2025 год, с вводом в эксплуатацию в период с 2025 по 2027 год. По словам президента ОАК, по состоянию на середину 2019 года в программе накоплено около 200 писем о намерениях, но ни Российская, ни Китайская сторона совместного предприятия не раскрыла имен потенциальных клиентов, хотя традиционно это, скорее всего, авиакомпании и лизинговые компании, контролируемые государством. Ясно, что попытка продвинуть CR929 за пределы внутреннего рынка будет сложной задачей, поскольку он столкнется с жесткой конкуренцией со стороны широкофюзеляжных самолетов Airbus и Boeing.

Однако на данном этапе основной проблемой, стоящей перед Российско-китайским сотрудничеством, является распределение ответственности за проектирование между ОАК и COMAC. Тот факт, что через два года после официального запуска программы и создания совместного предприятия CRAIC со штаб-квартирой в Шанхае, партнеры все еще не смогли организовать совместный инженерный центр, может указывать на серьезную озабоченность по поводу роли партнеров в проект.

С другой стороны, очевидно, что не все системы западного производства, используемые в МС-21 и SSJ100, могут быть быстро и легко заменены местными альтернативами, что означает, что риск для этих программ в случае дальнейшего ужесточения экономических санкций остается достаточно высоким. Оба изделия имеют высокий уровень технико-эксплуатационных характеристик, сопоставимых с аналогами основных конкурентов, при более низких ценах, что для многих региональных сегментов, например стран Латинской Америки и Азии, может быть очень привлекательным и повысить их конкурентоспособность.

Направления повышения конкурентоспособности бренда организации

Ягодина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Тарасова Н.В.
МАИ, Москва

Проблема повышения конкурентоспособности бренда организации особенно актуальна в настоящее время в связи с увеличением количества торговых марок и снижением каких-либо существенных отличий между ними. В широком смысле слова бренд представляет собой устойчивую ассоциацию о продукте или услуге у потребителя. Бренд может быть определен как символ, который помогает потребителю отличать товары или услуги одной компании от товаров или услуг другой компании. Очевидно, что без определённых конкурентных преимуществ невозможно обеспечить конкурентоспособность бренда организации на современном рынке, который насыщен разнообразными товарами и услугами.

Повышению конкурентоспособности бренда и ее стабильному функционированию в значительной степени способствует организация грамотной маркетинговой деятельности. В условиях изменения поведения потребителей товаров и услуг, развитие и совершенствование бренда является одним из приоритетных факторов, которые могут способствовать закреплению конкурентной позиции организации на рынке и поддержанию ее конкурентоспособности. Очевидно, что качество продукции всегда остаётся важнейшим фактором, который обеспечивает преимущество и привлекательность производителей на рынках товаров и услуг. При этом роль имиджа компании и грамотная рекламная активность также не должна оставаться в стороне.

Для построения устойчивого конкурентоспособного бренда необходимо использовать брединг. Данный процесс может быть осуществлен на основе применения различных маркетинговых инструментариев. Можно выделить следующие перспективные направления брендинга. Во-первых, к ним относится диверсификация бренда, позволяющая под одной торговой маркой производить широкий ассортимент, что позволяет компании удерживать эмоциональный интерес потребителя к продукции. Во-вторых, лицензирование бренда, что предоставляет другой компании право использовать бренд, такая стратегия позволяет дешево и эффективно формировать больше каналов сбыта. В-третьих, дифференциация бренда, связанная с выпусков товаров премиум-класса, такое направление позволяет расширить сегмент потребителей, где индивидуальный подход становится первостепенным.

Реализация предлагаемых мероприятий обеспечивает сохранение конкурентоспособности бренда на высоком уровне, что способствует повышению лояльности потребителя к продукции и выделению производителя и его товаров среди конкурентов.

Модель Блэка-Шоулза и смайл волатильности

Якимович А.И.
Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Зайцев В.Е.
МАИ, Москва

Хотя фондовые рынки, существуют в течение почти пятьсот лет, некоторые мощные математические инструменты стали применяться в области финансов не так давно. Фактически, только в середине двадцатого века были разработаны и стали применяться в финансовых приложениях вероятностные модели. С тех пор большое количество математической литературы было посвящено финансовым приложениям, а за последние тридцать лет появился целый комплекс работ, направленных на решение некоторых практических, реальных проблем, встречающихся в теории ценообразования. В начале 1970-х годов Блэк, Шоулс и Мертон разработали явные модели для использования при ценообразовании опционов. Хотя знаменитая модель Блэка-Шоулза оказалась основой современного финансового инжиниринга, она опирается на ряд предположений о рынке и тех, кто участвует в рыночной деятельности. В результате модели иногда могут не улавливать некоторые элементы реальных финансовых рынков. Исследователи

систематически модифицировали различные части модели, чтобы устранить некоторые из ее недостатков.

Особый интерес представляет оценка волатильности для использования в точном ценообразовании и надлежащем применении различных моделей ценообразования. Для формулы Блэка-Шоулза и ее вариаций важны два значения параметров – скорость дрейфа и скорость дисперсии. Проще говоря, дрейф – это среднее увеличение значения стохастического процесса в единицу времени, а скорость дисперсии - это среднее увеличение дисперсии процесса за единицу времени, а также квадрат волатильности. Волатильность может быть оценена на основе истории цены актива, где она определяется как стандартное отклонение доходности, обеспечиваемой активом за определенный период времени, когда доходность выражается с использованием непрерывного начисления сложных процентов. Однако о волатильности можно также говорить, наблюдая за ценами опционов на рынке.

Успешное включение эффектов риска в теорию ценообразования не только дает более точное представление о рынке, но также позволяет использовать более сложную финансовый инжиниринг. Говоря о риске, цель финансового инжиниринга состоит в том, чтобы разработать стратегии, которые минимизируют разброс в доходности. В отсутствие денежной машины не должно быть способа стабильно получать безрисковую прибыль на эффективно функционирующем рынке капитала. Однако рынок постоянно подвергает трейдеров и инвесторов упомянутым рискам. Естественно, математические модели служат основой для сложной структуры финансовых рынков в попытке предложить более полное понимание лежащей в основе динамики. Когда это понимание достигнуто, можно разрабатывать стратегии хеджирования, чтобы противостоять риску и сделать успешную торговлю возможной при наличии риска. Хотя риск полностью не снижен, в идеале его значение можно свести к минимуму.

Цель данной работы – изучить рынок опционов, математику ценообразования опционов и обобщить некоторые исследования и выводы, касающиеся оценки волатильности, изучить влияние волатильности на ценообразование опционов, в частности, возникновение асимметрии волатильности. Для оценки необходимых значений ценообразования опционов будут использованы реальные данные фондового рынка, и будет создан подробный пример, чтобы продемонстрировать влияние волатильности на цены.

Секция №9.2 Управление качеством

Концепция TQM в управлении качеством процессов в цепи поставок: экономико-правовые аспекты

Ахматова М.С., Ахматова Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Денискина А.Р.
МАИ, Москва

Устойчивость и эффективность процессов в цепи поставок авиационных компонентов является одним из необходимых условий обеспечения безопасной и рентабельной эксплуатации воздушного судна на постпроизводственных стадиях жизненного цикла.

Одним из подходов, направленных постоянное улучшение качества и достижение долговременного успеха путем удовлетворения потребностей клиентов и заказчиков, а также обеспечения выгоды для всех членов компании и общества в целом, является концепция TQM (Total Quality Management). В качестве одного из ключевых правовых инструментов обеспечения систем менеджмента качества необходимо выделить ГОСТ Р ИСО 9000-2015, подчеркивающий восемь принципов менеджмента качества, которые являются целесообразными для адаптации к цепи поставок: ориентация на требования и потребности заказчика; лидерство для обеспечения единства цели; активное вовлечение сотрудников компании в стратегическое планирование процессов цепи поставок; взаимодействие персонала; процессный подход для повышения эффективности деятельности; постоянные улучшения; принятие решений, основанное оценке данных, информации и фактических свидетельствах; поддержание взаимовыгодных отношений с заинтересованными сторонами, включая поставщиков.

Результаты исследования демонстрируют, что применение концепции TQM в управлении качеством процессов в цепи поставок цепи заключается в постоянном выявлении проблем в каждом процессе, их активном разрешении, в предупреждении первопричин несоответствий, минимизации уровня дефектов и сокращении непроизводственных затрат. Учет правовой составляющей способствует эффективному и безопасному регулированию процессов функционировании системы менеджмента качества. Достижение синергического эффекта становится возможным благодаря командной работе мотивированного и профессионального персонала, когда совокупный результат работы команды в значительной мере превосходит сумму результатов работы отдельных исполнителей. Таким образом, принимая во внимание повышенные требования к авиационной технике, можно заключить, что применение концепции TQM оказывает положительное влияние на уровень качества послепродажного обслуживания в целом.

Управление рисками в СМК

Базаев А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Барменков Е.Ю.
МАИ, Москва

Реализация любого проекта по разработке и внедрению системы менеджмента качества предполагает всевозможные неопределенности и риски. Их наступление обусловлено неполнотой или неточностью информации о среде, в которой предполагается организовать и осуществить деятельность команды по достижению намеченной цели. Ключевыми факторами неопределенности событий являются:

• Ограниченность знаний, обусловленная полным или частичным отсутствием информации либо искаженными данными о параметрах и условиях среды. В итоге, для реализации проекта необходимо найти оптимальное решение с учетом наступления какого-либо события из нескольких возможных.

• Случайности — наступление факторов (событий), которые невозможно достоверно спрогнозировать с приемлемой долей вероятности.

• Факторы субъективного противодействия — события, обусловленные действиями партнеров с противоположными или несовпадающими интересами.

Риск — уровень вероятной угрозы при получении ожидаемого результата. Управление рисками проекта — совокупность тщательно спланированных организационных и практических мероприятий по прогнозированию и оперативному предупреждению всевозможных рисков. В их число входят следующие процессы:

• Планирование — разработка расписания мероприятий по прогнозированию и предупреждению всевозможных факторов риска.

• Идентификация — быстрое определение степени возникшей угрозы с последующим анализом ее параметров.

• Реагирование — разработка эффективного противодействия наступившим риском с учетом результатов анализа их параметров.

• Мониторинг и управление — непрерывное отслеживание событий с реализацией планов оперативного реагирования на наступившие риски.

Риски делятся на известные (ранее идентифицируемые) и неизвестные (не поддающиеся распознанию). Первыми можно управлять путем составления планов реагирования и создания специальных резервов. Вторые — не поддаются управлению, поэтому для их компенсации следует создать резервы руководства.

Для управления рисками используются различные технологии:

• Уклонение — быстрая корректировка текущих планов для устранения влияния рисков или сведения к минимуму их последствий.

• Переадресация — передача полномочий по управлению рисками третьей стороне.

• Минимизация — снижение вероятности негативного события путем, например, одновременной реализации нескольких проектов.

• Принятие — игнорирование наступивших рисков, для компенсации последствий от которых предусмотрен специальный резерв.

Применение системы «Всеобщий уход за оборудованием» для процесса обработки листов из алюминиевых сплавов

Барбанакова А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва

Авиастроение важнейшая и одновременно быстро развивающаяся отрасль промышленности. Безусловно, в любой отрасли в нашей стране необходимо ставить во главу угла качество и безопасность, в связи с этим на сегодняшний день используются разнообразные методики и инструменты для осуществления и организации эффективного производственного процесса.

Бережливое производство можно назвать одной из наиболее применяемых концепций на Российских предприятиях, так как это подход к управлению организацией, который основывается на повышении качества продукции и сокращению всех видов потерь. В данной методологии потери — это действия, или ситуации, которые приводят к использованию ресурсов, но не повышают рыночную стоимость продукта или услуги, увеличивая только себестоимость продукта.

Для применения методологии можно начать использовать наиболее простые элементы бережливого производства, но не менее эффективные. Например, одним из инструментов Бережливого производства является система TPM- всеобщий уход за оборудованием. На основании того, что от состояния оборудования напрямую зависит качество продукции система TPM может быть полезна в процессе обработки листов из алюминиевых сплавов, которые широко применяются в авиастроении. Секрет методики TPM в устранении формального отношения к ежедневным осмотрам и мелким неисправностям. TPM система делает небольшой акцент на оборудование - около 30%, а на человека - около 70%.

К сожалению, на многих предприятиях работники недостаточно серьезно относятся к уходу за оборудованием на котором работают посменно. В целях улучшения процесса производства листов из алюминиевых сплавов и реализации ТРМ целесообразно использовать методику проверки и оценки оборудования:

1) Направление проверки: отсутствие повышенных шумов, стуков, вибраций

2) Объекты проверки: Прокатный стан, правильно-растяжная машина, печь для отжига

3) Задачи проверки: Выявление источников повышенных шумов, вибраций, стуков, выявление мест повышенного нагрева

4) Критерии оценки: Каждый источник повышенного шума, вибрации, стука или нагрева считается как одно замечание

Таким образом, представляется возможным осуществление и мониторинг ежедневного ухода за оборудованием. Бесперебойная работа оборудования является залогом стабильного функционирования производства, надлежащего качества и безопасности продукта. Кроме того, безотказная работа оборудования - основа для гарантированного выполнения заказов и достижения запланированных показателей результативности предприятия в целом.

Современные проблемы системы охраны труда летного состава на предприятиях гражданской авиации

Владарская М.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мессинева Е.М.
МАИ, Москва

Развитие гражданской авиации в российской федерации непосредственно связано с самыми главными стратегическими интересами страны. Так, Совет Федерации России определяет основной задачей гражданской авиации обеспечение безопасности полетов, указывая в числе первых мер важность принятия ведомственной целевой программы подготовки кадров для работы в отрасли гражданской авиации, и, прежде всего летного состава.

В России с каждым годом можно увидеть благоприятную динамику снижения авиационных происшествий.

Несмотря на то, что в последние годы общее количество авиационных аварий снижается, эта проблема остается актуальной и важной. Ситуация в РФ остается все-таки тяжелой – на каждый миллион пассажиров гибнет 0,777 человека. В мировой гражданской авиации этот показатель составляет 0,486, в США значительно меньше — 0,09.

В частности, текущая ситуация связана с ненадлежащим вниманием, оказываемым службам охраны труда в авиационной отрасли, а именно в системе гражданской авиации. Это значительно ухудшает ситуацию, так как финансирование охраны труда с каждым годом снижается, а важность данной службы руководством игнорируется.

Тяжелое положение с охраной труда в гражданской авиации непосредственно влияет на физическое здоровье работников, экономические затраты, демографическое состояние, развитие и формирование кадрового потенциала в стране в общем. Все вышеперечисленное приводит к тому, что снижается общая безопасность полетов и увеличивается количество авиационных происшествий.

По данным проведенного опроса сотрудников различных авиакомпаний к важнейшим причинам общепроизводственного травматизма летного состава в аэропортах относятся:

- Нарушение технологических процессов;
- Нарушение режима труда и отдыха;
- Вредные факторы труда членов летных экипажей.

Обстановка на авиационном рынке в России отличается от мировой тем, что при релятивном сокращении рабочих мест дефицит специалистов, в частности командиров воздушного судна на самолетах иностранного производства, не сокращается, а наоборот, повышается с каждым днем. Летный состав авиации – на сегодняшний день самый тяжело

восполняемый фактор авиационной отрасли. Подготовка авиационных профессионалов требует минимум от пяти до десяти лет, а управленцев - от десяти до пятнадцати.

Таким образом, особенное внимание нужно уделить улучшению качества системы обучения и подбора персонала.

Из вышесказанного следует: для того, чтобы значительно уменьшить проблему производственного травматизма летного состава можно разработать следующие предложения по усовершенствовании системы охраны труда в гражданской авиации:

1. Переход от реактивного (то есть – по факту нарушения) управления охраной труда (например, компенсации за вред здоровью) к преактивному (предупреждение вреда);

3. Пересмотр программ обучения специалистов по охране труда на авиапредприятиях с учетом специфики работы в аэропортах;

4. Постоянное улучшение эффективности управления охраной труда в авиационной отрасли;

5. Совершенствование схемы предоставления компенсаций за работу с вредными и опасными условиями труда на авиапредприятиях.

Так же можно предположить, что обмен опытом с иностранной гражданской авиацией будет иметь положительный эффект для каждой страны. Так как обмен опытом в современных реалиях является надежным и эффективным инструментом для охраны труда на предприятиях гражданской авиации.

В заключении, можно сказать, что в настоящее время уже успешно применяются системы менеджмента как, например, управление безопасностью полетов, управление профессиональной безопасностью и охраной труда. В последнее время в указанной отрасли успешно внедряется система менеджмента качества.

Преимущества и недостатки российских авиакомпаний международного уровня

Деменьшина М.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

В наши дни авиаперевозки становятся все более и более популярны. Благодаря авиакомпаниям развивается экономика страны, в основном благодаря внутреннему туризму. Это особенно заметно в условиях ситуации, связанной с коронавирусной инфекцией, когда поездки за рубеж сокращаются. Качество обслуживания повышается, цены на перевозки снижаются, появляется все больше авиакомпаний, разных уровней обслуживания, и у каждой из них есть как преимущества, так и недостатки. На 2019 год авиакомпании «Аэрофлот – Российские авиалинии» и «S7 Airlines» вошли в список лучших авиакомпаний по рейтингу «Skytrex» - влиятельной компании, изучающей качество обслуживания авиакомпаниями и аэропортами. Обе компании совершают как перелеты внутри страны, так и внешние перевозки. В то же время именно эти авиакомпании борются за лидерство на российском рынке. Сейчас помимо стоимости и качества обслуживания можно рассматривать множество факторов, по которым потребитель выбирает ту или иную компанию.

Говоря об авиакомпании «Аэрофлот – Российские авиалинии» отмечается профессионализм пилотов, новый парк самолетов, высокое качество обслуживания, которое является особо приоритетным особенно на длительные перелеты, зачастую именно они являются более комфортабельными и в тоже время более бюджетными среди остальных авиакомпаний. Помимо этого выделяется бонусная программа разных уровней, создающая, возможность обмена места эконом-класса на бизнес-класс, возможность взять дополнительный багаж, доступ в залы ожидания повышенной комфортности и другие. Помимо постоянных существуют еще и разовые акции, как, например, сбор милей в новогодней компьютерной игре.

Перелеты авиакомпании «S7 Airlines» схожи с политикой авиакомпании «Аэрофлот – Российские авиалинии». Также есть бонусные программы с разным количеством уровней привилегий, которые распространяются на компании входящие в международный альянс Oneworld, банки, гостиничные и страховые компании. Зачастую цены на перелеты ниже, особенно на близкие расстояния внутри страны. Регистрация на рейс обычно проходит достаточно быстро, ниже цены за перевес багажа. Отличительной чертой авиакомпании S7 является наличие программы «Семейный счет», позволяющей пользоваться баллами не одному человеку, а нескольким, что значительно удобнее при перелетах с семьей или при групповом мероприятии. Самолеты постоянно обновляются, они удобные, кресла в самолетах широкие, что очень важно при перелетах. Помимо прямого своего назначения авиакомпания борется за экологию, проводя акции в поддержку сибирских лесов.

Среди недостатков в основном выделяются проблемы рейсов с пересадкой, которые возникают из-за задержек рейсов компаний. Нередко бывают случаи жалоб на авиакомпанию Аэрофлот по причине сложности вернуть деньги при опоздании на пересадочный рейс, что прописано в правилах авиакомпании. Количество сотрудников авиакомпании S7 не всегда достаточно для решения проблем связанных с отменой или задержкой рейсов. Большим недостатком является отсутствие постоянной обратной связи с клиентом, не смотря на «Горячие линии» и чаты поддержки авиакомпаний. Операторы не всегда имеют конкретные ответы на вопросы клиентов, а также большой проблемой является затянутое время ожидания на вопрос клиенты. При этом важно отметить хорошо проработанную систему оповещения о предстоящем рейсе/рейсах.

Таким образом, показаны приоритетные направления развития двух лидирующих российских авиакомпаний. Обе компании хорошо клиентоориентированны, предоставляют сервис высокого уровня и имеют разные привлекательные стороны для своих потребителей. Рассматривая недостатки можно прийти к выводу, что по большей части они схожи в кампаниях и основаны на неожиданных ситуациях, связанных по большей части не с самой авиакомпанией, а с погодными условиями или задержкой рейсов из-за сбоев в работе аэропортов.

Документационное управление затратами на дефекты на предприятиях авиационной техники

Ершова И.М.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Денискина А.Р.
МАИ, Москва

Уровень качества продукции или услуги не только является конкурентным преимуществом для производителя, но, в некоторых областях, и необходимым условием при выходе продукта или услуги на рынок. Так, проблема качества и надежности авиационной техники всегда актуальна, поскольку от этого зависят ее потребительские свойства и вопросы безопасности. Своевременное выявление и учёт дефектов относится к одному из наиболее важных вопросов качества на предприятиях авиастроения.

В соответствии с ГОСТ 15467-79 Дефект – это каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям.

На практике выявленные дефекты фиксируются в «акте на брак». Ключевые позиции, которые отражены в данном документе, следующие: шифр брака; номер цеха; номер операции; номер чертежа;

предъявленное количество; забракованное количество; характеристика брака. Также документ даёт картину стоимости дефекта в разделе калькуляция брака. Т.к. предприятия работают в условиях рыночной экономики, и возникающие несоответствия оцениваются с точки зрения потенциальных и фактических затрат.

Исходя из этого, сегодня дефекты оцениваются в разрезе учёта затрат на качество. Для достижения оптимальных затрат на качество предприятию следует либо разработать свой подход к учёту затрат, либо использовать один из существующих.

Требования к процессу сбора информации о затратах на качество определяются предприятием самостоятельно. Однако собранная информация должна быть достаточной для последующего анализа.

Прежде, чем затраты на дефекты будут проанализированы, необходимо собрать информацию о них через систематизированный документооборот. В процессе работы были проанализированы типовые формы документов, относящихся к сбору информации и анализу дефектов и сделан вывод, какой комплект документов необходим на производстве авиационной промышленности. Сразу, после обнаружения брака, его необходимо зафиксировать в маршрутном листе, где также будет дана классификация дефекта по возможности его устранения. Исправимый брак нуждается в анализе. Поэтому формируется отчёт «Аналитика по исправимому браку». Неисправимый брак фиксируется в акте о браке.

Информация, отражаемая в актах о браке, даёт представление о причинах возникновения дефектов, позволяя в дальнейшем предпринимать меры по их устранению/ минимизации их эффекта. Данные из актов следует дополнительно систематизировать, представляя их в форме сводной ведомости о причине (неисправимого) брака. Анализ отчёта «потери от неисправимого брака по заказам» показывает, дефекты, влияющие на выполнение заказов.

Отчёт о материальных потерях применим, когда основные потери, связанные с дефектами, относятся к материальным затратам. Продукция, произведенная с дефектом, подлежит контролю на предприятии на ровне с бездефектной. Данный контроль осуществляется при использовании оборотной ведомость по неисправимому браку.

Использование этой документации позволяет:

– повысить качество подготовки отчётов о браке,

– систематизирует процесс сбора количественной информации о дефектах и о затратах, ими вызванными,

– позволяет руководству предприятия иметь представление о состоянии качества производства,

– по итогу возможно разрабатывать и комплексно внедрять мероприятия по снижению потерь и предотвращению причин возникновения дефектов.

Управление качеством проекта

Канаев И.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Барменков Е.Ю.
МАИ, Москва

В связи с обострением конкуренции на международном рынке, непрерывно растут требования к качеству проекта, поэтому важно уделять большое внимание менеджменту качества проекта. Фундаментом любого проекта являются три фактора: время реализации проекта, масштаб проекта и стоимость проекта. Чтобы проект соответствовал требованиям заказчика, необходимо сразу договориться чему будут соответствовать эти три фактора. Управление качеством проекта осуществляется путём внедрения систем менеджмента качества, непрерывным улучшением процессов и их контролем [1]. Управление качеством проекта должно быть направлено как на проект, так и на сам продукт проекта. Работу необходимо планировать таким образом, чтобы сотрудники не были перегружены и в тоже время росли качественные показатели продукта. Определившись со сроками проекта, его стоимостью и стоимостью качества, следует выбрать инструменты и методы контроля качества проекта: сравнительный анализ затрат и выгод, контрольные карты, бенчмаркинг, разработка блок-схем, планирование экспериментов, выборочные оценки, авторские методики управления качеством [2]. На входе планирования качества должно быть: базовый план по содержанию, реестр заинтересованных сторон проекта, базовый план выполнения стоимости, базовое расписание, реестр рисков, факторы среды предприятия, активы процессов организации. А на выходе планирования качества должно быть: план управления качеством, метрики качества, контрольные списки качества, план совершенствования процессов (границы процессов, конфигурация процессов, система показателей процессов,

объекты для совершенствования), обновления документов проекта. Обеспечив качество проекта согласно всем требованиям, на выходе будет продукт, который полностью удовлетворит потребителя.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования (Переиздание). URL: http://docs.cntd.ru/document/1200124394

2. Внедрение СМК. Инструменты качества. Инструменты проектирования качества. URL: https://www.kpms.ru/Implement/Qms_Tool.htm

Риск-анализ самолёта статистическими методами

Коноплева В.М.

Научный руководитель — к.т.н. Скворцов Е.Б.

ЦАГИ, Жуковский

Проект свободный от рисков не приносит выгод, поскольку следует известным путём реализации и не обладает полезной новизной. Если проект уникальный и, следовательно, полон рисков, то его успешное осуществление позволяет обеспечить повышенный уровень совершенства, превосходящий известный уровень, и в конечном итоге получить преимущество на рынке. Но для успешной реализации проекта рисками необходимо управлять. Для этой цели предложен метод, который отвечает на вопрос о вероятности выполнения того или иного требования, даёт рекомендации по преодолению недостатков системы и является индикатором для лиц принимающих решение о дальнейшей реализации проекта.

Разработанный метод является частью системы управления техническими рисками и включает ряд основных процессов:

• Определение факторов технического риска в прогнозе реализуемости проекта

При проектировании самолёта формируется техническое задание (ТЗ). Из этого списка требований необходимо выбрать показатель по отношению к которому будет измеряться влияние факторов риска. В этом случае предполагается, что остальные требования должны быть выполнены безусловно.

• Формирование модели факторов неопределённости

В начале проекта система описана, как правило, неточными, неполными и неопределенными данными. В зависимости от специфики и контекста задачи источниками неопределенности могут выступать различные факторы, связанные как с неточностью данных, полученных из эксперимента или архива, так и с неопределенностью прогнозных параметров задачи, относящихся к будущему. Для анализа и обработки неточных и неопределенных данных необходимо выбрать модель неопределённости, подходящей для решаемой прикладной задачи.

• Имитационное моделирование

На этапе верификации проекта заданному ТЗ исследовать непосредственно саму систему не представляется возможным, т.к. физическую систему только предстоит создать. Имеющаяся в наличии информация не позволяет однозначно ответить на вопрос какой результат будет получен. В этом случае эксперимент проводят не над самой системой, а над ее моделью. Суть метода заключается в следующем: процесс описывается математической моделью с использованием генератора случайных величин, модель многократно обсчитывается, на основе полученных данных вычисляются вероятностные характеристики рассматриваемого показателя.

• Анализ результатов имитационного моделирования

Как только смоделировано достаточное количество экспериментов для показателя реализуемости проекта, симулятор обеспечит формирование совокупного риска, связанного с вероятностью выполнения заданного требования. В терминах управления рисками, результат представляется как диаграмма совокупного риска.

• Анализ чувствительности

Описанный выше метод не даёт однозначного ответа о влиянии того или иного риск-фактора на результирующий показатель реализуемости проекта. Для устранения этого недостатка необходим анализ чувствительности, результатом которого становится перечень риск-факторов, ранжированных по степени влияния на показатель реализуемости проекта.

• Рекомендации по рискам

В отношении рисков доступны четыре возможности: избегание, сдерживание, ослабление, игнорирование. Выбирая сдерживание или ослабление рисков необходимо сформировать направления специальных исследований, помогающих в решении этих задач, и включить их в план выполнения проекта.

Предложенный метод риск-анализа является инструментом для индикации возможных рисков проекта, выявляет слабые места, т.е. определяет характеристики системы, требующие внесения поправок. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уменьшение рисков обеспечения технической реализуемости и эффективности разрабатываемой концепции и ее технологий.

Применение технологий дополненной реальности для повышения качества сборки продукции

Корыткин Н.Г., Корыткин П.Г.
МАИ, Москва

Технологическое усложнение производимой продукции неминуемо приводит к увеличению сложности изготовления. Так, например, для производства современного пассажирского самолета требуются миллионы различных деталей. Это приводит к тому, что человеческий фактор приводит к сильному удорожанию, замедлению производства, а также росту брака. В связи с этим возникает необходимость внедрения инновационных технологий для решения этих проблем. Целью данной работы является анализ перспективных технологий для внедрения в процесс производства. Объектом исследования выступают - промышленные организации, а предметом – внедрение технологий дополненной реальности.

Основной проблемой в процессе сборки самолета является то, что требуется большое количество рутинных действий из-за чего снижается острота восприятия у персонала. Поэтому для сохранения остроты восприятия возникает необходимость в добавлении элементов интерактивности для разнообразия рутины однотипных действий.

Для решения данных проблем необходимо внедрение аппаратно-программного комплекса шлемов дополненной реальности.

Благодаря широкому распространению IT-технологий и компьютеризации появилась возможность широкого внедрения технологий дополненной реальности (AR).

Существует несколько видов дополненной реальности применимых в данном случае:

1. На основе маркеров.

Для наложения слоя дополненной реальности требуется изображение определенного маркера на поверхности.

2. Безмаркерная технология.

Технология работает на базе определенных алгоритмов или искусственного интеллекта (ИИ) для создания цифровой копии поверхности для программной обработки и добавления дополнительных изображений.

Для производства желательным является внедрение обоих технологий. Маркерная технология требует перестроение производственных процессов, так как требуется промаркировать каждую деталь для более точной обработки информации шлемом дополненной реальности. Безмаркерная технология позволит определить требуемое место установки детали, а также проконтролировать процесс сборки, но работает менее точно из-за чего может возникнуть нежелательное дребезжание накладываемого информационного слоя, что приводит к повышенной утомляемости рабочего персонала. Шлем дополненной реальности позволяет также добавить определенную интерактивность и геймификацию в рутинный процесс сборки для сохранения остроты восприятия.

В докладе продемонстрирована целесообразность внедрения AR-технологий на производстве. Более того, было показано, что при неправильном внедрении данных технологий в процесс производства, проблемы с отображением AR-объектов могут оказать негативный эффект на рабочий персонал, что впоследствии может привести к большей утомляемости сотрудников.

Решение актуальных проблем, связанных с метрологическим обеспечением предприятий

Крутий Е.Д.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Денискина А.Р.
МАИ, Москва

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности. Метрология представляет наиважнейшую роль в системе менеджмента качества, так как невозможно обеспечение качества без должного уровня точности, достоверности и сопоставимости результатов измерений.

Высокотехнологическая и высоконаукоёмкая измерительная техника, используемая в процессе разработки, производства, испытаний и эксплуатации современных образцов и комплексов вооружения, военной и специальной техники и является одним из основных инструментов объективного контроля их характеристик и параметров. В настоящей статье выделю следующие наиболее влияющие факторы, не дающие отечественным компаниям выйти на желаемый уровень качества выпускаемой продукции, не используя при этом больших затрат.

Часто метрологические задачи очень сложно урегулировать посредством оборудования, существующего на рынке на сегодняшний день, с технической и экономической точек зрения, а разработкой и изготовлением не стандартизированных средств измерений занимаются всего несколько организаций в стране, которым, в свою очередь, трудно обеспечить потребности многочисленных предприятий.

Даже в случае если в организации имеется достаточное техническое оснащение, то из-за слабой подготовки рабочих это оборудование может быть неверно выбрано или мало результативно применяться. Метрологи, не имеющие возможности воздействовать на ситуацию, начинают идти по пути наименьшего сопротивления, появляется тенденция отстранения от решений оперативных задач и уход в наблюдаемую функцию. Часто конструктора, инженеры работают над вопросом измерений. Зачастую от безвыходности они стараются взять на себя ответственность метрологов. Хотя должно быть несколько по-другому: метрологи должны участвовать в разработке изделий с начальных этапов, когда принимаются важные технические решения, и эти решения должны учитывать возможность контроля характеристик в нужный момент. Выбор точек контроля необходим для оптимизации технологического процесса.

Последняя из существенных проблем, на которую мне хотелось сделать акцент, - это нехватка или небезупречность нормативно-методической базы, что сильно ограничивает метрологов в решении оперативных задач.

Метрологическое обеспечение не заканчивается на операциях, связанных с использованием технических средств для обеспечения требуемой точности измерений. Это также и создание, усовершенствование, соблюдение метрологических стандартов, регламентов, принципов, методик, правильная обработка и анализ результатов измерений, благодаря которым можно объективно оценивать данную обстановку, связанную с качеством выпускаемой продукции, и оперативно регулировать её.

Все проблемы, которые я выделила, они взаимосвязаны, и каждая из них может рассматриваться и как причина и как следствие остальных. Поэтому решить проблемы по отдельности неэффективно. Решение должно быть всесторонним.

Важно чтобы руководство предприятия или с помощью компетентных представителей подробно определила проблемы, подготовила план усовершенствования метрологического

отдела, который будет включать не только приобретение технических средств, но и алгоритм действий, который предоставит ликвидацию найденных проблем и приведет к заранее намеченным результатам.

Список использованных источников:

1. Анисимов, В.П. Метрология, стандартизация и сертификация (в сфере туризма): Учебное пособие / В.П. Анисимов, А.В. Яцук. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 253 с.
2. URL:https://ostec-group.ru/group-ostec/pressroom/articles/kachestvo/kak-uluchshit-kachestvo-vypuskaemoy-produktsii/ (дата обращения 17.02.2021)
3. URL:https://www.arttool.ru/group-ostec/pressroom/articles/kachestvo13/metrologiya-eto-ne-tolko-zamery/ (дата обращения 17.02.2021)

Совершенствование технико-экономических показателей производственной цепочки «Металлургия гранул»

Крутикова В.В.

Научный руководитель — к.т.н. Гусаков М.С.

ГБОУ ВО МО «Технологический университет», Королев

Проблема обеспечения качества материалов и изделий из них в условиях роста конкуренции между производителями актуальна для любой отрасли производства. Однако, показатели качества, связанные с экономической эффективностью производства и выпуском качественной продукции, имеют свою специфику в каждой конкретной отрасли. Наукоемкая космическая отрасль, стратегической задачей которой является достижение нового технического уровня, является необходимой и важной составляющей (по многим показателям) российского промышленного производства. Реализация этой задачи предполагает использование высокотехнологичных производственных процессов и/или совершенствование существующих производственных цепочек.

Порошковая металлургия, как и другие наукоемкие и энергосберегающие отрасли промышленности, является одним из основных направлений развития современного, высокоэффективного производства в технологически развитых странах. Несмотря на значительные достижения, в развитии порошковой металлургии имеется ряд нерешенных проблем и трудностей, сдерживающих ее дальнейшее развитие. К таким проблемам относятся: качество исходного сырья; технологические потери, обусловленные несовершенством производственного цикла; широкое распределение фракционного состава; несовершенство цепочки движения сырья между технологическими операциями. Данные факторы оказывают негативное влияние на показатели производства и его качество, снижая выход годного материала и, как следствие, повышая стоимость готовой продукции, а также увеличивая трудоемкость и производственные потери.

Целью данной работы являлось исследование производственной цепочки гранульной металлургии АО «Композит» и совершенствование ее технико-экономических показателей. Для совершенствования показателей использовалась концепция «Бережливое производство» (БП). В ходе исследования, согласно БП, была составлена карта потока создания ценности, анализ которой позволил выявить ряд операций, не добавляющих ценности готовой продукции. Был проведен хронометраж рабочего времени и сделано описание системы работы, технологии производства, методов и условий труда, и определены относительное количество параметров влияния и степень результативности, и фактическое время для отдельных этапов рабочего процесса. В ходе исследования применялись такие инструменты БП, как «5S», с помощью которого были научно и оптимально целесообразно организованы рабочие места, и «SMART-цель», использование которого способствует разработке различного рода предложений по улучшению производства и восстановлению культуры рационализаторских предложений.

В результате исследования были получены следующие результаты: рост эффективности производственной цепочки на 15%; увеличение объема выпускаемой продукции без увеличения производственных мощностей; сокращение производственного цикла;

сокращение времени на переналадку оборудования; минимизация простоя оборудования и снижение перегрузки персонала; сокращение потерь на всех этапах производственной цепочки.

Исследованный производственный процесс представляет собой лишь часть всех технологических процессов предприятия. Соответственно, в дальнейшем планируется планомерное и системное исследование всех производственных процессов предприятия, при этом, особое внимание следует уделить ресурсосбережению за счет внедрения безотходных технологий, расширенного применения вторичных ресурсов и отходов производства.

Стратегический анализ внутренней среды организации

Ле Тхи Ха Тху
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Барсова Т.Н.
МАИ, Москва

Сегодня, когда Вьетнам вступил в ВТО, отечественным компаниям приходится сталкиваться со все большим количеством требований и проблем. Следовательно, очень важно определить местонахождение и понять ситуацию компании, а также ситуацию компании по сравнению с мировой экономической ситуацией.

Исходя из ситуации в фармацевтической акционерной компании Киу Лонг в 2019-2020 годах и развития бизнеса, на основе общедоступных данных, а также процесса опроса общественного мнения аппаратом компании, первоначально сформирует обзор ситуации в организации и сформирует направление на основе выводов.

Кроме того, в эссе также использоваться некоторые типичные методы диагностики, такие как: Майерс-Бриггс, Ф. Харрис и Р.Моран, модель М.Марка-К.Пирсона и Ларри Константина., Р.Куина-Камерона, Белбина, Модель Грейнера, Модель Емельянова-Поварницыной

Заключение по основным компетенциям: анализируя текущую ситуацию с конкуренцией, оценивая сильные и слабые стороны, автор дает сильные стороны, которые считаются ключевыми компетенциями Киу Лонг компании: человеческие ресурсы большая сила с профессиональной квалификацией, высокой квалификацией, производственными мощностями - современная система машин и оборудования, качество продукции - диверсификация структуры продукции; группа исследований и разработок. Поэтому Киу Лонг Фармацевтическая необходимо сосредоточить ресурсы на развитии этой основной компетенции, одновременно продвигая другие компетенции в сочетании с компонентами, которые создают динамические возможности, такие как маркетинговые возможности, бизнес-ориентация, потенциал. инновации, возможности сервисной организации и корпоративная репутация для повышения ее конкурентоспособности с конкурентами в отрасли.

Из результатов организационной культуры (ОК) анализа по 3 моделям получаем соответствующие результаты:

- Модель Ларри Константина — закрытая система
- Модель Марка Пирсона — стабильность и контроль
- Модель Куин-Камерона — бюрократическая ОК.

Система функционирует на основе жестких законов иерархии управления в виде пирамиды, информация передается по линиям власти, решения принимаются руководителем и «спускаются вниз» для исполнения. Такая организация держится на традициях и ориентирована на стабильность и преемственность. Для сохранения стабильности утверждается строгое распределение ролей, ценится лояльность, конформность и послушание сотрудников

Необходимо развивать демократию, создавать благоприятную среду для развития творческих способностей сотрудников и интеграции во все более динамичный рынок сегодня.

Оцените каждый этап организации в действии, чтобы определить, какой этап организации находится в жизненном цикле, а затем примите соответствующие меры для управления организацией на определенных этапах. Потому что на каждой стадии жизненного цикла организации требуются разные методы управления и меры для поддержания роста организации.

Определение фазы ЖЦО по модели, тесту Адизеса, модели Емельянова–Поварницыной, модели Жцо Грейнера, Мы видим, что фармацевтическая компания Киу Лонг находится в стабильной фазе с высокими доходами и стабильным ростом (но не стремительными темпами). На этом этапе компания стабильно росла, но столкнулась с рядом проблем, связанных с продолжающимся ростом из-за отсталости аппарата и недостаточной проницательности в политике государственного развития.

Вступая в 2020 год, Совет директоров и все сотрудники Киу Лонг Фармацевтическая намерены установить бизнес-цель с чистой выручкой в размере 844 млрд донгов, что на 12% больше по сравнению с 2019 годом; прибыль до налогообложения составляет 104 530 миллиардов долларов. Согласно этому плану, Киу Лонг Фармацевтическая будет продолжать инвестировать в крупные проекты, создавая прочную основу для будущего компании, такую как расширение фабрики пустых капсул на этапе 4, ожидается дальнейшее увеличение скорость 2,4 миллиарда капсул/год; через акционерное общество «Медицинское оборудование Benovas» построить новый завод по производству медицинских материалов мощностью 480 млн изделий в год. Для повышения эффективности бизнеса Киу Лонг Фармацевтическая будет продолжать уделять внимание расширению и развитию системы продаж, обучению и повышению квалификации персонала, уделяя особое внимание созданию стратегических продуктов с большими продажами и высокой прибылью или разные продуктовые линейки с небольшим количеством конкурентов.

Список использованных источников:

1. Адизес И. Как преодолеть кризисы менеджмента. Диагностика и решение управленческих проблем // Пер.с англ. – СПб.: Стокгольмская школа экономики. 2006
2. Камерон К., Куин Р. Диагностика и изменения организационной культуры. – С-Пб.: «Питер», 2001
3. Нгуен Винь Тхань. Повышение конкурентоспособности вьетнамских коммерческих предприятий в международной экономической интеграции // журнал «Труд - общество» — Ханой. 2015
4. Фан Тхи Фуонг Чи. Исследовательский центр ACBS // Отчет по анализу фармацевтических компаний. 2018

Использование статистических методов для повышения качества образования в средних образовательных учреждениях

Лосев Д.А., Фридман В.Д.
Научный руководитель — Прокопенко Д.А.
МАИ, Москва

В настоящий момент современная система образования претерпевает большие изменения. Так, с 2005 года, с утверждения Президентом Российской Федерации Владимиром Владимировичем Путиным национального проекта «Образование», в учебный процесс в различных образовательных учреждениях стали внедряться электронные средства. Все это привело к значительному увеличению обязанностей учителей и большему количеству поступающей к ним информации. Главной целью нашей работы было найти такие средства анализа данных, которые бы помогли учителям и уменьшили на них нагрузку. Данные средства должны сделать поступающую информацию об учениках более наглядной, а также добавить возможность самоконтроля. В работе рассмотрены методы статистического контроля, которые возможно внедрить в образовательный процесс с целью повышения качества образования.

Из существующих методов статистического контроля, которые применяются на производствах, были выбраны следующие: контрольная карта Шухарта, диаграмма Исикавы, гистограмма. Рассмотрена возможность применения контрольных карт Шухарта для более объективной оценки успеваемости в классе. Данный метод позволяет определить, является ли неуспеваемость какого-либо ученика случайным обстоятельством, или вызвана ошибкой системы. В случае если неуспеваемость в классе — это системная ошибка, администрации образовательного учреждения будет необходимо предпринять какие-либо действия для исправления сложившейся ситуации. В поиске причин проблемы нам может помочь причинно-следственная диаграмма, или диаграмма Исикавы. В ней управление учебным заведением может собрать все возможные причины, которые могут повлиять на успеваемость учеников, и путем опросов или общения с учениками по этой диаграмме находить «корень проблемы». Данная диаграмма может постоянно дорабатываться самим учебным заведением. Список возможных причин и путей их решения будет дополняться по мере внедрения диаграммы. Гистограмма же призвана сделать информацию, получаемую учениками и учителями в электронный системах, таких как «Электронный дневник» более наглядной. По ней учитель сможет определять тенденции в учебном процессе класса и, при необходимости, воздействовать. Также в работе рассмотрены возможности введения 10-ти балльной системы оценивания, а также ее плюсы перед 5-ти бальной.

Рассмотренные методы статистического анализа при всеобщем внедрении позволят уменьшить нагрузку на учителей, внести в системы оценивания как учеников, так и преподавателей, больше объективности. Современное образование невозможно без математических методов. Только благодаря постоянному контролю и улучшениям в сфере образования мы сможем вывести научную сферу Российской Федерации на новый уровень.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 50779.10-2000(ИСО 3534-1-93) Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения
2. ГОСТ Р 50779.42-99 (ИСО 8258-91) Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
3. В.П.Симонов. Е.Г.Черненко. ДЕСЯТИБАЛЛЬНЫЕ ШКАЛЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОБУЧЕННОСТИ ПО ПРЕДМЕТАМ. Учебно-справочное пособие. — 2-е издание, исправленное и дополненное. — М., «ГрафПресс», 2002. — 70 с.
4. Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия / Гл. ред. Ю. В. Прохоров. — М.: Изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 1999
5. Национальные проекты РФ » Образование » Цифровая образовательная среда URL:https://xn--80aapampemcchfmo7a3c9ehj.xn--p1ai/projects/obrazovanie/umnaya_shkola
6. Национальный проект «Образование» URL:https://strategy24.ru/rf/education/projects/natsionalnyy-proekt-obrazovanie

Применение метода HAZOP при проектировании предприятий аэрокосмического комплекса

Марусина А.Ю., Ахмадиева А.Ф.
СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург

Метод HAZOP (анализ опасности и работоспособности) — это структурированный и систематический анализ определенной системы. Полученные в результате знания о потенциальных опасностях и проблемах работоспособности необходимы для определения соответствующих мер по исправлению положения. HAZOP [1] особенно полезен при выявлении непредвиденных опасностей, создаваемых в системах из-за отсутствия информации или вводимых в существующие объекты изменений технологических условий или рабочих процедур.

Существует множество различных инструментов и методов, доступных для идентификации потенциальных опасностей и проблем работоспособности, таких как

контрольные списки, анализ режимов отказов и эффектов (FMEA), анализ дерева отказов (FTA), HAZOP и так далее.

Прежде чем приступить к анализу HAZOP, следует убедиться, что это наиболее подходящий метод для использования. При вынесении такого суждения следует учитывать цель анализа, правовые и нормативные требования, возможную тяжесть любых последствий, надлежащий уровень детализации, наличие соответствующих данных и ресурсов.

При создании проектного замысла аэрокосмического комплекса HAZOP позволит выявить потенциальные отклонения, так как можно будет изучить их возможных причины и оценить их последствия. Междисциплинарная команда под руководством руководителя анализа сможет детально идентифицировать проблемы опасности и работоспособности комплексов аэрокосмического назначения.

Таким образом, применяя данный метод при проектировании предприятий аэрокосмического комплекса, можно улучшить качество работы данных организация. Также проанализировав возможные проблемы организационных процессов, которые обеспечивают безопасность предприятий, получится своевременно выявить и устранить незапланированные проблемы [2].

Список использованных источников:

1. Pasman H.J., Rogers W.J., Mannan M.S. How can we improve process hazard identification? What can accident investigation methods contribute and what other recent developments? A brief historical survey and a sketch of how to advance. J. Loss Prev. Process Ind. 2018, 55, 80–106.

2. Бызов А.П., Полюхович М.А. «Применение алгоритма управления жизненным циклом безопасности» //Сборник: Неделя науки СПбПУ. Материалы научной конференции с международным участием. Высшая школа техносферной безопасности. 2017. С. 31.

Описание ответственного персонала за каждый вид лабораторной деятельности с помощью матрицы распределения ответственности

Мерзико И.Н.

Научный руководитель — к.х.н. Нигматуллин А.Т.

УГАТУ, Уфа

Конкурентоспособность испытательных и калибровочных лабораторий напрямую зависит от доверия к деятельности лаборатории, которое в свою очередь обусловлено качеством результатов измерений, испытаний и анализа. Выполнение требований ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» позволяет лабораториям продемонстрировать свою компетентность и способность получать достоверные результаты [1, 3].

В новой версии стандарта регламентирован порядок ведения технических записей в любом виде (в бумажном и электронном), установлено требование регистрации информации о персонале ответственного за каждый вид лабораторной деятельности, включая сохранение первичных и измененных данных и технических записей. Кроме того, уточнена информация о ведении записей о персонале и их компетентности [2].

Следовательно, ни один процесс или подпроцесс не должен остаться без ответственного лица с соответствующей компетенцией. В подобной ситуации матрица распределения ответственности является удобным инструментом для описания. Так каждая строка матрицы будет соответствовать процессу (валидация, верификация и т.п.), а каждый столбец – должностному лицу, участвующему в этом процессе (ответственный за эксплуатацию оборудования, ответственный за валидацию, верификацию методик и методов измерения, ответственный за валидацию, верификацию методик калибровки, ответственный за разработку, ответственный за журналы и т.п.). Таким образом по матрице распределения ответственности легко определить не только ответственное лицо за каждый процесс, но и тех, кто участвует, и кого информируют.

Описание информации ответственного персонала за каждый вид лабораторной деятельности с помощью матрицы распределения ответственности позволяет наглядно представить необходимую информацию о персонале в рамках ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

Список использованных источников:

1. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. Введ. 2019-09-01. М.: Изд-во стандартов. 26 с.

2. Мерзико И.Н. Обзор новой версии ГОСТ ISO/IEC 17025 // Мавлютовские чтения: материалы XIV Всероссийской молодежной научной конференции: (1-3 ноября 2020 г. Уфа, Россия) в 7 т. [Электронный ресурс] / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. – Т.2. – 269 с. С.89-95.

3. Чикачек Е.В. Анализ изменений в критериях оценки стабильности результатов измерений в испытательных лабораториях // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». 2019. URL: https://scienceforum.ru/2019/article/2018011276 (дата обращения: 15.12.2019).

Централизация. Комбинированная подготовка персонала, как гарант качества в авиационной промышленности

Наместников А.А.

Научный руководитель — Прокопенко Д.А.

МАИ, Москва

В современном мире мы наблюдаем тенденцию усложнения как в производстве и эксплуатации ЛА, так и в подготовке персонала, что является основным фактором, определяющим уровень качества. Таким образом, появляется острая необходимость в создании принципиально нового подхода в подготовке персонала, чтобы поддерживать и повышать уровень всех выполняемых процессов. Студенты и выпускники сталкиваются с мотивационными и финансовыми проблемами ещё на стадии подготовки, которые мы предлагаем решить переходом на системный подход при их обучении.

Представленный в работе подход отличен от других тем, что он предусматривает подготовку сразу «КОМАНДЫ». В состав каждой из них будут входить специалисты из различных отраслей, что позволит создать ячейку, которая будет не только хорошо функционировать в уже существующей структуре организации, но и будет способна к автономной работе над поставленной задачей. Сейчас ведётся проработка отдельных этапов программы, которая включает в себя элементы обучения до, после и во время получения образования в вузе. Важным элементом системы является ментор, который будет курировать каждую из групп, а также оказывать идейную и мотивационную помощь. Немаловажно, что обучение каждого из членов «команды» будет происходить относительно их профилей, а также совместно по смежным и приоритетным направлениям.

На данном этапе реализации проекта мы решили сфокусироваться на одной из маленьких задач, которую можем решить здесь и сейчас.

Нас очень беспокоит необходимость сохранения и развития интереса у студентов МАИ, чтобы они понимали насколько широки сфера их деятельности и возможности обучения, и конечно же историческая и технологическая уникальности нашего института. Мы видим стабильно опасную тенденцию того, что выпускники различных факультетов не знают и не осознают всей оснащённости и уникальности Московского Авиационного Института как для собственного развития, так и для и возможного дальнейшего трудоустройства. Одни из основных инструментов, которые мы активно используем – это систематические экскурсии и активная работа с заинтересованными студентами. В рамках данных мероприятий, мы стараемся отбирать активных студентов, для формирования дальнейших проектных команд, которые будут вести свою деятельность, как отдельная единица. Именно этим наш подход и отличен от других. Со студентами старших курсов эти мероприятия проводились с целью подтвердить состоятельность данного подхода, а моя функция заключалась в выборке

перспективных абитуриентов во время обучения в школе, часть из которых поступила в МАИ и активно принимает в участие в наших научных и коммерческих проектах

Мы считаем очевидным, что ребёнок, вовлечённый в рабочий процесс ещё со школьной скамьи, быстрее и точнее определяется в направлении подготовки. Такой человек качественнее выполняет свою работу за счет того, что:

1. Его окружают близкие или хотя бы знакомые ему люди, что положительно сказывается на комфорте его труда
2. Он увлечён родом своей деятельности, потому что это ему первоначально интересно
3. У такого человека существует неподдельный интерес к его специальности, что лучше сказывается на его обучении в высшем учебном заведении
4. Быстрый период адаптации как профессиональной деятельности, так и к коллективу

Результаты, которые мы уже получили, реализуя проект

1. Студенты получают необходимое и интересное им образование, социальные гарантии и практический опыт, навыки, необходимые для эффективной работы в коллективе и коммерциализации своих проектов. Один из студентов МГТУ им. Баумана, обучающийся на 3ем курсе, до сотрудничества с нами не видел практического применения своей специальности.
2. Компании или некоммерческие организации, поддержавшие подобный подход, получают заинтересованных в своей работе специалистов и “команду”, которая может автономном вести своё направление. В 2019 году в рамках работы таких команд, было выиграно 3 гранта «Умник» от фонда содействия инновациям.

Преимущества для обучающихся:

1. Быстрое внедрение в организационную культуру;
2. Комфорт и эффективная коммуникация внутри команды;
3. Приобретение каждым участником как специальных, так и общих навыков;
4. Способность оценивать риски и нести ответственность за принанимаемые решения;
5. Возможность проявления инициатив, которые будут объективно оценены;

Преимущества для организации, поддержавшей развитие проекта:

1. Возможность выбора команды, которая будет заинтересована конкретным направлением деятельности, что скажется на энтузиазме ее членов;
2. Разносторонний взгляд обеспечит решение любой проблемы, наилучшим образом, путем всестороннего и свежего взгляда;
3. Передвижение целых команд внутри организации поможет пересмотреть фундаментальные принципы ее функционирования и выбрать наиболее подходящую комбинацию;
4. Большая эффективность в случае совместной работы комбинации групп в силу отсутствия эффекта «Конфликта поколений»;
5. Способность каждой «команды» работать автономно.

Определение способа обращения с отходами на основании их класса опасности, как неотъемлемая часть системы управления качеством на предприятиях

Насибуллина А.Р.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Мессинева Е.М.
МАИ, Москва

Ежегодно образуется огромное количество бытовых и промышленных отходов, поэтому проблема поиска оптимального способа обращения с ними является чрезвычайно актуальной. Например, в 2019 году на территории Российской Федерации образовалось 7750,9 млн т отходов, что на 6,7% выше уровня 2018 года. Общая динамика образования

отходов показывает тенденцию устойчивого увеличения их объема каждый год. За период с 2010 г. по 2019 г. Совокупная масса отходов, образованных в Российской Федерации, удвоилась с 3725 млн т до 7750,9 млн т с краткосрочным прекращением роста в 2014-2015 гг. [1]. С 2020 года в России меняются правила, регулирующие обращение с отходами, — планируется переход к раздельному сбору мусора.

Для определения способа обращения с конкретными отходами необходима их классификация, прежде всего, по классам опасности. Грамотный выбор правильных способов обращения с отходами, образующимися на отдельном предприятии, является важным аспектом управления качеством на нем.

Важно понимать степень опасности отдельных видов отходов для окружающей среды, это можно сделать благодаря Приказу Минприроды России от 04.12.2014 №536 и специальной методике расчетов любой отход можно отнести к I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду (где I класс – чрезвычайно опасные отходы, а V – практически не опасные отходы).

Зная состав отхода, сведения о котором содержатся в технических регламентах, технических условиях, стандартах или проектной документации, уровни экологической опасности, определяемые по справочным данным, а также относительный параметр опасности и коэффициент степени опасности каждого из компонентов отхода, можно произвести расчет класса опасности отхода.

Исходя из рассчитанного класса опасности отхода производства и потребления, определяют способ обращения с ним. Отходы I и II класса опасности (чрезвычайно опасные и высокоопасные отходы) передают для обезвреживания и использования (утилизации). Отходы III класса опасности (умеренно опасные отходы) передают для размещения на хранение и утилизации. Отходы IV класса опасности (практически не опасные отходы) обрабатывают и передают для захоронения и утилизации. Отходы V класса опасности (малоопасные отходы) передают для утилизации [2].

Вышеперечисленные требования к обращению с отходами разных классов является обязательным. Их точное и правильное исполнение дает возможность уменьшить негативное воздействие на окружающую природную среду и таким образом сократить вредное воздействие на здоровье людей, а также является необходимым для полноценного функционирования системы управления качеством на предприятии.

Список использованных источников:

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyaniy_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsi/, свободный – Загл. с экрана. С. 557. Дата последнего обращения 10.02.2020 г.

2. Федеральный закон Российской Федерации №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [принят Государственной думой 24 июня 1998 года]: (с изменениями и дополнениями). – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

Подходы оценки эффективности UX/UI практик при создании сервиса «Маркетплейс IT-проектов для студентов МАИ»

Перевозник И.Б.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ухов П.А.

МАИ, Москва

Сейчас в интернете существует огромное количество веб-сайтов и веб-приложений и данный вид программного продукта набирает популярность каждым год с огромной скоростью. Они вытесняют классические приложения эволюционирую до SPA, создавая для пользователя «нативный» опыт и в целом развиваются во всех направлениях.

Веб-приложений и сайтов огромное количество. Множество из них носят информационный характер или например сайты сообществ, однако сейчас это все уходит на второй план в пользу социальных сетей, которые теперь выполняют функции личного блога или страницы по интересам. На данный момент большинстве своем «серьезные» веб-приложения представляют из себя SaaS-продукты – иногда уникальные, иногда дублирующие функционал подобных, в прошлом «классических» приложений для ПК.

Однако взаимодействие пользователя и приложения в вебе в некотором роде отличается от классических приложений. Это связано и с определенным количеством технических ограничений веб-браузера, эволюцией технологий и в частности дизайна и пользовательского опыта.

Целью работы является изучение влияния на итоговый пользовательский опыт устоявшихся методологий проектирования UI/UX и создание сервиса «IT маркетплейс для студентов МАИ» с их использованием. Сервис предназначен для помощи проектов студентам, а также на помощь студентов в проектах заказчиков.

В данной работе показаны результаты исследования влияния UI/UX-практик и критерии его оценивания. В ходе выполнения работы создан сервис «IT маркетплейс для студентов МАИ».

Методика решения проблем 8D как инструмент быстрого реагирования на несоответствия и постоянного улучшения

Петрова В.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Киселёв Э.В.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Одним из принципов всеобщего менеджмента качества является принцип постоянного улучшения. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9001-2015 требует от организации при появлении несоответствий, в том числе связанных с рекламациями потребителей, быстрого реагирования на данные несоответствия и проведения оценки необходимости действий по устранению причин этих несоответствий, чтобы избежать ихповторного появления или появления у аналогичных изделий.

Методика решения проблем (методика 8D) позволяет реализовать данное требование стандарта на практике, так как она направлена на быстрое рассмотрение несоответствий межфункциональной командой для решения проблемы, нахождения её коренных причин и исключения их повторного возникновения в краткосрочном и долгосрочном периоде.

Кроме того, стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 рекомендует применение методологии PDCA «Plan-Do-Check-Action» (Планируй-Делай-Проверяй-Действуй) ко всем процессам системы менеджмента качества. Именно методика решения проблем 8D, разработанная компанией «Ford», наиболее полно обеспечивает выполнение данного цикла.

Структурированно процедура выполняется следующим образом.

Этап 0 «Создание команды». Формирование межфункциональной команды.

Этап 1 «Детальное описание несоответствия»

Цель данного этапа — в достижении одинакового понимания проблемы поставщиком и потребителем.

Этап 2 «Анализ аналогичных изделий»

Цель этапа - в определении аналогичных изделий, в которых также может возникнуть данное несоответствие.

Этап 3 «Анализ причин необнаружения дефектов»

Цель данного этапа — в определении возможных причин того, почему проблема не была обнаружена до отправки потребителю с разработкой корректирующих мероприятий по каждой причине необнаружения.

Этап 4 «План срочных и сдерживающих действий»

Цель данного этапа — внедрение незамедлительных действий (в течение 24 часов) для минимизации риска поставки потребителю дефектных изделий.

Сдерживающие меры действуют до устранения причин проблемы посредством реализации «Плана окончательных действий» по 6 этапу и подтверждения его эффективности.

Отчёт 8D с 4 заполненными этапами направлется потребителю в течение 48 часов с момента получения запроса на разработку 8D.

Этап 5 «Анализ причин возникновения дефектов»

Цель данного этапа — в более глубоком анализе причин и определении мероприятий, позволяющих искоренить основные причины как возникновения, так и необнаружения несоответствия. На каждую причину возникновения и необнаружения должно быть разработано минимум одно корректирующее мероприятие для выполнения его на этапе 6.

Этап 6 «План окончательных действий»

Цель данного этапа — выполнение мероприятий, направленных на устранение коренных причин возникновения и необнаружения несоответствия.

Этапы 5-6 разрабатываются в течение 10 календарных дней с момента открытия отчёта 8D потребителем.

Этап 7 «Анализ результативности окончательных действий»

Цель этого этапа - анализ выполнения действий и их результативности для устранения коренных причин возникновения и необнаружения несоответствия с указанием объективных свидетельств.

Этап 8 «Контроль выполнения и учёт опыта»

Цель данного этапа — формирование пакета созданных или измененных в процессе разработки отчёта 8D документов.

На реализацию этапов 7-8 выделяется месяц с момента открытия отчёта 8D.

Для демонстрации данного инструмента было рассмотрено его функционирование на примере автокомпонента, произведённого методом литья под давлением.

В ходе заполнения отчёта 8D была подробно описана проблема, связанная с наличием дефекта комплектующих изделий «Успокоитель цепи верхний в сборе»., поставляемых предприятием ООО «Криста» на предприятие ООО «Автопласт-Сызрань» без втулки. Был проведён анализ аналогичных изделий, которые не были выявлены. Проанализированы причины необнаружения дефекта, к ним относятся: затруднение визуальной идентификации на наличии втулки оператором, отсутствие инструментального контроля или контроля на приспособлении, также был предложен план срочных сдерживающих действий, в ходе которых необходимо проведение 100%-го контроля изделий во время производства и на складе готовой продукции. Было принято решение об идентификации годных изделий биркой «Партия гарантированного качества".

Далее был проведён анализ причин возникновения дефекта. К ним относятся: нарушение технологической последовательности операции литья, отсутствие аудита деталей перед их отправкой потребителю, ручная операция – большой объём ручного труда, затруднение визуальной идентификации на наличие втулки оператором, втулка одного цвета с основной деталью.

По результатам анализ возникновение дефекта было принято решение о необходимости разработки и введения в эксплуатацию приспособления для контроля наличия втулок, увеличения объёма выборки до 100% для проведения контроля на приспособлении, проведения аудита процесса и продукции перед отправкой потребителю.

Документально данные изменения внесены в рабочую инструкцию, план управления и FMEA.

Анализ подходов к сопровождению программного обеспечения

Телегин Д.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ухов П.А.
МАИ, Москва

Сопровождение является одним из важнейших аспектов жизненного цикла программного обеспечения. Наибольшие экономические и временные затраты относятся именно к усилиям, которые необходимо прикладывать для поддержания программного обеспечения в работоспособном состоянии [1]. Множество исследований акцентирует внимание на том, что необходимо уделять внимание не только фактической работоспособности программного обеспечения, но и удобству сопровождаемости программного кода [2, 3, 4]. Одна из наиболее популярных методологий разработки программного обеспечения TDD (Test Driven Development – разработка через тестирование) обрела всеобщее признание именно по той причине, что она позволяет писать легко сопровождаемый программный код.

Удобство сопровождения программного кода крайне важно для повышения производительности команд разработки, особенно это касается программного обеспечения, которое планируется вводить в эксплуатацию на долгие годы. Адаптация новых разработчиков в проекте значительно облегчается, если уделять должное внимание поддержанию программного кода [5]. Существует множество примеров, когда разработчики не были в состоянии справиться с накопившейся массой технического долга и проект становился неуправляемым. Такие проекты трагическим образом оканчивали своё существование. Поэтому нетрудно сделать вывод о том, что качественный код, качественная архитектура и правильная расстановка ценностей при разработке и сопровождении программного обеспечения не только делают жизнь разработчиков проще, но и несут в себе неоспоримую ценность для компании, которая заинтересована в качестве программного продукта и, как следствие, экономической прибыли.

Однако при всей важности проблемы рефакторинга и устранения технического долга необходимо отметить, что избыточное внимание к проблеме сопровождаемости может повлечь за собой неоправданные затраты, и их оценка должна исходить из реальной сложности программного обеспечения. Неадекватная оценка усилий, которые необходимо приложить для проведения рефакторинга, может повлечь за собой экономический ущерб компании и негативно сказаться на развитии проекта [6]. Выявление наиболее важных проблем в программном коде может помочь адекватно распределить время разработки между внедрением новых возможностей и устранением существующих недостатков

По причине, приведённой выше, в данной работе рассматривается вопрос о необходимости приоритизации технического долга и устранении тех проблем, которые влекут за собой наиболее крупные риски, а также обсуждается вопрос влияния использования нескольких языков программирования в одном проекте на возникновение технического долга. Кроме этого, рассматриваются существующие исследования в области проблемы сопровождаемости.

Помимо прочего, в данной работе рассматриваются существующие программные средства, способствующие удобству сопровождения программного обеспечения.

Список использованных источников:

1. Dehaghani, Sayed Mehdi Hejazi, and Nafiseh Hajrahimi. “Which factors affect software projects maintenance cost more?.” Acta informatica medica: AIM: journal of the Society for Medical Informatics of Bosnia & Herzegovina: casopis Drustva za medicinsku informatiku BiH vol. 21,1 (2013): 63-6.

2. G. Szóke, G. Antal, C. Nagy, R. Ferenc and T. Gyimóthy, "Bulk Fixing Coding Issues and Its Effects on Software Quality: Is It Worth Refactoring?," 2014 IEEE 14th International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation, Victoria, BC, Canada, 2014, pp. 95-104.

3. M. Kaya, S. Conley, Z. S. Othman and A. Varol, "Effective software refactoring process," 2018 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS), Antalya, 2018, pp. 1-6.
4. Moser R., Sillitti A., Abrahamsson P., Succi G. (2006) Does Refactoring Improve Reusability?. In: Morisio M. (eds) Reuse of Off-the-Shelf Components. ICSR 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 4039. Springer, Berlin, Heidelberg.
5. T. Besker, A. Martini, R. Edirisooriya Lokuge, K. Blincoe and J. Bosch, "Embracing Technical Debt, from a Startup Company Perspective," 2018 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME), Madrid, 2018, pp. 415-425.
6. K. Stroggylos and D. Spinellis, "Refactoring--Does It Improve Software Quality?," Fifth International Workshop on Software Quality (WoSQ'07: ICSE Workshops 2007), Minneapolis, MN, USA, 2007, pp. 10-10.

Интеграция информационных систем управления ресурсами предприятия с CRM - системой

Трофимова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва

В современных условиях ведения бизнеса каждый руководитель организации старается выгодно выделиться среди конкурентов, например, улучшая качество своих товаров. Однако на конечный продукт влияет не только технология производства и качество ресурсов, как это может показаться на первый взгляд. Не менее важной в данной ситуации является слаженная работа подразделений с заинтересованными сторонами организации. И здесь на помочь компаниям приходят информационные системы.

Несмотря на постоянное развитие технологий, выбор информационной системы управления ресурсами, является неотъемлемой частью деятельности предприятия, так как представляет собой сложный и ответственный процесс.

Как только вышестоящее руководство компании примет решение о создании такой системы, первый вопрос, который возникнет, это какой тип информационной системы управления выбрать.

В такой ситуации на выручку предприятиям приходят ранее разработанные методологии, например, такие как MRP и ERP, которые используются для идентификации и успешного планирования ресурсов при закупке материалов и комплектующих, производстве и продаже готовых продуктов.

ERP – система считается более полной и соответственно значительно новее своих «коллег» значит и интегрировать с CRM- системой следует ее. К основным функциям ERP-систем мы отнесем:

• Ведение конструкторских и технологических перечней, определяющих состав изготавливаемой на данном предприятии продукции, а также ресурсы и операции, необходимые для их производства;

• Формирование планов продаж и производства;

• Создание планов потребностей в материалах и комплектующих, сроков и объемов поставок для выполнения плана (годового);

• Управление запасами и закупками;

• Планирование производственных мощностей;

• Управление проектами, включая планирование этапов и ресурсов, для их реализации.

Теперь необходимо поговорить про CRM – системы. На сегодняшний день направленность компании на продукт утратила свою значимость. Рынок переполнен различными производителями, которые предлагают идентичную продукцию, поэтому именно потребители (внешние и внутренние) являются самым ценным ресурсом компании. Для того, чтобы превзойти и вытеснить конкурентов, следует использовать персонализацию - выявление и удовлетворение индивидуальных потребностей своих клиентов.

Конечно, это достаточно легко сделать, когда компания небольшая, количество потребителей можно пересчитать по пальцам, 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.

CRM-системы решают целое множество задач, например:

1. С помощью их 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.

Если говорить об интеграции систем, которые работают с клиентами и управляют ресурсами, то возникает множество вопросов и вызовов для систем организации. Стоит отметить, что возникает необходимость в едином информационном пространстве, контроле взаимодействия отделов и непосредственно контроле затрат.

Подчеркнем, что CRM - система имеет все необходимые точки интеграции с ERP-системой, это позволяет обеспечить реализацию всех сквозных процессов в едином пространстве.

Перечислим те самые преимущества от интеграции систем управления ресурсами и взаимодействия с клиентами:

• Реквизиты клиента достаточно заполнить один раз,

• Наличие товара на складе автоматически проверяется при формировании в CRM коммерческого предложения для клиента,

• Отчетные документы, счета автоматически синхронизируются в двух платформах и их не надо дублировать в ручном режиме,

• В учетной системе легко можно сделать закрывающие документы на основании счета, созданного в CRM и многое др.

Подводя итог выше сказанному, можно сделать вывод, что использование интеграции CRM - системы и ERP - системы 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.

Инжиниринг качества газотурбинного двигателя как ключевой этап проектирования беспилотного летательного аппарата

Филиппова Т.С.

Самарский университет, Самара

Инжиниринг качества представляет собой процесс создания нового, уникального по своим свойствам, и соответствующего предъявляемым к нему требованиям объекта. В данной работе инжиниринг качества осуществляется посредством применения метода QFD (развёртывания функции качества). Основным инструментом QFD является Дом качества. Подробное описание методики проведения QFD приведено в [1]. В данной работе представлены результаты двух уровней QFD-анализа.

Так как инжиниринг качества газотурбинного двигателя осуществляется в рамках разработки БПЛА, целесообразно провести QFD первого уровня для БПЛА в целом, чтобы проанализировать требования, предъявляемые непосредственно к БПЛА. Для двигателя непосредственным потребителем является летательный аппарат [2].

В данном исследовании анализ проводился для сельскохозяйственного БПЛА, предназначенного для мониторинга и обработки территории. В качестве целевой группы потребителей были выбраны небольшие фермерские хозяйства [3]. Требования потребителя были определены с помощью методики «шести вопросов» [4], а затем ранжированы с помощью матрицы попарных сравнений. Ниже приведены основные требования, выявленные в результате анализа; в скобках указана их относительная важность.

Требования потребителя, предъявляемые к проектируемому БПЛА: охват территории (6); лёгкость в эксплуатации (10), независимость от погодных условий (6); возможность контролировать состояние урожая (20), возможность контролировать угрозы (20), возможность обрабатывать урожай (20), стоимость (16).

На этапе QFD первого уровня требования потребителя разворачиваются в обобщённые характеристики БПЛА, после чего производится анализ корреляции требований и характеристик. Ниже приведены результаты QFD первого уровня, в скобках указана относительная значимость обобщённых характеристик БПЛА.

Обобщённые технические характеристики БПЛА: вес (3); габариты (3); тип управления (9); продолжительность полёта (3); дальность полёта (3); скорость (3); диапазон рабочих температур (2); диапазон рабочих высот (2); устройство передачи данных (9); программное обеспечение (20); грузоподъёмность (2); система наблюдения (17); опрыскивающее устройство (6); цена (11); расходы на эксплуатацию (7).

QFD второго уровня заключается в развёртывании обобщённых характеристик изделия в характеристики его компонентов. В данной работе анализу подвергались характеристики газотурбинного двигателя. Следует заметить, что не все обобщённые характеристики БПЛА коррелируют с характеристиками газотурбинного двигателя. Результаты QFD второго уровня приведены ниже, в скобках указана относительная значимость.

Характеристики газотурбинного двигателя: коэффициент внешнего сопротивления двигателя (8); тяга двигателя на взлётном режиме (9); тяга двигателя в крейсерских условиях (12); часовой расход топлива в двигателе (10); масса двигателя (11); масса топлива, расходуемого за полёт (17); затраты топлива в кг на 1 тонна-километр перевезенного груза (15); стоимость жизненного цикла ГТД в системе ЛА (8); длина двигателя (5); диаметр двигателя (5).

Таким образом, по результатам двухуровневого анализа QFD было определено, что наиболее значимыми характеристиками газотурбинного двигателя являются масса топлива, расходуемого за полёт; затраты топлива на 1 тонна-километр перевезенного груза и тяга в крейсерских условиях. В рамках инжиниринга качества газотурбинного двигателя БПЛА необходимо работать над снижением расхода топлива и повышением тяги.

Список использованных источников:

1. Дмитриев А.Я., Вашуков Ю.А., Митрошкина Т.А. Робастное проектирование и технологическая подготовка производства изделий авиационной техники. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева: Самара, 2012. — 54 с.

2. Хрёкова В.Н., Дмитриев А.Я. Особенности выбора параметров основных узлов малоразмерных газотурбинных двигателей с помощью QFD методологии // Международная молодёжная научная конференция «XIV королёвские чтения», посвящённая 110-летию со дня рождения академика С. П. Королёва, 75-летию КуАИСГАУ-СамГУ-Самарского университета и 60-летию со дня запуска первого искусственного спутника Земли: сборник трудов 3-5 октября 2017 года. В 2 т. Т.1. / Самара: Издательство Самарского университета, 2017. — С. 436.

3. Филиппова Т.С. Управление качеством на этапе проектирования сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата // Молодежь. Техника. Космос:

труды двенадцатой общерос. молодежн. науч.-техн. конф. В 4 т. Т. 4. / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2020. – С. 150-154.

4. Mazur, G. Voice of customer analysis: modern system of front-end QFD tools, with case studies [Электронный ресурс] / Glenn Mazur URL: http://www.mazur.net/works/voice_of_customer.pdf (дата обра-щения: 12.03.2020).

Роль лидера в системе менеджмента качества

Холкин И.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.

МАИ, Москва

«Лидерство» один из основополагающих принципов менеджмента качества в соответствии со стандартами ИСО серии 9000. Разработать, внедрить и сертифицировать систему менеджмента качества без человека, обладающего соответствующими качествами практически невозможно. Тем более, что в настоящее время возможность людей взять инициативу, найти проблемы и решить их на своем уровне, тем самым выполнить функции лидера, также является важнейшим условием жизни организации.

Благодаря эффективному и динамическому руководству организации добиваются успеха. Синонимами руководства и руководителя считается лидерство и лидер.

Лидерство можно рассмотреть как наличие набора конкретных качеств, суть которых успешно функционировать и оказывать влияние на других людей, а лидерство, в свою очередь, является процессом воздействия, не силового, с людьми или организацией, для достижения поставленных целей. Лидерство – особый тип управленческого взаимодействия, суть которого с наибольшей эффективностью объединять источники власти и побуждать сотрудников к достижению целей.

Таким образом, лидерство - это процесс воздействия на группу людей, суть которого заключается в том, чтобы найти решения для достижения поставленных целей

Виды лидерства

Как правило, во всех компаниях лидеры делятся на формальных и неформальных. Формальное отношение – влиять из-за должности, в свою очередь, неформальное – влиять благодаря умениям и способностям. Помимо этого лидеры различаются:

по содержанию деятельности:

• Лидер-вдохновитель;
• Лидер-исполнитель;
• Совместный.

По стилю руководства:

• Авторитарный;
• Демократический;
• Совместный.

Структура лидерства состоит из пяти элементов:

• Лидер - обладающий личными качествами, способностями, который ориентирован на поставленную цель;
• Последователи - со своими качествами и возможностями для реализации целей;
• Задачи, которые необходимо попытаться решить;
• Ситуация, в которой возникли взаимодействия по решению;
• Группа, в которой происходят все акты межличностного взаимодействия.

Стили лидерства:

• Диктаторский
• Авторитетный лидер
• Лидер-партнер
• Лидер-наставник
• Образцовый
• Демократичный

• Наставнический

Сходства и различия менеджера и лидера

Сегодняшний менеджмент нельзя представить без индивидуального, современного подхода для достижений в новых направлениях, а также изменяющихся обстоятельствах. Таким образом, менеджмент невозможно представить без лидеров. Лидерство необходимо для объединения межличностных факторов для ориентации на достижения поставленных целей. Лидерство не является синонимом управления, но возможность стать лидером является самым важным фактором, чтобы стать менеджером. Лидер – это человек, который может сделать из рядового сотрудника своего сторонника, единомышленника.

Менеджмент – социальное явление, а в свою очередь лидерство – психологическое. Это и есть самое главное различие между данными понятиями, но они имеют и много общего:

• Во-первых, они организуют отношения между всеми сотрудниками компании, благодаря управлению над ними.

• Во-вторых, совместно реализуют процессы социального влияния в коллективе.

• В-третьих, как лидеру, так и менеджеру присущ момент субординации отношений, проявляющийся более явно в деятельности менеджера и менее - лидера.

Функции лидера, благодаря которым, его легко можно отличить от формального руководителя:

• организует, устанавливает и сохраняет нормы поведения внутри коллектива;

• устанавливает традиции, нормы, способствует мотивации всех сотрудников, заставляя его следовать правилам и нормам коллектива.

Различие в понятиях лидер и менеджер довольно велико. Лидер дополняет менеджера, а не заменяет его. Наиболее эффективное управление получается в тот момент, когда руководство и лидерство находится в одних руках. На данный момент хороший руководитель организации – человек, который в одно время является и менеджером, и лидером, тем самым успешно управляет организацией, как формальной, так и не формальной средой.

Список использованных источников:

1. С.Ю. Дайман «Системы менеджмента качества для практиков», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. — 248 с.

2. Макеенко «Руководство по разработке и внедрению систем экологического менеджмента», НОУ «НУМЦ»,2006 – 11-17 с.

Оценка воздействия на окружающую среду малых авиационных предприятий и методики оценки

Цветкова Е.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мануйлова Н.Б.

МАИ, Москва

Одним из основных средств экологического регулирования является оценка воздействия на окружающую среду. Проект ОВОС осуществляется посредством комплекса исследований и экспертиз для того, чтобы оценить прямое, косвенное и иное воздействие хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, а также последствия этого воздействия для общества и природы и эвентуальность их снижения или полного устранения. По мнению автора устойчивое развитие требует исследований, которые могут быть проведены исключительно в рамках ОВОС.

Целью работы является выбор наиболее эффективной методики оценки комплексного воздействия на окружающую среду малого авиационного предприятия. Автором проведен анализ становления ОВОС в РФ, выявлены основные положения характеризующие его важность для предприятий авиационной промышленности; исследованы существующие методики ОВОС, выявлены их сильные и слабые стороны; проведена апробация методик на примере проекта взлётно-посадочной полосы расположенной в Заокском районе Тульской области.

Были выбраны наиболее распространенные методики оценки воздействия на окружающую среду: методика расчета индикаторов, денежный метод, матрица Леопольда, аналоговый метод. В результате применения выбранных методик автором были сделаны выводы о том, что наиболее эффективной методикой для оценки воздействия на окружающую среду малых авиационных предприятий является аналоговый метод, а также, что для наиболее эффективной оценки воздействия предприятия необходима разработка специфической процедуры ОВОС конкретно для данной отрасли, в которой будут отражены все аспекты взаимодействия предприятия и окружающей среды.

Основные проблемы нормативно-правового регулирования сертификации беспилотных авиационных систем (БАС)

Черникова Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Борисова Е.В.
МАИ, Москва

На данный момент интеграция беспилотных авиационных систем (БАС) в существующий порядок полетов является одной из приоритетных задач в сфере гражданской авиации.

Нормами Воздушного кодекса Российской Федерации определено, что БАС массой более 30 кг допускаются к эксплуатации в воздушном пространстве только при наличии сертификата летной годности, выдаваемого на основании сертификата типа. Для сертификации БАС максимальной взлетной массой более 30 кг необходимо:

• Федеральные авиационные правила по сертификации БАС;

• Утвержденные нормы летной годности (НЛГ) для сертификации БАС самолетного и вертолетного типов;

• Утвержденные методы определения соответствия НЛГ.

В 2019 – утверждены федеральные авиационные правила АП-21, определяющие порядок сертификации БАС. Как отмечено в п. 2.1 ст. 8 ВК РФ, БАС гражданского назначения с максимальной взлетной массой 30 кг и более подлежат обязательной сертификации. Однако, несмотря на достаточно большие различия в правовом режиме БАС в сравнении с пилотируемыми воздушными судами, Приказ Минтранса РФ N 184 в п. 21.231 практически не содержит каких-то различий и особенностей в проведении сертификации БАС.

Также на данный момент отсутствуют утвержденные нормы летной годности для БАС. По итогам работ, выполненных по государственному контракту в рамках государственной программы «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы» подготовлен проект Федеральных авиационных правил «Нормы летной годности БАС с беспилотным воздушным судном (БВС) с взлетным весом до 750 кг» в двух частях: - часть 1. Нормы летной годности БАС с БВС самолетного типа с взлетным весом до 750 кг; - часть 2. Нормы летной годности БАС с БВС вертолетного типа обычной схемы с взлетным весом до 750 кг. Проект документа проходит процедуры рассмотрения промышленными предприятиями и одобрения министерствами и ведомствами.

Утверждение норм летной годности позволит подойти к вопросу оптимизации процесса сертификации, что существенно ускорит вывод новой отечественной продукции на рынок. Также разрешение в ближнесрочной перспективе нормативно-правовых и нормативно-технических вопросов сделает актуальными такие аспекты и сегменты рынка БАС, прежде остававшиеся на периферии внимания, как сертификация БАС, квалификация комплектующих изделий, сертификация разработчиков и эксплуатантов БАС, а также подготовка и аттестация специалистов по эксплуатации БАС, в первую очередь, внешних пилотов.

Учитывая, что темпы роста развития беспилотных технологий опережают имеющуюся нормативно-правовую и методическую базу, это заставляет как государство, так и представителей отрасли авиастроения быстро реагировать и применять соответствующие меры по обеспечению функционирования рынка.

Секция №9.3 Управление персоналом аэрокосмической отрасли

Space exploration and sustainable development goals: points of interception

Farsaris Alexandros
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
The University of Luxembourg, Люксембург, Люксембург

Space sectors contribute to all 17 SDG. Moreover, when people will finally settle up space stations on Moon and Mars, there will be a need to be more sustainable and organize circular economy. “Space-based data and infrastructure can really support the fulfillment of the Sustainable Development Goals in different ways”.

We can see a number of countries around the world adapting technologies from space. We can highlight six space technologies currently supporting the SDG. These technologies concern: satellite earth observation, satellite positioning and navigation, human space flight and microgravity research, satellite communication, space technology transfer and research infrastructure. However, space technologies can cause not only positive, but also negative consequences. It is important to emphasize issues such as for instance fuel emission, which can cause a negative impact on the environment. Additionally, another topical issue is the unsustainable space debris and waste which can damage space sustainability prospects. Finally, there is the problem of light pollution, which can negatively affect the biorhythms of animals, cause sleep problems in humans, and also interfere with research.

Nevertheless, the positive outcome from space technologies outweighs the negative. First of all, space technologies such as satellite remote sensing can be used in agriculture. More specifically, such technologies can detect the areas adapted for agriculture, helping to optimize the existing resources, and improve the livestock management in general. Moreover, space technologies can allow to forecast possible natural disasters and droughts. In addition, satellite imagery allows monitoring the movement and use of water resources, while satellites are also used to understand the greenhouse gases emissions created by the economic activity. Furthermore, space technologies are used to analyze population density and problems of resource allocation, migration flows, identification of illegal migration and humanitarian crises. Ultimately, thanks to space research, technological gains in the medical area are also obtained, with scientific research in space facilitates aiding the creation of new medicines and technologies.

The space sector makes a significant contribution to the achievement of all 17 sustainable development goals. Space exploration is important for every inhabitant of the earth, and in future terms, its importance is only foreseen to increase. Space allows not only to improve life on Earth, but also to help humanity create a more stable society when creating colonies on other planets.

Bibliography:

1. INTERVIEW: Space technology can help create a better world – Simonetta Di Pippo, UN Office for Outer Space Affairs https://news.un.org/en/story/2017/01/549372-interview-space-technology-can-help-create-better-world-simonetta-di-pippo-un (accessed on 22.02.2021)

2. PROBLEMS OF IMPLEMENTING THE GOALS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN RUSSIA. Smirnova T.S., Kamyshnikov I.N. Moscow Economic Journal. 2019.No. 8.P. 61.

3. PROBLEM OF PROFESSIONAL STRESS OF EMPLOYEES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES Mikhailov A.A., Kuzminsky A.E., Smirnova T.S. Moscow Economic Journal. 2019.No. 8.P. 17

Исследование основных трендов системы управления персоналом

Абрамян В.А.
Национальный политехнический институт Армении, Ереван, Армения

Для массового производства важную роль играет подбор и управление персоналом. Персонал считается одним из важнейших ресурсов компании. По этой причине совершенствование системы управления персоналом является важным шагом на пути повышения конкурентоспособности компании. Ещё одним трендом в управлении

персоналом стала аналитика профилей в социальных сетях. Сегодня практически у каждого есть страница в социальных сетях Instagram, Facebook, LinkedIn, ВКонтакте и т.д. Благодаря активности в социальных сетях довольно много информации можно узнать о сотруднике. С помощью LinkedIN сегодня очень легко стало найти подходящего работника. Часто там можно найти информацию, где и на какой должности работал человек раньше.

Очень важную роль для работника играет рабочее место, которое контролируется работодателем и определяется на основе технических и эргономических нормативов, оснащается техническими и прочими средствами, необходимыми для исполнения работником поставленной перед ним задачи.

Как будущие работники, очень важную роль играют студенты. При подборе сотрудников стоит на них обращать внимание. Они очень быстро учатся и параллельно учёбе могут работать. И это им поможет лучше освоить теорию и стать хорошими работниками.

При подборе персонала для работы в производстве нужно, чтобы работник был умным и очень внимательным. В течении короткого времени можно подготовить вес персонал для работы. Главное - правильное планирование и точное разделение работы.

Для успешной работы очень важна система мотивации работников. При правильной материальной и нематериальной мотивации сотрудники начинают работать на достижение целей организации и в том видят свой карьерный рост. Успешная кадровая политика значительно повышает эффективность использования кадрового потенциала в организации.

Комплаенс-культура как основа противодействия корпоративному мошенничеству

Агеева Л.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Коновалова О.В.
Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва

Сегодня риски кадрового мошенничества превратились в стратегический вызов для современных компаний. Ежегодно в мире наблюдается рост правонарушений в бизнесе, среди которых значительную долю занимают схемы корпоративного мошенничества. Согласно глобальному опросу PwC 2020 года, 47% международных компаний отметили, что столкнулись с мошенничеством за последние два года. Специалисты PwC утверждают, что это второй раз за 20 лет, когда исследуемый показатель достиг наивысшего уровня за всю историю опроса [1].

Для экономики России характерны такие противоречивые явления, как застой и снижение деловой активности малого и среднего бизнеса, оживление рынка слияний и поглощений, рост частных вложений в фондовый рынок и консолидация свободных денежных средств [2].

Стоит также дополнить, что средние материальные убытки от реализации риска корпоративного мошенничества составляют 5% от выручки компании, о чем говорится в исследовании ACFE за 2020 год [3]. Причем потеря материальных и финансовых активов является масштабным, но не единственным последствием корпоративного мошенничества. Нельзя недооценивать и отрицательное влияние на эффективность хозяйственной деятельности компании, а также ее репутацию и на организационный морально-психологический климат [1].

Данные факторы актуализируют проактивность подхода к минимизации рисков корпоративного мошенничества, базисом для которого должна выступать комплаенс-культура.

Научная новизна исследования заключается в интеграции классификации корпоративной культуры по методологии Spencer-Stuart и комплаенс для процессов кадрового управления и построения на этой основе эффективного механизма по противодействию кадровому мошенничеству в хозяйствующем субъекте [4]. В работе рассмотрена специфика влияния менталитета государств на явление фрода. Так в странах

Азии особую роль играют авторитет и властность, а в странах Европы – педантичность и порядок.

Цикл управления риском мошенничества состоит из этапов предотвращения, выявления, раскрытия, привлечения к ответственности и возмещения убытков. Комплаенс-функция с HR-подразделением компании усиливают позиции первого этапа и нивелируют трудовые и материальные затраты последующих.

Среди задач комплаенс-менеджмента можно выделить обучение сотрудников принципам этичного поведения и идентификация конфликта интересов. Кроме того, согласно исследованию КПМГ в области комплаенс 2020 года, обучение сотрудников по вопросам комплаенс и этики, является одним из лидеров по роботизации, а консультирование сотрудников в этой области, наоборот, занимает лидирующую позицию по ручным операциям [5].

При повышении уровня корпоративной культуры в компании на каждом этапе кадрового управления необходимо создавать атмосферу честности, открытости и взаимопомощи.

Коллаборация функций комплаенс и управления кадрами ведет к прозрачности процессов найма, сопровождения и увольнения. Например, установление конфликта интересов на этапе трудоустройства соискателя и снижение «коррупционного следа».

Таким образом, комплаенс-культура способствует предотвращению кадровому мошенничеству и стимулирует рост морального духа рабочего коллектива, что положительно сказывается на продуктивности труда и результатах деятельности организации. Ключевая задача высшего руководства, комплаенс-специалистов и HR-подразделения – это создание в коллективе микроклимата и системы атрибутов, препятствующих кадровому мошенничеству внутри и вне компании.

Список использованных источников:

1. Global Economic Crime and Fraud Survey 2020 // PwC URL: https://www.pwc.com/gx/en/forensics/gecs-2020/pdf/global-economic-crime-and-fraud-survey-2020.pdf (дата обращения: 28.02.2021).

2. Агеева Л. С., Коновалова О. В. Современные подходы к минимизации рисков корпоративного мошенничества в финансовой отчетности // ЕГИ. 2020. №2 (28). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-minimizatsii-riskov-korporativnogo-moshennichestva-v-finansovoy-otchetnosti (дата обращения: 28.02.2021).

3. Report to the nations 2020 – Global study on occupational fraud and abuse // ASFE URL: https://acfepublic.s3-us-west-2.amazonaws.com/2020-Report-to-the-Nations.pdf (дата обращения: 28.02.2021).

4. SpencerStuart URL: https://www.spencerstuart.com/ (дата обращения: 28.02.2021).

5. Комплаенс в СНГ и ближнем зарубежье: актуальные задачи и тенденции 2020 год // KPMG URL: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2020/05/ru-ru-compliance-survey.pdf (дата обращения: 28.02.2021).

Управление конфликтами как ключевое направление Human Recourses Management (HRM)

Алексеева П.А.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.

МАИ, Москва

В настоящее время западные и российские научные организации занимаются исследованиями в отраслях авиационной науки. В компаниях проводятся научные эксперименты, основные результаты которых впоследствии могут быть использованы в проектных группах и научных сообществах. Именно поэтому последнее время актуальными становятся вопросы межличностной и межгрупповой коммуникации среди членов научных сообществ, а также снижения уровня конфликтности и «агрессивной конкуренции» [3]. В любом бизнесе будут сотрудники, которые время от времени не ладят. Из-за различий в их

личностях, образе жизни, мнениях или каких-то других факторах, иногда сотрудники просто не могут работать в команде.

Конструктивное урегулирование конфликта между сотрудниками может привести к здоровой конкуренции, улучшению процессов, инновациям и повышению креативности [3].

Некоторые современные исследования [2,4], посвященные данной проблематике, нацелены на выявление «конфликтных пар», «лояльных друг другу пар» и т.д. Если на предприятии учитывается приведенное выше деление участников конфликта на «пары», то существует большая вероятность, что своевременно будут выявлены так называется «скрытые конфликты» на уровне личной неприязни. Для уменьшения конфликтности необходимо проводить беседы HR-менеджера отдельно с лидерами мнений и конфликтными сотрудниками. Основная цель таких бесед – получение и анализ информации о предмете и субъектах конфликта, а также поиск решений по эскалации конфликта способом, наиболее подходящим каждому участнику конфликта. Наконец, именно HR-специалист может грамотно «заморозить конфликт» до окончательного устранения причин возникновения разногласий.

Ряд авторов [5] утверждают, что в случае, когда в компаниях основная тенденция – это борьба за развитие кадрового потенциала и ресурсов, - службе HR необходимо активно формировать команды проекта (набора персонала) и постоянно заниматься развитием персонала. В таком случае, сама же функция HR может быть трансформирована для решения новых бизнес-задач, в том числе для освоения новых «ниш», новых форм организации труда. При грамотном разрешении конфликта происходит грамотное распределение ресурсов и времени разработки и возможностями персонала – ключевой момент в построении решения, должным образом отвечающего конкретным нуждам компании [2]. Такой подход служит удобным инструментом для нахождения компромиссов и поможет объяснить суть имеющихся ограничений, поддержать здоровую конкуренцию между сотрудниками.

Тем не менее, все вышеперечисленные действия участников процесса по урегулированию конфликтов должны быть направлены на повышение инновационной активности фирмы [6].

В работах ученых [1] говорится о том, что модернизация реального сектора российской экономики также зависит от скоординированности коллективных действий и интересов. Такое взаимодействие будет способствовать формированию «институциональных инноваторов», которые «смогут способствовать реализации эффективных изменений в институтах развития, следуя интересам потребителей при производстве коллективного блага». Таким образом, стоит отметить, что формирование системы не только выявления, но и предотвращения конфликтов на ранней стадии является актуальной задачей в современном HR-менеджменте.

Список использованной литературы:

1. Акимов А. А., Тихонов А.И. Применение матрицы компромиссов в управлении персоналом на предприятиях авиационной промышленности // Московский экономический журнал, 2020. №5.

2. Алексеева П.А., Краев В.М. Современные модели снижения конфликтности персонала предприятий аэрокосмического комплекса // Московский экономический журнал, 2021. №1.

3. Буянский С.Г., Грачева Е.С. Агрессивная конкуренция как элемент влияния на экономическую безопасность хозяйствующего субъекта // НАУЧНЫЙ АСПЕКТ. 2015. №1-1.

4. Конфликтное поведение сотрудников или как решать конфликты на работе // hurma.work URL: https://hurma.work/rf/blog/konfliktnoe-povedenie-sotrudnikov-2/ (дата обращения: 23.02.2021).

5. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли. М.: Доброе слово, 2017. 120 с.

6. Тихонов В.А., Краев В.М СОСТОЯНИЕ И основные проблемы инновационной активности в РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ// Московский экономический журнал, 2016. №4.

Цифровизация управления персоналом предприятия в условиях пандемии COVID-19

Андрианова А.И.
Научный руководитель — Михайлов А.А.
МАИ, Москва

Пандемии COVID-19 существенно ускорила процессы цифровизации управления персоналом отечественных предприятий. Если 2019 г. уровень цифровой зрелости российских компаний был достаточно низким [1], то на сегодняшний день цифровизации подвержены все HR-процессы, в т.ч.: делопроизводство, найм, HR-аналитика, обучение и т.д. [2]. В то же время, на многих предприятиях до сих пор преобладают традиционные методы работы с персоналом, что значительно тормозит весь процесс работы предприятия.

В этой связи, эффективная цифровизация управления персоналом должна осуществляться наравне с цифровизацией всего предприятия. На данный момент можно рассмотреть одну отечественную разработку, применяемую в области цифровизации предприятия – «Цифровое предприятие», которая показывает полный жизненный цикл, включающая в себя следующие технологии: единое информационное пространство, сквозная 3D технология, управление предприятием и управление производством. Считается, что данный комплект базовых технологий может помочь перейти предприятиям на новый уровень, так как данная система будет включать в себя создание, обработку, производство и эксплуатацию в рамках одного жизненного цикла и единого цифрового процесса предприятия. Также следует отметить, что эффективная цифровизация управления персоналом предприятия должна предусматривать грамотно выстроенную систему мотивации тех, кто обеспечивает данный процесс – ИТ-специалистов [3].

Таким образом, эффективная цифровизация управления персоналом предприятия в условиях пандемии COVID-19 должна осуществляться наравне с цифровизацией всего предприятия, а также предусматривать грамотно выстроенную систему мотивации ИТ-специалистов.

Список использованных источников:

1. Михайлов А.А., Федулов В.И. Подходы к управлению персоналом в условиях удаленной занятости// Естественно-гуманитарные исследования. 2020. №29(3). С. 222-226.

2. Михайлов А.А., Федулов В.И. Влияние пандемии COVID-19 на российский рынок труда// Московский экономический журнал. 2020. №11.

3. Михайлов А.А. Особенности мотивации труда ИТ-специалистов// Естественно-гуманитарные исследования. – 2020. – №28(2). С. 185-189.

4. Управление персоналом на предприятиях авиационной промышленности: монография / А. И. Тихонов, А. А. Михайлов, М. А. Федотова. — Москва: Знание-М, 2021. — 179 с.

5. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

Социальные сети, как источник информации для HR

Артемьева Е.И.
Научный руководитель — доцент, Краев В.М.
МАИ, Москва

Социальные сети всё больше входят в жизнь современного человека. Уже сейчас, согласно данным Global Statshot Digital 2020, в интернет выходят более половины мира [1]. С каждым днем эта цифра только увеличивается, на момент подведения статистики около 60% всего населения планеты используют социальные сети.

По данным статистики в среднем россияне сидят в интернете 7 часов 17 минут каждый день, а в социальных сетях 2 часа 26 минут в день [2]. Все характеристики человека: его вкусы, взгляды на жизнь, стремления, можно увидеть в его профилях в социальных сетях. Данную информацию можно использовать в том числе в HR-менеджменте.

При большом выборе на рынке труда найти достойного специалиста проблематично, так как новый сотрудник должен не только поддерживать имидж компании, но и давать уверенность в том, что руководитель может ему доверять. Подобрать такого сотрудника – прямая обязанность рекрутера. Проводя с каждым потенциальным сотрудником собеседование, компания теряет время и деньги, но современность открывает новые пути решения данной проблемы. Например, анализ социальных сетей, который займет гораздо меньше времени и позволит узнать человека даже лучше, чем при формальном общении. Социальные сети – открытый источник, в котором человек высказывает то, о чем думает, выкладывает фото, которые отражают его личность и делится информацией по своим настоящим увлечениям. Найти человека не сложно, используем информацию из резюме: фамилия, имя, возможно, сразу указаны ссылки на личные странички.

Первой целью для оценки становятся фото, они сразу попадаются на глаза и их легче всего интерпретировать. У человека стоит его фото или картинка на аватаре? Главное фото выбирает сам человек, значит это изображение ему понятно и отражает то, как он бы хотел, чтобы его воспринимали посещающие страничку люди. Далее оцениваем цветовую гамму фото. Следующий шаг — это эмоциональное состояние человека. Фото из путешествий, с друзьями, с вечеринок, с научных конференций, с работы или может это фантастические картинки. По таким фото можно понять: коммуникативный ли человек, как он проводит своё свободное время, а может это закрытый человек, но с богатыми творческим миром.

Далее стоит оценить группы или те аккаунты, на которые он подписан. Подписан ли потенциальный сотрудник на группы, непосредственно связанные со сферой деятельности, в которой он собирается работать, есть ли запрещенные группы или аккаунты, которые создают вопросы о сторонних увлечениях человека.

Следующий этап – социальное окружение. Следует оценить, насколько корректно указаны данные кандидата в резюме, например возраст или семейное положение. Окружение выявить очень просто, скорее всего, это те люди, которые проявляют на страничке наибольшую активность. Просмотрев странички друзей, одноклассников, родственников, можно получить дополнительные данные, которые сам человек не публикует.

Публикации. Посты в социальных сетях расскажут о психолингвистике человека. Следует проанализировать на что сделан упор, это могут быть шутки или наоборот пессимистические высказывания, любовь к окружающему миру или негативные высказывания в сторону власти, людей, самого себя. Может быть человек эмоционально лабилен и его посты каждый день то наполнены радостью, то ненавистью. Все эти факты могут сказаться на работе.

Конечно, через социальные сети можно получить огромное количество данных, но ярлыки вешать не стоит. Полностью составить впечатление о кандидате невозможно, но выявить явные недостатки, которые играют важную роль для человека, которого компания хотела бы видеть на этой должности, возможно. Благодаря этому ресурсы будут сэкономлены и направлены на развитие организации.

Список использованной литературы:

1. Global Statshot Digital 2020 [Электронный ресурс]-Режим доступа: https://wearesocial.com/us/blog/2020/07/digital-use-around-the-world-in-july-2020.

2. Global Digital Overview [Электронный ресурс]-Режим доступа: https://www.slideshare.net/DataReportal/digital-2020-global-digital-overview-january-2020-v01-226017535

Совершенствование системы адаптации персонала предприятия ракетно-космической промышленности

Баранова П.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что адаптация персонала является необходимой процедурой, обеспечивающей успешное вовлечение сотрудников в жизнедеятельность организации. Проблема адаптации — важная составляющая системы обучения [1]. Грамотное выстраивание такой системы способно поддержать тот тип вовлечения сотрудников, который способствует достижению желаемых результатов. Усилия организации по обеспечению требуемого качества работы уже на этапе внедрения в организацию трансформируются в выгоду от навыков и компетенций персонала [1]. Сотрудники, которые твердо уверенны в своей компании и ее ценностях, с большей вероятностью будут продуктивными [3]. Это может иметь довольно благоприятные последствия для найма, а также позволит поддерживать низкий уровень текучести кадров.

Адаптация – необходимое условие качественной работы сотрудников любой организации, ведь чем быстрее сотрудник освоит собственные должностные обязанности, а также познакомится с миссией предприятия, его целями и историей, тем скорее и эффективнее он начнет самостоятельно организовывать свою деятельность, а также привносить свой вклад, посредством генерирования новых идей, которые, возможно, поспособствуют оптимизации некоторых бизнес-процессов [2]. Также комплекс адаптивных мероприятий способен повысить лояльность сотрудников по отношению к своему новому месту работы.

Таким образом, можно выделить следующие виды адаптации персонала:

1. Социальная;
2. Организационная;
3. Профессиональная;
4. Психофизиологическая [1].

Также различают такие два направления адаптации, как первичная и вторичная. Первичная адаптация предназначена для новых сотрудников, а вторичная для уже трудоустроенных, обладающих определенным опытом, меняющих должность или направление деятельности внутри компании [3].

На сегодняшний день, к сожалению, многие организации недооценивают важность системы обучения и адаптации и до сих пор не владеют инструментами, предназначенными для этого. Предприятия ракетно-космической промышленности на данный момент пока только начинают перенимать опыт и внедрять мероприятия в области адаптации персонала. Именно поэтому исследование и разработка мероприятий в рамках данной тематики имеет высокую важность.

Список использованных источников:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс. Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

2. Тихонов А.И., Федотова М.А., Силантьева Е.А. Основы организации труда на предприятиях аэрокосмической отрасли // Учебное пособие / Москва, 2017.

3. 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.

Проблемы финансирования развития региональных авиаперевозок для обеспечения стратегической безопасности и стабильности экономического роста Российской Федерации

Белова А.С.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Тарасова В.Н.
РУТ (МИИТ), Москва

Дальнейшее развитие государства невозможно без усиления роли регионов в экономике. Тем ни менее, из-за нестабильного авиасообщения создаются трудности в обеспечении качества жизни населения, что препятствует динамичному развитию экономики Российской Федерации.

В 2018 году авиакомпаниями Российской Федерации на внутренних маршрутах было перевезено свыше 68 млн пассажиров, а пассажирооборот достиг свыше 126 млрд пассажиро-километров, что стало самыми высокими показателями за всю историю российской авиации [1]. Вместе с тем, менее 27% пассажиров внутренних линий перевозится, минуя Москву. Объем перевозок на местных линиях составляет менее 3% от общего количества перевезенных на внутренних линиях пассажиров. Внутренние маршрутные сети имеют хаотичный характер, и, как правило, их построение основано на получении сиюминутной сезонной выгоды [2].

Местные авиакомпании-лидеры по объему перевозок - АО «АТК «Ямал», АО «Ижавиа», АО «Авиакомпания «Ангара», АО «Красавиа» и ООО Авиакомпания «Турухан». В 2018 году доля компании «Ямал» составила 1,24% в общем объеме внутренних перевозок на российском рынке, компании «Ижавиа» — 0,61%, компании «Ангара» — 0,58%, компании «Красавиа» — 0,41%, компании «Турухан» — 0,39% [3].

Для роста динамики рынка и эффективности внутренних (региональных) авиаперевозок необходимо развивать следующие направления в финансировании их развития:

1) выделение государственных субсидий для развития региональной маршрутной сети;

2) субсидирование и софинансирование социально-значимых маршрутов полетов;

3) финансирование малых региональных аэропортов и посадочных площадок, особенно в удаленных и труднодоступных территориях;

4) создание Федеральной программы строительства новых аэропортов на территории субъектов Российской Федерации с обязательным воссозданием аэропортов в областных центрах;

5) профинансирование из федерального бюджета реконструкции аэропортов и посадочных площадок населенных пунктов, не имеющих круглогодичного наземного сообщения;

6) субсидирование затрат авиакомпаний при уплате лизинговых платежей за региональные воздушные суда;

7) совершенствование внутренней финансовой политики для расширения самофинансирования развития компаний.

Финансирование региональных авиаперевозок будет способствовать повышению мобильности населения и формированию устойчивых межрегиональных транспортных связей, а значит, приведет к усилению единства государства и обеспечению стратегической безопасности и стабильности экономического роста Российской Федерации.

Список использованных источников:

1. Федеральное агентство воздушного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации. Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транспорта в 2018 году, основных задачах на 2019 год и среднесрочную перспективу». — Москва: 2019. — 101 с.

2. Скрылева Е.В. Развитие организационно-экономических механизмов повышения эффективности региональных авиаперевозок: дис.... канд. экон. наук: 08.00.05. — М., 2019.

3. Пассажиропоток авиакомпаний России // Официальный сайт компании "Авиа АДВ" URL: http://www.avia-adv.ru/placement/in-flight/passenger-traffic.htm#placement_2 (дата обращения: 01.12.2019).

Мотивация персонала, компенсации и льготы на примере ООО «РТК ИТ»

Брусс Е.А.
МАИ, Москва

В последние годы мотивация персонала стала играть все более важную роль в системе управления персоналом. Ее эффективность – ключ к успешному функционированию организации в целом. Мотивация влияет на сознание людей, их желание достигать целей организации и напрямую зависит от руководителя, отвечающего за персонал. Основной целью мотивации является эффективное использование имеющихся в штате человеческих ресурсов для получения максимальной прибыли [1].

Мотивация - это сознание работника, которое вызвано при помощи внутри личностных и внешних факторов, определяющее его отношение и поведение в труде, направленное на достижение как личных целей, так и целей организации [2].

В качестве практического примера рассмотрим применение современных методов мотивации персонала на примере общества с ограниченной ответственностью «Ростелеком Информационные Технологии». В данной компании в течение года действует новая программа по компенсациям и льготам: «Кафетерий льгот».

Принцип Кафетерия заключается в том, что каждый сотрудник, который попадает под программу выбирает себе определенные льготы из общего перечня в рамках индивидуального лимита.

Организация производит сотрудникам следующие компенсационные выплаты:

- ДМС/Медицинские услуги
- Компенсация спорта
- Компенсация обучения
- Компенсация транспортных расходов
- Помощь ко дню Рождения
- Помощь к отпуску
- НПФ (негосударственный пенсионный фонд)

Для компенсации медицинских услуг, обучения и спорта сотруднику необходимо предоставить договор об оказании услуги и чек.

Помощь к отпуску предоставляете сотруднику при условии оформления отпуска продолжительностью 14 или более календарных дней.

Сумму отчисления в НПФ сотрудник может выбирать любую, на которую позволяет его доход, данная сумма выплачивается из заработной платы сотрудника. Затем организация удваивает вложенную сумму. Работник может получить свой НПФ только спустя 5 лет работы в компании.

Максимальная сумма возможных выплат за год составляет не более 100 000 рублей на одного сотрудника.

При приёме работника сумма возможных выплат в течение текущего года корректируется в зависимости от фактического количества месяцев до окончания текущего года, после прохождения испытательного срока.

Для выбора интересующих льгот сотруднику необходимо зайти в личный кабинет на портале сайта компании.

За год эксплуатации программы «Кафетерий льгот» повысилась удовлетворенность сотрудника условиями работы, также сократилось число увольнений.

Список использованных источников:

1. Турчинов А. И. Управление персоналом. Москва: РАГС, 2018. 608 с.
2. Кибанов А. Я. Управление персоналом организации. Москва: ИНФРА-М, 2015. 694 с.

Подготовка специалистов на авиационные предприятия нового образца с использованием современных технологий

Волков Е.И., Тодоров Е.С., Боровков Д.К.
Научный руководитель — Константинов И.А.
МАИ, Москва

С интенсивным развитием авиационной промышленности вопрос качественной подготовки кадров становится все более и более актуальным. Производства нового образца оборудованные с помощью самых последних технологий требуют высококвалифицированных специалистов, что достаточно сложно обеспечивать в рамках обычного образования. Современные технологии позволяют не только обеспечить обучающихся студентов открытым и объемным источником информации в цифровой среде, но и симуляторами, которые позволяют им моделировать производственную среду в рамках учебного заведения. Такая подготовка позволяет студентам, которые выпускаются из средних специальных учебных заведений, быть адоптированными под производство, что значительно сокращает время, необходимое для обучения в рамках производства, что в свою очередь приводит к минимизации потерь и сокращении излишних издержек. В качестве подобных технологий, которые позволят обеспечить производства уже квалифицированными сотрудниками можно представить следующие:

• Учебные пульты DMG MORI для подготовки по направлениям токарная и фрезерная обработка

• Робот MPS FESTO для подготовки по направлениям: “Технология машиностроения”, ”Автоматические системы управления”, ”Автоматизация технологических процессов и производств”

• Стационарная рабочая станция FESTO- Learnline Basic для подготовки по направлениям: ‘’Промышленная автоматика’’, ‘’Электротехника’’, ‘’Промышленные информационные системы’’

• 3D-Сканер EinScan-SE, 3D-принтер Total-Z Anyform-M250-G3(2X) для подготовки по направлению “Изготовление прототипов”

Как и подчеркивалось ранее, с помощью внедрения данного оборудования на этапе подготовки в рамках учебного заведения можно избежать потерь времени в рамках адаптации студентов на производстве.

Поиск практических решений при создании чат-ботов в управлении персоналом

Гладкая К.В.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

В настоящий момент автоматизация задач управления персоналом прочно вошла в жизнь крупных и средних организаций различного профиля. Особенно пользуются спросом несложные и доступные решения, имеющие оптимальное соотношение цена–качество. Одним из таких решений является чат-бот - это виртуальный собеседник, представляющий собой автоматизированную интеллектуальную систему общения с пользователями через любые текстовые каналы. [1]

Создание чат-бота в первую очередь начинается с определения целей разработки, которые не только грамотно сформулированы, но и «количественно» определены. После чего подсчитывается выгода, которая будет получена после внедрения бота, и на ее основе выводится возможный бюджет и ресурсы для создания технологии.

Стоит отметить, что на начальном этапе разработки чат-бота определяется платформа, на которой он будет расположен. Исходя из определения чат-ботов, следует, что такой инструмент может функционировать через любые текстовые каналы, образуется широкий круг платформ, включающий мессенджеры, социальные сети, WEB-сайты, мобильные приложения и голосовые помощники. Выбор должен основополагаться на мнении и

пожеланиях сотрудников, которые анализируются путем проведения опроса, так как это прямо влияет на вовлеченность персонала при использовании чат-бота.

Существует несколько вариантов разработки чат-бота в компании:

• Собственная разработка компании;

• Приобретение готового решения;

• Использование конструкторов.

Собственная разработка компании подразумевает «написание» чат-бота «с нуля», привлекая IT-специалистов, что в дальнейшем будет является собственностью компании. Это позволяет решить вопрос о защищенности данных компании. Также такая разработка может располагаться на WEB-сайтах или мобильных приложениях, что позволяет ей обладать безграничными возможностями и гибкой системой. В виртуального помощника можно внедрять игры, каталоги для персонала, создавать собственный дизайн интерфейса. Однако процесс создания более длительный и дорогостоящий относительно других вариантов создания чат-бота.

Приобретение готового решения у IT-компаний, которые специализируются на разработке чат-ботов в сфере управления персоналом, подходит для решения создания чат-бота, решающего узкий круг задач. Однако в данном случае могут не учитываться особенности потребности в разработке, так как готовое решение представляет собой шаблон сценария общения чат-бота с пользователем, который необходимо адаптировать собственной информацией.

Одним из самых экономных вариантов, с помощью которого HR-менеджер может самостоятельно создать и запустить чат-бота без навыков программирования, является использование специальных конструкторов - сервисов, предоставляющих ресурсы и возможность самостоятельной визуальной разработки чат-ботов. С помощью них можно создать чат-бота, выполняющего множество функций. В свою очередь HR-менеджер комбинирует необходимые функции, составляет сценарий и собирает «как конструктор» чат-бота.

Таким образом, применение чат-бота можно условно разделить на три направления: подача информации, сбор информации и контроль. На основе этого в сфере управления персоналом виртуальный помощник:

-преподносит информацию (например, о вакансии, процессе адаптации) с возможностью прикрепления различных медиа файлов;

-собирает информацию с пользователей путем анкетирования или заполнения формы, выдает статистику использования чат-бота в целях отслеживания вовлеченности персонала;

-контролирует прохождение сотрудником определенного процесса HRM на основе заранее подготовленных сценариев с автопостингом.

Использование чат-ботов, выполняющих задачи управления персоналом, возможно и на предприятиях аэрокосмической отрасли. Так как отрасль является наукоемкой, сложной и способствует укреплению оборонно-промышленной безопасности страны, важной задачей для предприятий является грамотное управление персоналом. Так, внедрение чат-бота позволит облегчить адаптацию новых специалистов отрасли и повысить их лояльность. Однако стоит отметить, что универсальный чат-бот не подойдет для предприятий аэрокосмической отрасли, поэтому он должен являться собственной разработкой внутри организации, учитывать специфику отрасли, персонала и сохранность конфиденциальных данных. [2]

Подытожив выше сказанное, можно сделать вывод, что компании уже активно используют чат-бот как гибкий инструмент автоматизации HR-целей. Так, они основном инвестируют в собственную разработку, так как чат-бот неоднократно доказал свою эффективность и стал «реальнодействующим» инструментом в HR-сфере.

Список использованных источников:

1. Гладкая К.В., Тихонов А.И. Автоматизация задач в области управления персоналом // Московский экономический журнал. — 2020. — № 4.

2. Семина А.П. Методы обучения и развития персонала на авиационных предприятиях // Гагаринские чтения – 2018. — М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (Москва), 2018. — С. 150-151.

Риски в системе управления персоналом

Головкина О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

Динамичность развития экономики на современном этапе вызывает большое количество рисков на предприятиях. В этой связи менеджмент предприятий много внимания уделяет деятельности по выявлению «слабых мест» и оптимизации бизнес – процессов. Согласно исследованиям в рейтинге самых значимых рисков ведущее место занимают кадрового менеджмента. Именно с ними очень часто связывают снижение эффективности в деятельности предприятий и именно в этой сфере специалисты видят точки роста для компаний. Кадровый риск – это опасность потери ресурсов фирмы в результате ошибок в управлении персоналом [1]. В качестве причин кадровых рисков специалисты указывают: отсутствие баланса между спросом и предложением на рынке труда; отсутствие четко сформированной системы ценностных установок у работников; низкий уровень квалификации персонала компании и т.п.

Рассмотрим основные виды кадровых рисков:

• Риски утраты человеческого капитала организации. Они возникают вследствие отсутствия у работников фирмы четкого понимания целей деятельности компании; наличие серьезных барьеров между подчиненными и руководителями; наличие двойных стандартов в поведении; высокая загруженность работы при невысоких стимулирующих выплатах и т.п.

• Риски утраты материальных ценностей фирмы. К такой группе относится хищения, мошенничество со стороны сотрудников, осознанная поломка оборудования.

• Риски, связанные с утратой информации. Например, шпионаж, разглашение информации о конкурентных преимуществах, финансовом положении фирмы, возможностей дальнейшего развития;

• Риски, связанные с формированием нежелательного имиджа. Согласно современным исследованиям репутация, бренд фирмы и другие нематериальные активы составляют до 40 % капитализации компании;

• Риски, связанные с нарушением законодательства, с нарушением прав работников, а также риски, связанные с нарушением правил налогообложения и ведения делопроизводства [2].

Для своевременного выявления опасной ситуации в области управления персоналом, а также своевременной реакции на возникшую опасную ситуацию необходимо использовать методы риск-ориентированного анализа системы работы с кадрами. В качестве основного инструмента может применяться реестр рисков, который составляется на основе определения экспертной оценки. В дальнейшем разрабатываются мероприятия по снижению уровня кадровых рисков. К таким мероприятиям может быть отнесена разработка программы кадрового риск-менеджмента фирмы [3].

Список использованных источников

1 Бадалова А.Г., Москвин К.П. Управление кадровыми рисками предприятия // Российское предпринимательство. 2005. № 7. С. 92-98.

2 Митрофанова А.Е. Разработка методики управления кадровыми рисками в системе управления персоналом организации // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. - №1.

3 ГОСТ Р 51901.21-2012. - Менеджмент риска. Реестр риска. Общие положения

Управление вовлеченностью персонала при внедрении системы экологического менеджмента на авиапредприятиях

Гончарова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Галкина Е.Е.
МАИ, Москва

Разработку стандартов серии ИСО 14000 называют одной из наиболее значимых природоохранных инициатив, так как разработка систем экологического менеджмента (СЭМ) в соответствии с требованиями ИСО 14001:2015 позволит повысить экологическую

эффективность работы предприятия, системно анализировать воздействия предприятия на окружающую природную среду, обоснованно подходить к планированию природоохранных мероприятий, изменить отношение персонала к вопросам охраны окружающей среды.

Успешность внедрения СЭМ зависит от многих факторов. Персонал предприятия должен рассматриваться как ключевой фактор для успешного и эффективного внедрения СЭМ и устойчивого развития предприятия, поэтому стратегия управления персоналом должна быть направлена на вовлечение работников в экологическую деятельность и развитие экологической культуры и ценностей посредством повышения уровня мотивации, потенциала и степени участия в экологической деятельности компании.

Одной из проблем успешного внедрения СЭМ на авиапредприятиях является низкая вовлеченность и заинтересованность персонала в работе по внедрению СЭМ. Следует отметить, что для достижения эффективности данного направления деятельности должен быть задействован каждый сотрудник предприятия.

На экологическую вовлеченность и заинтересованность персонала влияют следующие факторы:

• Уровень осведомленности об экологической деятельности предприятия и ее результатах;

• Уровень поддержки и стимулирования руководством разработки рациональных экологических предложений работниками предприятия;

• Степень привлечения персонала к решению экологических задач;

• Степень коммуникации между руководством и персоналом.

То есть, максимальная вовлеченность и заинтересованность достигается тогда, когда работник четко осознает свою роль и свой вклад в результативность экологической деятельности и достижение поставленных целей.

Инструменты для работы с персоналом в рамках внедрения СЭМ:

• Материальное стимулирование за достижение экологических показателей или за разработанные экологические инициативы;

• Нематериальное вознаграждение (сертификаты, доски почета и др.);

• Создание формальных и неформальных рабочих групп по обсуждению экологических вопросов;

• Создание системы экологической подготовки персонала, включающей в себя регулярные тренинги и инструктажи;

• Привлечение сторонних специалистов и экспертов по СЭМ с целью получения новых знаний и навыков;

• Проведение мероприятий экологической направленности (конференции, круглые столы, акции, конкурсы и др.);

• Опубликование экологических отчетов в открытом доступе.

Вышеперечисленные инструменты призваны формировать у работников экологическую ответственность и идентификацию с целями организации, создавать стимулы для инициативного поведения.

Список использованных источников:

1. Арзамасова Г. С. Управление персоналом в контексте систем экологического менеджмента // Система управления экологической безопасностью — Екатеринбург – 2020. – С. 61-66.

2. Арзамасова Г. С., Черепанов А. А. Вклад экологического управления человеческими ресурсами в развитие системы экологического менеджмента: опыт российского предприятия //Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2020. – №. 3. – С. 114-121

3. Галкина Е. Е., Сорокин А. Е. Компетентность и информированность персонала - резерв эффективности работы системы экологического менеджмента / Экономика и предпринимательство, 2019, №12. С. 878-881.

4. Дайман, С. Ю. Системы экологического менеджмента для практиков / С. Ю. Дайман [и др.]. М.: Изд-во РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2004. 248 с.

5. Малышева И. А., Арзамасова Г. С. Анализ и оценка уровня вовлеченности персонала в процессы природоохранной деятельности на промышленном предприятии //Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2019. – Т. 1. – С. 194-197.

Разработка кадровой стратегии промышленного предприятия

Евтин Н.Н.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Губанова С.Е.
МАИ, Москва

Современное промышленное предприятие невозможно представить без большого количества кадров. В настоящее время кадры или персонал – один из ключевых ресурсов предприятия. Причем мировые тенденции делают акцент не на человеческих ресурсах, а на человеческом капитале. В этом случае необходимо изменить подход к расчету расходов на персонал, из раздела затрат в раздел инвестиций, применить маркетинговый подход к управлению персоналом как ресурсу, а также руководствоваться общими законами управления капиталом.

Таким образом вопрос разработки кадровой стратегии становится одним из наиболее актуальных, так как изначально верная стратегия позволит наиболее выгодно инвестировать средства предприятия.

Верно, подобранные кадры выводят предприятие на новый уровень эффективности, за счет более грамотного распоряжения ресурсами и качественного выполнения своих обязанностей. Так же при грамотно выстроенной системе мотивации можно увеличить показатели работоспособности как уже имеющихся кадров, так и привлечь новые кадры с повышенными показателями опыта и эффективности.

При разработке и реализации кадровой стратегии промышленного предприятия, необходимо рассматривать предприятие как систему, все элементы которой взаимосвязаны. Стоит уделить должное внимание корпоративной организационной культуре и идеологии предприятия. Для успешного применения кадровой стратегии необходимо следовать принципам, уменьшающим сопротивления переменам: повышение квалификации персонала; поощрение участия персонала в изменении организационных процессов. Так же, внедрение новой стратегии может быть невозможным из-за формального отношения линейных руководителей, поэтому необходимо добиться принятия ими стратегического выбора предприятия и новых ценностей.

Обучение бакалавров-авиастроителей с применением демонстрационных стендов

Елисеева К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Абдуллин И.Н.
КНИТУ–КАИ, Казань

Технологии не стоят на месте: они развиваются и внедряются во все сферы жизни, в том числе в образование. Широкое распространение получает интерактивное обучение. Все чаще в качестве лабораторного оборудования и учебной техники используют интерактивные системы, что позволяет наглядно отображать информацию и упрощать учебный процесс. С помощью интерактивных стендов, экранов, панелей можно безопасно и максимально приближенно к реальным условиям работать с различными конструкциями, механизмами.

Доклад посвящен созданию стенда, который относится к области авиации, в частности, к устройствам для демонстрации механизма шасси и изменения положения самолета в полете в зависимости от различных режимов.

Данная конструкция является актуальной для использования в качестве учебного оборудования в виде демонстрационных или выставочных стендов для привития первоначальных знаний и представлений о работе механизма уборки-выпуска шасси самолета, повышающих качество обучения.

Демонстрационный стенд механизма уборки-выпуска 3D-модели шасси самолета по сравнению с известными аналогами позволяет получить простую, эффективную полезную модель демонстрационного стенда путем повышения наглядности демонстрации механизма шасси самолета за счет введения в стойку корпуса экранов, а также путем упрощения конструкции стенда за счет выполнения приборной панели с определенным количеством

клавишей-переключателей, позволяющих наиболее просто управлять механизмом уборки-выпуска шасси, что повышает уровень усвоения материала.

Данный демонстрационный стенд предназначен для установки и эксплуатации в интерактивном музее, который находится в самолёте Ту-144, на базе КНИТУ–КАИ им. А.Н. Туполева. В музее также будут представлены демонстрационные стенды, которые ознакомят посетителей с конструкцией самолета и его отдельных частей, а также с работой механизмов этих конструкций.

Корпоративная социальная ответственность бизнеса

Жигалова М.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А.Соловьёва, Рыбинск

На этапе становления рыночной экономики основным фактором, влияющим на выбор места работы, был высокий уровень оплаты труда. В развитой рыночной экономике конкурирующие организации предлагают не только высокие доходы, но лучшие условия труда, социальные гарантии, компенсационные пакеты. В экономически развитых государствах современного мира деловой престиж компании – это основной нематериальный актив фирмы. Осуществление серьезной социальной политики увеличивает степень доверия партнеров, органов государственной власти, повышает конкурентоспособность на рынке товаров и услуг. В современных условиях имеет место взаимосвязь между привлекательностью компании для персонала и реализацией ее проектов корпоративной социальной ответственности.

Вопросы социальной ответственности бизнеса поднимались многими учеными – Ф. Котлером, М. Фридманом, С. Серто, У. Ростоу и т.п. В научный оборот термин был введен американским ученым Г. Боуеном в 1953 году. Им была опубликована работа «Социальная ответственность бизнесмена» [1], сквозным тезисом, которой являлась мысль, что бизнес – это часть общества, перед которым он несет ответственность. Во второй половине XX века мир вступил в совершенно новый этап развития, где определяющую роль стала играть электроника. Электроника совершила переворот во всех сферах жизни общества и вызвала пересмотр факторов конкурентоспособности. Персонал компании стал рассматриваться как источник генерирования идей и инноваций. В связи с этим и отношение к работникам должно было меняться.

Кроме того, ухудшение экологической ситуации, техногенные катастрофы, политические и социальные перемен XX века создали предпосылки нового характера рыночных отношений: потребители постепенно стали отказываться приобретать товары и услуги безответственных компаний. В результате ужесточилось трудовое и экологическое законодательство в странах Западной Европы и США. Для адаптации к изменяющимся условиям внешней среды компании стали применять концепцию корпоративной социальной ответственности.

В настоящее время содержание корпоративной ответственности достаточно широко обсуждается. Единого понимания ее сущности пока не сформировалось, во многом вследствие того, что сфера ответственности бизнеса зыбкая и не всегда ясная. По определению Европейской Комиссии, корпоративная социальная ответственность (далее КСО) – это «концепция согласно которой компании интегрируют социальные и экологические вопросы в свою коммерческую деятельность и взаимодействие с заинтересованными сторонами на добровольной основе» [1,2]. Самая широкая трактовка КСО включает в себя:

- корпоративную этику;
- корпоративную социальную политику в отношении общества;
- политику в сфере охраны окружающей среды;
- принципы и подходы к корпоративному управлению;

• вопросы соблюдения прав человека в отношениях с поставщиками, потребителями, персоналом;

• политику в отношении персонала [1,2].

В целом в мировой практике сложилось несколько моделей КСО. Их анализ показывает, что социальная ответственность бизнеса может либо жестко регламентироваться налоговым, трудовым, экологическим законодательствами либо реализовываться самостоятельно, добровольно. В первом случае создаются государственные механизмы для участия бизнеса в социальной жизни общества. Во втором случае, под влиянием гражданских инициатив создаются эффективные механизмы стимулирования бизнеса для осуществления вклада в социальное развитие [3].

Список использованных источников

1. Зарецкий, А. Д., Иванова Т. Е. Корпоративная социальная ответственность: мировая и отечественная практика [Текст]: учебное пособие / А. Д. Зарецкий, Т. Е. Иванова. – Москва: КНОРУС, 2016. – 292 с.

2. И. В. Иванова К вопросу о корпоративной социальной ответственности как инструменте развития системы мотивации персонала // Управление эффективной экономикой: проблемы и перспективы развития. - Монография под ред. Е. П. Мельниковой и И. О. Чорноус. - Донецк, ГОУ ВПО "ДОННТУ", 2020.

3. Кравцова, Е. М. Модели социальной ответственности бизнеса в мировой экономике / Кравцова Е. М., Матвеева Ю. В. // Экономика, предпринимательство и право. – 2016. – Том 6. - № 1. – С. 81-98.

Рекомендательный рекрутинг как дополнительный метод поиска персонала

Жирнова Л.Н.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Просвирина Н.В.

МАИ, Москва

В современных реалиях одним из главных ресурсов любой организации является человеческий капитал. Результаты работы персонала напрямую влияют на эффективность деятельности компании. Поиск и подбор высококвалифицированных сотрудников – это сложный и многоэтапный процесс. Основные современные инструменты поиска и привлечения специалистов это: специализированные сайты для поиска сотрудников (HeadHunter, LinkedIn, Хабр.Карьера и тому подобные), корпоративные порталы и социальные сети, стажерские программы и сотрудничество с кадровыми агентствами.

Также, в крупных коммерческих и государственных компаниях используют процедуру рекомендательного рекрутинга — это процесс, когда работодатели мотивируют своих сотрудников к поиску необходимых специалистов среди друзей и знакомых. Таким образом, возникает дополнительный приток кандидатов, некоторые из которых могут быть не в поиске работы, но открыты для предложений со стороны. Часто, у таких специалистов в сети либо закрытое резюме, либо его нет вообще. Явление рекомендательного рекрутинга достаточно давно появилось на рынке труда, но использовать и популяризовать его стали относительно недавно, пару лет назад.

Данную процедуру можно использовать только, в дополнение к основным каналам поиска необходимых кандидатов, она ни в коем случае не заменяет конкурсный отбор и стандартные инструменты.

Существует несколько основных правил эффектной организации процедуры рекомендательного рекрутинга в компании:

1. Сведения об условиях программы и требуемых специалистах должны быть актуальны и четко изложены. Есть несколько путей информирования сотрудников: внутренняя рассылка по электронной почте, распечатанный лист на стенде объявлений, пост в социальных сетях организации и на корпоративном сайте. Иногда, менеджеры по персоналу привлекают дизайнеров и добавляют фотографии в текст, это позволяет лучше акцентировать внимание сотрудников и облегчить процесс запоминания.

2. Информация должна быть понятной. В тексте должна быть зафиксирована конкретная вакансия (обычно, ее дополняют ссылкой на HeadHunter) и ее условия, размер и условия получения бонуса в случае положительной рекомендации.

3. О «горящих» вакансиях необходимо напоминать с определенной периодичностью. При этом, если вакансия закрывается, эту информацию лучше тоже сообщить. Но, нужно соблюдать определенную осторожность, чтобы не «заспамить» сотрудников.

4. Необходимо следить за этапами и статусами резюме рекомендованных специалистов. Ни в коем случае нельзя о нем забыть. Обратная связь должна быть всегда, даже в случае, если она отрицательная.

5. Вознаграждение выплачивается либо по итогам выхода кандидата в штат, либо после прохождения им испытательного срока.

В целом, грамотное использование рекомендательного рекрутинга в компании повышает лояльность сотрудников и создаёт дополнительный приток узкоспециализированных специалистов.

Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в компаниях авиационной отрасли

Зачесова Е.Н.
Научный руководитель — доцент, д.э.н. Ермолаева Е.Н.
МАИ, Москва

Современные тенденции рынка труда в авиационной отрасли характеризуются такими факторами, как сокращение рабочих мест и высококвалифицированных кадров, заработной платы, производительности труда, а так же дополнительными расходами на обучение и переобучение персонала в связи с вводом нового оборудования. С другой стороны многие компании обратили более пристальное внимание на «цифровизацию» труда и оптимизацию, модернизацию существующего производственного процесса. Конечно, звучит это привлекательно, но за данными «плюсами» скрываются такие проблемы как: снижение качества из-за неумения работы и экстренного вынужденного перехода на новое оборудование, снижение потребности в работниках, утечка кадров, переобучение, невозможность повышения заработной платы с связи с карьерным ростом и совершенствованием профессиональных навыков. Стоит заметить, что именно работники – наиболее дорогой и ценный ресурс любой компании. Без них ни одна компания, производство, фирма существовать не может.

В быстроменяющихся условиях повседневной жизни необходимо пересматривать условия выплаты дополнительной заработной платы каждые полгода.

Наиболее оптимальным по мировым стандартам является соотношение 80% к 20% постоянной и переменной частей заработной платы с мотивом увеличения уверенности работников в ней, в российской практике применяется соотношение 70% к 30%. По нашей оценке системы оплаты в авиационной отрасли,переменная часть будет еще больше, так как это влияет на вовлеченность работника в деятельность компании, стремление выполнить задание точно в срок и без задержек. Грамотная проработка системы премирования стимулирует выполнять работу качественнее. Собственно, дисциплинарные премии, которыми они и являются, могут превысить основную часть заработной платы.

Для каждой категории сотрудников необходимо создать собственную схему дополнительных выплат. Наиболее оптимальной для основного персонала выступает окладная с премированием за качество и пунктуальность сдачи работ и штрафными санкциями за недоработку. Для вспомогательного персонала – так же окладная с премированием за бесперебойность работы оборудования. Для обслуживающего персонала – повременная с премированием за перевыполнение заданий. Для управленческого состава – повременная с премированием за полное выполнение поставленных задач.

Премиальная часть работников производственного отдела может быть представлена в виде выполненного задания, сданного в полном объеме по требованию руководителя

подразделения и с первого предъявления контролеру в размере 100%– 10% премии от оклада, со 100% до 120%– 20% премии, но за большее количество сделанной продукции не следует ни вознаграждения, ни штрафа. За бесперебойную работу оборудования премиальная часть вспомогательного персонала составляет – 30%. Обслуживающий состав за качественное выполнение задания, помогающее финансовому развитию, точный документооборот – 15%. Управленческий за грамотное принятие управленческих решений – 10%.

Задание необходимо нормировать в соответствии с 6-тью часовым рабочим днем (данные без учета времени отдыха при 8-ми часовом рабочем дне), для более качественного и полного выполнения заданий.

Обычно используются такие дополнительные выплаты как: коэффициент за вредность, стаж, квалификацию, стажировки, государственную тайну, вознаграждение «лучший сотрудник», выплаты за личные достижения на благо компании в зависимости от перспектив и значимости, материальная помощь, компенсация дорогостоящего лечения, путевки и др.

Наиболее важно обеспечить работников стабильным психоэмоциональным состоянием и комфортным пребываем на рабочем месте

В выходные дни для подразделений необходимо устраивать спортивные мероприятия, банкеты, дома отдыха, санатории. Для создания командного духа и уплотнения межличностных отношений коллектива рекомендуется организовывать спортивные, интеллектуальные игры.

Каждый руководитель подразделения должен следить за внутренним микроклиматом в коллективе, и при возникновении конфликтов распределять работников таким образом, чтобы они чувствовали себя комфортно и выполняли поставленные задачи.

Персоналу, который снизил свою трудоспособность, не выполняет обязанности в полном объеме, переживает трудности или потерял интерес к своей работе, дать возможность переквалифицироваться и заняться чем-то новым на предприятии, сменить род деятельности, либо же дать возможность совмещать несколько профессий.

Такие обычные методы стимулируют производственные возможности любой компании, улучшают состояние людей и делают жизнь просто комфортнее.

Список использованных источников:

1. Консалтинговая компания «Авиаперсонал»[Электрон. ресурс]// aviapersonal.ru

2. ФЗ от 27.07.2004 N 79-ФЗ (ред. от 08.12.2020) "О государственной гражданской службе Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021)

Совершенствование системы мотивации и стимулирования труда персонала организации

Зюзина М.С.

Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.

МАИ, Москва

Актуальность исследования обусловлена тем, что в крупнейших городах и агломерациях не только России, но и любой другой страны мира, сосредоточено огромное количество людей в общественных местах и учреждениях. Почти в любой день и в любое время суток интенсивные транспортные потоки, максимально тесные социальные контакты, гигантские объёмы внешней, внутренней и маятниковой миграции – всё это и многое другое делает нынешние угрозы и вызовы, в том числе распространение инфекций, крайне серьёзной и опасной проблемой. В этих условиях должно быть налажено безукоризненное функционирование всех медицинских учреждений, что невозможно без чёткой организации действий персонала, которая в свою очередь недостижима, если нет правильной мотивации к тяжёлому и опасному труду, часто без перерывов и выходных.

В качестве базовой организации выступило учреждение здравоохранения клиника «АВС-медицина».

В ходе проведенного исследования были выявлены следующие проблемы:

• Отсутствие мотивации у персонала организации к обучению и повышению квалификации;

• Отрицательная динамика финансово-экономического базового показателя за 2019-2020 год;

• Высокий коэффициент текучести кадров, отток высокоспециализированных и грамотных специалистов за последний год;

• Отсутствие прописанного регламента премирования работников и перевода их на руководящую позицию.

На основании всех выявленных проблем в системе управления персоналом, мотивации и стимулирования труда в клинике «АВС-медицина» нами были сформулированы мероприятия, способные существенно повысить эффективность функционирования данной системы, что положительно скажется на работе организации в целом.

Первым таким мероприятием должно стать внедрение современных информационных технологий. В частности, как уже отмечалось, в условиях пандемии особую актуальность приобретают телемедицинские технологии. Кроме того, после всестороннего анализа как внутренней ситуации в рассматриваемом учреждении, так и аналогичных предложений на рынке, нами было предложено внедрение в практику клиники «АВС-медицина» системы «ЕИС (Единая информационная система). В данном программном комплексе представлены такие направления для работы как: ведение расписания приёма пациентов, электронная запись к врачу, система позволяет проводить телемедицинские консультации и консилиумы, в том числе с использованием мобильных устройств, ведение электронной карты пациента, в ней есть электронная медицинская библиотека, а так же учёт административно-хозяйственной деятельности и финансовой. Внедрение позволит многократно сократить время большинства трудовых операций, что сделает гораздо более удобным как труд специалистов, так и посещение клиники пациентами.

Вторым направлением является улучшение системы обучения и развития персонала, в том числе внедрение концепции непрерывного обучения (самоподготовка, профессиональное обучение, переподготовка и т. п.). Проанализировав ситуацию, был обнаружен кадровый дисбаланс: оказался дефицит гастроэнтерологов, врачей ультразвуковой диагностики, аллергологов, иммунологов, эндокринологов, онкодерматологов, неонатологов, флебологов. Поэтому, предлагается направить лучших специалистов организации на обучение по совмещению таких направлений за счёт клиники.

Третьим и самым важным направлением выступает значительное повышение эффективности системы мотивации. Для того, чтобы медицинский сотрудник учреждения был достаточно мотивирован к работе, необходима гибкая и прозрачная система оплаты труда, конкретность описания задач, обязанностей и показателей эффективности. Задачи и планы, сформулированные для работников, должны быть достижимы. Сотрудники должны чётко понимать, какое вознаграждение они получат при определённых результатах работы.

Список использованных источников:

1. Управление персоналом на предприятиях авиационной промышленности: монография / А. И. Тихонов, А. А. Михайлов, М. А. Федотова. — Москва: Знание-М, 2021. — 179 с.

2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

3. Тихонов А.И., Воронцова Ю.В., Михайлов А.А., Федотова М.А. Экономика труда на предприятиях авиационной и ракетно-космической промышленности: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 135 с.

Синдром эмоционального выгорания как один из факторов негативного последствия пандемии

Казанцева А.А.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

Пандемия 2020 года кардинально повлияла на взаимоотношения работодателей и работников. Большинство сотрудников было вынуждено перейти на удаленный формат работы независимо от собственного желания. Некоторые восприняли данную новость с негодованием, скорее всего из-за некачественной подготовки к новому режиму, кто-то обрадовался и повысил свою продуктивность, но таких, к сожалению, меньшинство. Несмотря на то, что в 2019 году профессиональный синдром эмоционального выгорания был включен в Международный классификатор болезней, следовательно, может официально считаться фактором, который влияет на состояние здоровья человека, можно сказать, что именно переход на удаленный формат работы стал наиболее острым катализатором данного недуга.

Американский институт общественного мнения Гэллапа провел исследование и пришел к выводу, что синдром эмоционального выгорания входит в тройку корпоративных заболеваний: 76% респондентов указали, что, хотя бы раз переживали это состояние, из них 21% испытывал неприятные ощущения очень часто. [2]

Под эмоциональным выгоранием принято понимать синдром, признаваемый результатом хронического стресса на рабочем месте, который не был успешно преодолен. [5]

Одним из ключевых признаков выгорания является снижение работоспособности. Поэтому работодатель, заинтересованный в продуктивной и эффективной деятельности компании, должен отслеживать состояние своих кадров.

Как ни парадоксально, но наиболее частой причиной выгорания является неумение переключаться с работы на отдых. В домашних условиях это становится сделать ещё труднее. Работнику тяжело адаптироваться и переключаться с профессионального труда на домашний. Появляются отвлекающие и раздражающие факторы, мешающие грамотно среагировать на ту или иную ситуацию.

В тоже время сотрудники сталкиваются с обесцениванием своего труда. Им тяжело понять собственные цели работы, а также их корреляцию с глобальными корпоративными задачами, увидеть ради чего, они собственно трудятся и чему посвящают свое время. Особенно это заметно при удаленном формате работы, когда не происходит прямого контакта с коллегами и минимизируется система поощрений и стимулирования.

Токсичное окружение является не менее распространенной причиной выгорания. Создается среда, в которой не представляется возможным спокойно работать. Для минимизации последствий, рекомендуется пересмотреть стиль управления командой и тщательнее подбирать персонал, учитывая ценности и философию сложившегося коллектива. Для профилактики выгорания эксперты рекомендуют придерживаться нескольких правил. В первую очередь, необходимо следить за соотношением времени отдыха и работы, чаще гулять на свежем воздухе и переключаться на разные виды деятельности, защищать личные границы на работе, отключать все электронные устройства во внерабочее время. Также помогает избежать печальных последствий информирование руководства о состоянии сотрудника, грамотное использование инструментов планирования и анализ слабых мест, того что в будущем может привести работника к выгоранию.

Очевидно, что как большинство руководителей, так и работников заинтересованы в профилактике профессионального выгорания. Стоит начать с анализа своего состояния и при выявлении предпосылок к выгоранию минимизировать факторы, истощающие организм. Также, стоит четко планировать рабочее время и время отдыха, ведь большинство последствий профессионального выгорания может всерьёз усложнить жизнь, снизить её качество, нанести вред здоровью. По этой причине так важно своевременно предотвращать данное состояние.

Список использованных источников:

1. Employee Burnout, Part 1: The 5 Main Causes [Электронный ресурс] // Сайт Института Гэллапа - Режим доступа: https://www.gallup.com/workplace/237059/employee-burnout-part-main-causes.aspx (дата обращения: 19.02.2021).

2. Employee Burnout: The Biggest Myth [Электронный ресурс] // Сайт Института Гэллапа - Режим доступа: https://www.gallup.com/workplace/288539/employee-burnout-biggest-myth.aspx (дата обращения: 19.02.2021).

3. Международная классификация болезней: «профессиональный синдром» эмоционального выгорания [Электронный ресурс] // Сайт ВОЗ - Режим доступа: https://www.who.int/mental_health/evidence/burnout/ru/ (дата обращения: 19.02.2021).

4. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал. 2018. № 5. С. 22.

5. Что такое эмоциональное выгорание и почему оно может стоить вам работы [Электронный ресурс] // HH.ru - Режим доступа: https://hh.ru/article/28063 (дата обращения: 19.02.2021).

Особенности подбора молодых специалистов

Калашник С.М.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Москва

Говоря о концептуальных подходах подбора и отбора персонала, выделяют принцип подбора «по соответствию» или «новая кровь». «По соответствию» - это соискатели, которые точно соответствую портрету кандидата, имеют, возможно, схожий опыт, это принцип, когда нужен исполнитель. Принцип «новая кровь» применяют, когда необходим энергичный кандидат со взглядом со стороны, с творческим потенциалом. Такой принцип применяют, когда необходимы перемены. Молодые специалисты - та самая «новая кровь» организации. Они приносят в компанию новые идеи, свежий взгляд, современные тенденции. Как правило, они амбициозны и полны энтузиазма, им хочется применить полученные знания на практике, а их подход к работе еще не обременен правилами и настроениями прошлого места работы.

Однако, работа с молодыми специалистами несет в себе некоторые особенности на всех этапах, в том числе и в рекрутменте. Во-первых, имеется больше возможностей для поиска этих специалистов. Места поиска не ограничиваются работными сайтами, размещением вакансий в ожидании отклика и хэдхантингом. Для работодателей появляются дополнительные возможности для взаимодействия с начинающими специалистами через высшие учебные заведения и колледжи, стажировки, предоставление практики. В настоящее время, мы видим из опыта компаний, что взаимодействие со школьниками может не только работать на бренд работодателя, но и даже повышать престиж профессии в регионе, увеличивая, в следствии, количество специалистов в конкретной области на рынке труда. Во-вторых, наблюдаются сложности при проведении интервью с такими кандидатами. Как правило, при проведении собеседования интервьюер опирается на прошлый опыт работы соискателя. Рекрутер, понимающий специфику сегмента в котором он работает, имеет представление какой опыт получил кандидат, работая в той или иной компании, занимающейся схожей деятельностью, он понимает хватит этому кандидату навыков, полученных на прошлом месте работы, сможет-ли кандидат справиться с такими объемами. Наблюдая за сменой мест работы соискателя, интервьюер может предположить, как долго специалист задержится в компании. Проводя собеседование с молодым специалистом опираться на его прошлый опыт работы не получится. Рекрутер может оценить только личные качества кандидата, возможно, его общественную деятельность. Таким образом, сильно возрастают риски потерять кандидата на раннем сроке, возможно, испытательном, ошибиться в выборе специалиста, ошибиться в его профессиональных навыках и качествах.

Если рассматривать рабочую силу с точки зрения жизненного цикла товара, то молодые специалисты – это выведения товара на рынок. Они только начинают свою трудовую деятельность. Но, начинать взаимодействовать с ними можно еще на этапе разработки товара, то есть во время обучения, практически на всех стадиях, начиная со школы. Молодые специалисты несут в себе новые идеи и взгляд на компанию из вне, они приемники знаний организации. Вклад в молодых специалистов – вклад в будущее компании.

Влияние пандемии коронавируса на мировую космическую отрасль

Камышников И.Н.
Научный руководитель — Смирнова Т.С.
Университет города Мачерата, Италия

Кризис COVID-19 затрагивает все отрасли, в том числе космическую. Однако влияние кризиса на космическую отрасль уникально. За последние двадцать лет общество стало все более зависимым от космических услуг, систем, обеспечивающих спутниковую связь, а также инструментов, облегчающих мониторинг и управление окружающей средой. В рамках цифровизации экономики спутниковые сигналы и данные играют все более важную роль в эффективном функционировании обществ и их экономическом развитии. Инвестиции в космические программы способствуют научным исследованиям, знаниям, развитию технологий и развитию коммерческих цифровых продуктов и услуг.

В то время как многие компании космического сектора, похоже, могут справиться с текущим кризисом COVID-19, значительное их количество испытывает трудности, особенно малые и средние предприятия, которые обычно составляют основную часть коммерческих субъектов космической отрасли. Растут опасения по поводу среднесрочных и долгосрочных последствий кризиса для государственных бюджетов и потребительского спроса, поскольку многие участники отрасли ожидают значительного сокращения финансирования будущих институциональных программ. Космическая промышленность ведущих стран в этом секторе испытывает задержки из-за распространения COVID-19. Причина кроется в человеческих ресурсах: для космических исследований и освоения космоса нужны не только спутники на орбите, но и люди для создания устройств и подготовки стартовых площадок к работе. Крупные космические агентства и корпорации сводят к минимуму деятельность своих сотрудников. Европейское космическое агентство ESA и российский Роскосмос приняли непростое решение отложить на два года совместный полет марсохода ExoMars 2020. Данная мера является косвенным следствием эпидемии коронавируса. Фактически, оба агентства сочли необходимым продолжить испытания парашюта спускаемого аппарата, электроники и программного обеспечения, организация которых была бы серьезно скомпрометирована ограничениями, продиктованными пандемией. Пока ОАЭ продолжают миссию «Надежда», зонд, который будет отправлен на Марс следующим летом с японским авианосцем с космодрома Танегашима, Индийская организация космических исследований (ISRO) отреагировала на пандемию COVID-19, приостановив запуски и осуществила перевод ресурсов на производство аппаратов ИВЛ и дезинфицирующих средств. Однако чрезвычайная ситуация, которая все еще актуальна, может иметь долгосрочные последствия.

Список использованных источников:

1. ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТРЕССА РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Московский экономический журнал. 2019. № 8. С. 17.

2. ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В РОССИИ Смирнова Т.С., Камышников И.Н. Московский экономический журнал. 2019. № 8. С. 61

3. Aravind Ravichandran, Luigi Scatteia Insights from Space: Assessing Impacts of the Covid-19 Crisis, April 2020, PricewaterhouseCoopers Advisory, SAS.

Мотивация работодателей по привлечению молодых специалистов в организацию ООО «Домодедово Пэссэнджер Терминал»

Карасева Д.М.
Научный руководитель — Еременская Л.И.
СФ МАИ, Ступино

Будущее компании практически полностью зависит от правильно подобранных специалистов. Если предприятие планирует своё развитие на несколько лет вперёд, то нельзя обойтись без молодых специалистов.

Мотивация - это динамиеская система, взаимодействующих между собой внутренних факторов (мотиваторов) и напрявлющих, ориентированное на достижение цели человека.

Главной целью привлечения молодых специалистов является необходимость подготовки сотрудников под особенности работы и потребности организации.

Объектом исследования является организация по наземному обслуживанию ООО «Домодедово Пэссенджер Терминал»

Задачи мотивации работадателей по привлечению молодых специалистов:

1. Рост эффективности производтиельности труда;
2. Формирование корпортивной культуры;
3. Низкие расходы на оплату труда;
4. Актуальные знания и владение современными технологиями.

Существует несколько методов по привлечению молодых специалистов:

• Стратегия обеспечения постоянного потока молодежи в компании.

• Актуализация каналов поиска и привлечения (социальные сети, web-сайты, карьерные сайты).

• Формирование HR-бренда компании в студенческой среде.

• Совершенствование условий для развития профессиональных компетенций и карьеры молодежи.

• Программы набора выпускников (Graduate Recruitment Programs) как передовой метод привлечения и удержания молодых специалистов (опыт западных компаний).

• Event-рекрутмент (конференции по привлечению молодежи, дни открытых дверей, конкурсы).

Выбор между молодым специалистом и состоявшимся профессионалом всегда неоднозначен и во многом зависит от принципов работы самой компании, стадии ее развития и совершенства технологий.

Организация ООО «Домодедово Пэссэнджер Терминал» динамично развивается, и ей нужны активные, современные, амбициозные люди со свежими идеями, проактивным и креативным подходом к работе. Молодые сотрудники приходят в организацию на стартовые должности, много внимания уделяется их обучению.

Методы мотивации по привлечению молодых специалистов работают неэффективно.

Для решения проблемы привлечения молодых специалистов в организацию можно предложить следующие меры мотивации работадателя:

• Работа в крупной стабильной компании;

• Оформление в соответствии с Трудовым Кодексом РФ;

• Высокая заработная плата;

• Регулярное обучение за счет компании;

• Реальные возможности профессионального развития и карьерного роста;

• Профессиональный и дружный коллектив;

• Насыщенная корпоративная жизнь: спортивные секции, корпоративные мероприятия, профильные конференции, круглые столы;

• Льготные кредитные программы от банков-партнеров;

• Собственные программы здравоохранения сотрудников;

• Полная социальная ответственность;

• График работы: 5/2;

• Полная занятость;

• Место работы — Московская область, аэропорт Домодедово.

По резутатам проведенного исследования в организации ООО «Домодедово Пэссенджер Терминал» можно следалть следующий вывод:

• Для успешного привлечения и закрепления молодых специалистов необходимо создание достойных условий труда для подготовки сотрудников под особенности работы и потребности организации.

Работа с молодыми специалистами на предприятии аэрокосмической деятельности

Карепина В.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Москва

Развитие молодых специалистов положительно сказывается на развитие компании. Поэтому компания которая нацеленная на рост в долгосрочной перспективе должна концентрировать особое внимание на привлечение молодых специалистов и их развитие.

Выявление перспективных молодых специалистов путём оценочных мероприятий в виде различных конкурсов. Может не только выявить самого подходящего специалиста на должность, но и помочь многим другим в профессиональном развитии, ознакомить будущих специалистов с современными трендами и тенденциями.

Отбор наиболее «ярких» специалистов для дальнейшего включения в кадровый резерв, адаптации, обучение, мотивация и удержание на предприятие. Это залог на успешную деятельность организации на рынке и также элемент который необходим для рыночного доминирования.

Построение индивидуальный план развития. Программа обучения выстраивается специалистом отдела обучения и развития для выявления ведущих компетенций.

Обучение специалиста в корпоративном институте по внутренним программам нацеленные на развитие компетенций. Которые носят наиболее прикладной характер для специалиста, которы действует в определенной сфере, позволяет концентрировать все внимание именно на тех навыках которые требуются на потенциальной должности.

По прохождению подготовки, молодой специалист проходит оценочные мероприятия, в случае успешного прохождения, включается система мотивации для сотрудника.Это система направленна на то, чтобы сотрудник осознал то, что занимаемся им должность подходит ему как с точки зрения разнообразных профессиональных аспектов так и с точки зрения психологических аспектов. Необходимо осознавать важность установки правильной рабочей атмосферы так как без неё рабочий коллектив не будет выполнять задачи на максимально высоком уровне.

Особенности маркетинга персонала в социальных сетях на примере предприятий авиастроительного комплекса Уральского федерального округа

Конкина В.А.

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Отечественный рынок труда может быть охарактеризован противоречивыми тенденциями: с одной стороны, относительная доступность среднего профессионального и высшего образования стимулирует предложение на рынке, а с другой – компании желают привлекать не просто специалистов с должным уровнем квалификации, но и обладающих надпрофессиональными навыками. В этой ситуации обостряется борьба за таланты: заключения партнерских отношений с учебными заведениями становится недостаточно; предприятия, которые ведут активную политику «омолаживания» кадрового состава, прибегают к инструментам маркетинга персонала в социальных сетях.

Целью исследования являлся анализ активности предприятий авиастроительного комплекса Уральского федерального округа (УФО) в социальных сетях, анализ содержания

публикаций и вовлеченности аудитории, выявление используемых технологий маркетинга персонала и установление эффективности применяемых методов.

Согласно данным государственной информационной системы промышленности, в Уральском федеральном округе зарегистрировано 13 предприятий комплекса авиационной промышленности [1]. Корпоративные страницы в социальных сетях (платформа «Вконтакте» и «Instagram») имеют 7 предприятий, а именно: АО «Каменск-Уральский литейный завод» (АО «КУЛЗ»), АО «Миасский машиностроительный завод» (АО «ММЗ»), АО «Опытное конструкторское бюро «Новатор» (АО «ОКБ «Новатор»), АО «Уральский завод гражданской авиации» (АО «УЗГА»), АО «Уральский приборостроительный завод» (АО «УПЗ»-КРЭТ), ООО «Технологическая Компания Шлюмберже» и ПАО «Агрегат».

Нами были проанализирована активность вышеперечисленных работодателей в социальных сетях: для этого была рассчитано общее число публикаций, имеющих цель привлечь потенциальных работников, в корпоративных группах за период 3-х месяцев (ноябрь 2020 года – январь 2021 года).

Были выделены следующие группы предприятий:

• Активно взаимодействующие с персоналом и потенциальными кандидатами в социальных сетях компании, выпускающие в среднем 11 публикаций в месяц. К таким компаниям отнесены АО «КУЛЗ», АО «УПЗ» - КРЭТ и ООО «Технологическая Компания Шлюмберже»;

• Умеренно взаимодействующие в социальных сетях компании: активность составляет в среднем 6 публикаций в месяц. К этой группе предприятий были отнесены АО «ОКБ «Новатор» и АО «УЗГА»;

• Компании, взаимодействующие с персоналом и потенциальными кандидатами от случая к случаю (ситуативно). Характеризуются низкой активностью в социальных сетях (в среднем – около 3-х публикаций в месяц). К таким предприятиям относятся АО «ММЗ» и ПАО «Агрегат».

Доля публикаций с целью привлечения внимания кандидатов или удержания текущих сотрудников в среднем по исследуемым предприятиям составляет от 78 до 90% контента. Тематика публикаций касается вакантных должностей, программ стажировок для молодых специалистов, описания внедряемых производственных технологий и изменений, перспектив обучения и развития, поздравления с профессиональными праздниками и юбилеями трудового стажа, корпоративных и спортивных мероприятий, достижений сотрудников.

Проанализировав тенденции вовлеченности пользователей (под вовлеченностью пользователей понимается общее число лайков, ответов и репостов публикации), а также активность вышеперечисленных компаний на работных сайтах, стало возможным сделать следующие выводы:

1. Группа активно взаимодействующих в социальных сетях компаний имеет на 59% открытых вакансий больше, что обуславливает активное использование маркетинга персонала в социальных сетях. При этом средний уровень вовлеченности пользователей на 76% выше среднего, что может характеризовать достаточную эффективность технологии.
2. В группе умеренно взаимодействующих в социальных сетях компаний число открытых вакансий на 43% меньше, чем в среднем по вышеперечисленным компаниям.
3. АО «УЗГА» и ООО «Технологическая Компания Шлюмберже» имеют наиболее проработанный контент социальных сетей с точки зрения наполнения и графики, поэтому среднее количество вовлеченности пользователей этих групп на 14% выше среднего.
4. ПАО «Агрегат» официально представлено в сети «Вконтакте» только группой профсоюза с относительно небольшим уровнем вовлеченности (8,9 единиц взаимодействия на 1 публикацию), но при этом на предприятии согласно работным сайтам открыты лишь 2 вакансии. Это может быть объяснено тем, что ПАО «Агрегат» – градообразующее предприятие и группа фактически не нуждается в использовании в качестве маркетингового средства.

Таким образом, использование социальных сетей для целей маркетинга персонала является рабочим инструментом для предприятий авиастроительного комплекса УФО.

Список использованных источников:

1. Сайт государственной информационной системы промышленности. Электронный ресурс. – [Режим доступа]: https://gisp.gov.ru/service-market/

Мотивация труда персонала авиакомпании

Корецкая И.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Михайлов А.А.
МАИ, Москва

Сегодня, для поддержания жизнеспособности, авиакомпании вынуждены сокращать сотрудников, сокращать количество фактического отработанного времени или применять другие инструменты для формирования денежного потока. В любом случае, столь рекордное сокращение авиаперевозок за последний год не может не отразиться на работниках авиакомпании. В тоже время, одним из наиболее существенных факторов конкурентоспособности современной организации является уровень мотивации их сотрудников, а в условиях коронавирусной инфекции исследуемая проблематика приобретает особую актуальность.

Исследование было проведено в одной из российских авиакомпаний в период с 01 декабря 2020 года по 14 декабря 2020 года.

В ходе проведенного исследования были выявлены следующие проблемы в мотивации труда персонала, а именно: недостаточное премирование работников, отсутствие надбавок за стаж и присутствие психологических барьеров между отдельными группами работников.

Решением указанных проблем является:

1. Ввод премирования по итогам месяца. Премирование за вклад сотрудника в развитие компании мотивирует его к усердной работе, что тем самым положительно сказывается как на прибыли компании, так и на прибыли самого сотрудника.

2. Ввод доплат за стаж. Доплаты за стаж способствуют избежать текучки кадров в компании и замотивировать сотрудников к дальней работе.

3. Ввод корпоративных тренингов. Проведение тренингов позволит устранить имеющиеся межличностные барьеры в компании и наладить форму коммуникации внутри коллектива.

Список использованных источников:

1. Семина А.П., Тихонов А.И. Мотивация и стимулирование персонала в авиакомпании // Московский экономический журнал.2018 г.№ 5. С.22.

2. Михайлов А.А., Кузьминский А.Е., Смирнова Т.С. Оценка профессиональных компетенций работников авиационной промышленности посредством методики KPI// Экономика и предпринимательство № 6 (95), 2018 г. (Vol. 12 Nom. 6). С. 946-949.

3. Управление персоналом на предприятиях авиационной промышленности: монография / А.И. Тихонов.- Москва: Знание – М, 2021 г.—179 с.

Пути оптимизации кадрового делопроизводства

Коршунова К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва

Кадровая служба любой организации и предприятия является одним из неотъемлемых и жизненно важных органов единого «организма». Однако важно учитывать тот факт, что служба по управлению персоналом непосредственно не участвует в управлении основной деятельностью организации, она создана и предназначена для регулирования трудовых отношений между работниками и руководителем. И одним из важнейших аспектов для практического осуществления этой задачи является ведение эффективного кадрового делопроизводства.

Обобщая достаточно большое количество определений, выделим самые главные аспекты сущности данного термина. Кадровое делопроизводство – это сфера деятельности организации или предприятия, обеспечивающая организацию работы с официальными кадровыми документами, а именно их создание, оформление, ведение и дальнейшее хранение в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

Кадровое делопроизводство представляет собой трудоемкий процесс, поэтому его организация и надлежащее ведение позволяет построить эффективную систему кадрового документооборота и эффективно решить ряд основных задач, таких, как:

1) Оформление приема, перевода, командирования, увольнения работников согласно действующему трудовому законодательству;
2) Учет, ведение и хранение трудовых книжек, личных дел работников;
3) Учет рабочего времени работников;
4) Предоставление копий документов и справок о трудовой деятельности работников;
5) Ведение статистической и иных видов отчетности;
6) Разрешение трудовых споров и другие.

Важным аспектом на пути к оптимизации кадрового делопроизводства на крупных предприятиях является активное внедрение системы электронного документооборота, что позволяет существенно снизить как трудовые затраты, так и временные. Также отмечается упрощение процесса работы с базами данных отдела кадров, повышение скорости обработки документации и входящей информации, укрепление системы связей между подразделениями организации.

Для малых и средних предприятий характерен иной путь оптимизации кадрового делопроизводства – аутсорсинг. Данный способ позволяет небольшим организациям высвободить денежные средства на развитие наиболее важных своих подразделений и направлений деятельности, доверяя кадровое дело специалистам аутсорсинговой компании.

Итак, основными шагами к оптимизации кадрового делопроизводства являются:

• Построение эффективной системы кадрового документооборота и четкая постановка ряда задач отдела кадров;
• Введение электронного документооборота;
• Вывод кадровых функций на аутсорсинг.

Таким образом, оптимизация кадрового делопроизводства позволяет добиться построения более эффективной системы кадрового документооборота, повышения производительности труда сотрудников организации, и, кроме того, исключить риски, связанные с проверками государственных контрольно-надзорных органов.

Список использованных источников:

1. Кибанов, А. Я. Управление персоналом организации: учебник / под ред. А.Я.Кибанова.— 4-е изд., доп. и перераб. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 695 с.
2. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018
3. Кадровое делопроизводство (традиционные и автоматизированные технологии): учебник для вузов / Т.В. Кузнецова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2011. — 344 с.: ил.

Развитие эмоционального интеллекта как способа управления современной организацией

Котикова Н.В.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Гавриленко О.В.
МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Эффективное функционирование организации сегодня во многом зависит от развития личностных качеств персонала. Возрастает необходимость формирования конкурентных преимуществ компании за счет развития кадрового фонда организации, где человеческий ресурс приобретает особый вес. Нематериальные активы компании, которые формируются в

результате управления, дают преимущество развитию методам управления эмоциями. В свою очередь, данные методы являются частью интеллектуального капитала. Эмоциональное управление должно быть целенаправленным, чтобы иметь целью стать новым интеллектуальным ресурсом компании, а в будущем экономическим ресурсом, который будет основан на целостном и уравновешенном становлении личности.

Прибыль компании растёт не только за счет внедрения новых технологий, повышения доходности инвестиций в новые стратегии, но и за счет повышения эмоционального капитала. Его увеличения приносят преимущества, которые сопоставимы с развитием и внедрением высококачественных инноваций.

Конструкт эмоционального интеллекта активно используется в управленческой деятельности, которая выступает как основа прикладной сферы. Некоторые авторы утверждают, что если интеллектуальная движущая сила бизнеса в XX веке была IQ, то в веке XXI это будет EQ.

Многие крупные организации подтверждают данное предположение: в четырех из пяти таких организациях при формировании и развитии руководящего состава используется конструкт ЭИ.

Эмоциональный интеллект связан с феноменом лидерства. Развитие информационных технологий влечёт за собой необходимость развития лидерских качеств у сотрудников организации. Именно поэтому сегодня многие компании организуют тренинги по развитию лидерских качеств у своих сотрудников, объясняя это тем, что и сплочение коллектива, и «инициатива снизу» способны повысить рейтинг предприятия и вывести его на ведущие позиции по прибыльности.

Управлять организационной культурой-значит управлять эмоциями, а также эмоциональным состоянием взаимодействующих между собой людей. Эмоциональные воздействия могут носить не только положительный характер, но и могут вызывать нежелательные воздействия. В таком случае, важно не только развивать умение противостояния данным воздействиям, но и научиться правильно контролировать собственные эмоции. Развить эмоциональный интеллект –значит прийти к решению проблем, связанных с эмоциональным расстройством, а, следовательно, и наладить межличностные отношения в обществе. Важной особенностью эмоционального интеллекта является способность развить качества и навыки, которые входят в его состав.

ЭИ является, как правило, и фактором, фасилитирующим процессы принятия управленческих решений. Это можно проследить на основании двух аспектов. Эмоции становятся предупреждающими сигналами для руководителя и выступают в роли индикаторов запросов, требований и потребностей подчинённых, а также служат способом определения основных приоритетов. Стоит учесть, что индикатором роста когнитивных способностей выступают оригинальность и креативность, которые в дальнейшем становятся важным эффектом влияния эмоционального интеллекта на управленческие решения.

Таким образом, эмоциональный интеллект связан и во многом определяет управленческую деятельность. Многие эксперты уверены, что успех в бизнесе и карьере зависит на 80 % от уровня эмоционального интеллекта. В свою очередь, существующая сегодня необходимость развития научного знания, а также определение существующих потребностей социальной практики делают наши эмоции ресурсом управления, а феномен эмоционального интеллекта важной темой, требующей актуального исследования и дальнейшей разработки.

Влияние кризиса на систему оплаты труда в авиации

Кузнецова К.И.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва

В начале 2020 года вся авиационная система мира столкнулась с кризисом, вызванным вспышкой коронавирусной инфекцией.

Большинство стран в целях предотвращения распространения COVID-19 с марта 2020 года начали принимать меры по уменьшению авиаперевозок. Люди начали отказываться от

перелетов, в связи с введёными ограничениями в странах и существующим страхом перед неизвестным на тот момент заболеванием.

Объем пассажирских авиаперевозок в марте 2020 года за один месяц снизился на 30%. Из-за этого возникла необходимость сохранения и поддержки авиационной отрасли. Для этого нужно было принять экономические и финансовые меры со стороны государства.

Правительство Российской Федерации к концу марта 2020 года сформировало список отраслей, которые страдают от распространения коронавирусной инфекции, к ним также относился транспорт, в особенности авиакомпании и аэропорты. Правительство РФ из резервного фонда выделило субсидии в размере 20,953 млрд рублей для частичной компенсации расходов авиакомпаний и 10,605 млрд рублей для аэропортов. Эти деньги направлены для продолжения деятельности авиакомпаний и сохранения штата данных компаний. Согласно анализу результатов программы субсидирования, 82% от общей выплаченной суммы, а именно 17,179 млрд рублей были направлены на компенсацию расходов заработной платы. Субсидированные средства позволили компенсировать более 28% затрат авиакомпаний на авиационный персонал.

Однако, в апреле, мае и июне 2020 года авиаперевозки почти отсутствовали, в связи с пиковым периодом пандемии. Крупные авиакомпании сильно пострадали от резкого снижения перелётов, это связано с тем, что основная часть прибыли у российских авиакомпаний приходилась на международные перевозки.

Заработная плата у бортпроводников полностью зависит от налета времени, которое они находятся непосредственно в воздухе. В пик COVID-19 многих бортпроводников компании попросили уйти в оплачиваемые отпуска, либо в отпуск за свой счет.

Второй пилот в «Аэрофлот» до коронавирусной инфекции в среднем получал 180 тысяч рублей в месяц, а в апреле 2020 – 30 тысяч рублей, то есть уменьшилась в шесть раз.

В апреле – октябре 2020 года лидером по количеству перевезенных пассажиров в России была авиакомпания S7 Airlines, с 1 марта 2021 года сроком на два года изменит систему оплаты труда летных экипажей в связи с желанием эффективно оптимизировать расходы на фоне нестабильной мировой ситуации пассажирских авиаперевозок. Это обусловлено желанием авиакомпании сохранить летный состав. Главное изменение заключается во временном сокращении постоянной части оплаты труда пилотов, а стоимость летного часа и переменной части останется неизменной.

Весной 2020 года руководство «Аэрофлот» и «Победа» решило отправить большую часть пилотов в простой со ставкой в две трети оклада на два месяца.

С 1 января 2021 года в авиакомпании «Аэрофлот» в систему оплаты труда были внесены изменения, а именно снизили переменную часть – различные доплаты (в частности, за час полетного времени), а оклад оставили прежним. Теперь командир воздушного судна «Аэрофлот» за час летного времени получает 2,1 тыс. рублей, а вторые пилоты 900 рублей.

Список использованных источников:

1. Нерадько Александр Васильевич. Эффективность инструментов государственной поддержки авиаотрасли в 2020 году. [Электронный ресурс] 2021. 12 февраля URL: ttps://www.aex.ru/docs/2/2021/2/11/3208/ (дата обращения: 25.02.2021)

Особенности влияния социально-психологического климата на персонал в авиационной отрасли

Кузякина Д.В.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва

Благоприятный социально психологический климат в компании повышает уровень доверия между сотрудниками и к организации в целом. Это отражается на результатах коллективной и индивидуальной деятельности, на качестве труда и работоспособности каждого участника рабочего процесса. Можно вывести формулу, что чем выше уровень

доверия, тем больше производительность труда, так как скорость принятия решений и восприятия информации значительно выше, а энергозатраты меньше.

От социально-психологического климата между сотрудниками авиаотрасли зависит, будет ли экипаж работоспособным и психологически устойчивым структурным звеном, или же это будут отдельные высококвалифицированные специалисты, которые не способны работать синхронно и обеспечить безопасность полета в условиях групповой деятельности.

Важным аспектом выступает межличностное взаимодействие в коллективе, являясь сложным, многоплановым процессом установления и развития формальных и неформальных контактов внутри летного экипажа, порождаемый потребностями в совместной деятельности и включающий в себя обмен информацией, восприятие и понимание членами экипажа друг друга, выработку единой стратегии поведения.

Программы по улучшению социально психологического климата, могут способствовать повышению общего настроя подчиненных, увеличить вовлеченность в рабочий процесс каждого сотрудника, повышая эффективность деятельности предприятия и обеспечивая безопасность работы авиаотрасли.

Большинство программ повышения квалификации для летного состава подразумевают отработку умений и навыков на тренажере, аварийно спасательную подготовку, вводную подготовку и тд. Но человек может ошибаться не зависимо от профессионального опыта и для этого проходят курсы crm при устройстве на работу, далее раз в 36 месяцев. Но дальнейшее обучение заменяют на включение пару вопросов по этому разделу в техническую подготовку.

Имеет значение приобретение дополнительных управленческих и коммуникативных навыков, для более успешной работы экипажа, по этому следует проводить crm раз в года и подкреплять дополнительными мерами.

Для эффективной работы в организации, следует придерживаться следующих принципов:

1. Оздоровление корпоративной культуры;
2. Поддержание имиджа компании для сотрудников;
3. Эффективное использование персонала без психологического давления;
4. Развитие человеческих ресурсов;
5. Работа на принципах взаимного доверия;
6. Усиление функции социальной защиты сотрудников;
7. Применение методики профайлинга при приеме на работу в авиакомпаниях для построения профиля личности, определения внутренней мотивации и прогнозирование успешной адаптации к должности и организации. Так же обучение данной методике сотрудников, которые взаимодействуют с людьми.

Список использованных источников:

1. Программа подготовки членов лётного экипажа [Электронный ресурс]. URL: https://www.aex.ru/docs/8/2019/2/1/2870/

2. Принципы формирования экипажей [Электронный ресурс]. URL: https://arsenal-info.ru/b/book/3214294424/25

Современные тенденции в управлении персоналом

Ловска А.Д.

МГОУ, Москва

Рассмотрим основные HR-тенденции в области управления персоналом, которые сложились в современных социально-экономических условиях.

1. Воспользоваться HR-уберизацией. В период простоя производственные предприятия отдают работников на временный аутсорс более загруженным коллегам. Так компании с разной сезонностью помогают друг другу сохранить штат и сократить издержки [4].

2. Миссию необходимо подкреплять практикой. В 2019 году миссия компании перестала быть лозунгом. Она привлекает новых сотрудников и мотивирует команду на ежедневные подвиги. Необходимо доступно доносить ценности до персонала.

3. Создание мультикультурных виртуальных команд. Рост экспорта на 28 процентов и массовая диджитализация подтолкнули крупный бизнес создать мультикультурные виртуальные команды. В них люди вовлеченно работают из разных точек планеты. Персонал из других городов обычно приносит полезные нестандартные идеи. К тому же этот инструмент помогает сэкономить. Даже корпорации не всегда снимают офис. Бумажные документы заменяют облачные сервисы — например, Google Docs. Очные планерки уступают место чатам и таск-менеджерам совместного доступа — «Мегаплану» или Trello. То есть современный офис умещается в гаджет или ноутбук.

4. Использование талантов по предназначению. Новые законы накладывают на бизнес больше социальных обязательств в отношении сотрудников — их материального, физического, психологического и духовного благополучия. Крупным корпорациям не всегда хватает ресурсов, чтобы осознанно подойти к выбору функций для каждого работника [2]. Малому и среднему бизнесу, наоборот, проще уделить новичкам больше внимания. Поэтому необходимо использовать это преимущество.

5. Первые лица становятся примерами для подражания. Привлечь ценных специалистов помогает личный бренд руководителя в профессиональных сообществах и в интернете. Международные лидеры — Ричард Брэндсон и Илон Маск. В России — владелец «Додо пиццы» предприниматель Федор Овчинников. Люди должны знать о лидере. Тогда они захотят работать с данной компанией.

6. Создание клуба амбассадоров бренда. Это популярный бесплатный способ вовлечь сотрудников в корпоративную культуру — создать из персонала клуб фанатов бренда.

7. Использование HR-маркетинга [1]. Хороший HR сегодня — немного маркетолог. Компании задумались над HR-брендом. В 2019 году HR-у остается либо изучить инструменты маркетологов и остаться в теме, либо искать другую сферу.

8. Забота о балансе работы и личной жизни персонала. В 2019 году гибкие графики сотрудников стали скорее нормой, чем исключением. Прогрессивные компании делают акцент не на отработанные часы, а на результаты и сверхрезультаты [3].

9. Оптимизирование обучения [5]. Многочасовые лекции и даже вебинары уже в прошлом. Возвращается культура наставничества и непрерывного обучения сотрудников в формате видеоинструкций «To do».

Формирование эффективной системы корпоративной культуры в университете

Ляликова Д.А.
МАИ, Москва

Корпоративная культура университета создается всеми членами вуза: административный состав, педагогический состав, студенты, сотрудники, осуществляющие техническую поддержку деятельности университета и т.п. Она базируется на том, насколько сильно сотрудники и студенты отождествляют себя с образовательным учреждением, т.е. проявляют лояльность. Сотрудники должны придерживаться ценностям, миссии и нормам и правилам поведения, а также следовать его стратегии развития.

Корпоративная культура образовательного учреждения может носить традиционный или инновационный характер. Основная функция высшего образовательного учреждения – просветительская, в связи с этим существуют определенные трудности при формировании инновационной системы корпоративной культуры в вузе в отличие от коммерческих компаний, у которых главная функция – получение прибыли. В большинстве компании существуют отделы и департаменты, которые занимаются системой подбора и адаптации сотрудников. Данные подразделения направлены на привлечение и удержание сотрудников, которые подбираются специально под цели компании. В университете преподаватели чаще

всего не проходят собеседование со специалистом по подбору персонала. При подборе профессорско-преподавательского состава обращают внимание на дипломы, наличие научных публикаций, степеней и званий, и других формальных документов. Подбором занимаются, как правило, непосредственные руководители. В связи с этим персонал получается очень разный, придерживается разным традициям и устоям.

Таким образом, можно отметить, что необходимо совершенствовать подбор персонала в вузе, которые будут не только обладать необходимой квалификацией, но и будут стремиться к вовлечению в жизнь университета и развитию корпоративной культуры, которые лояльны к своей организации.

Еще одна особенность формирования системы корпоративной культуры в образовательном учреждении – это отсутствие дирекций по вопросам развития культуры и бренда или недостаток их финансирования. Кроме того, существует тенденция низкой грамотности в вопросах рекламы и корпоративного развития, которые влияют на подбор профессиональных кадров, а также привлечение абитуриентов в институт и удержание студентов. Вуз определяет основную цель – преподавание, и, несмотря на то, что вопрос маркетинга очень важен, он остается вторичным.

Зачастую в образовательных учреждениях не существует корпоративной культуры на формальном уровне – нет положений о корпоративной культуре, кодексов этики и т.п., а существующие методички и руководства о культуре распространяются неформально среди студентов и сотрудников вуза.

Учитывая особенности деятельности образовательного учреждения и цифровые изменения в мире, можно определить несколько направлений по формированию эффективной корпоративной культуры вуза:

1) внедрение в систему работы университета предпринимательской формы культуры;
2) создание студенческого объединения;
3) осуществление регулярного взаимодействия с выпускниками университета;
4) поддержка культурных ценностей и традиций вуза;
5) формирование фирменного стиля университета;
6) формирование открытой системы коммуникаций в вузе;
7) создание официальных документов, в которых будут закреплены корпоративные особенности вуза.

Корпоративная культура – это важный элемент любой компании. Вузы – это главные организации подготовки кадров, поэтому вопросы развития корпоративной культуры здесь очень актуальны для формироания лояльности студентов к вузу, а также для работы в компании ракетно-космической или авиационной промышленности в дальнейшем.

Проблемы безопасности механизма найма персонала

Маркин Д.В.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва

Актуальность данной темы заключается в том, что функция подбора и отбора персонала является одной из основных механизмов во всем существовании компании независимо от сферы ее деятельности, корпоративной культуры, а также стадии развития. Ошибки в подборе и отборе как рядовых сотрудников, так и руководителей могут повлечь за собой существенные потери в организации.

Цель тезисов – анализ взаимодействия основных элементов системы отбора персонала и усовершенствования механизма найма. Объект исследования – организация. Предмет – процесс подбора и отбора персонала.

Подбор персонала и отбор персонала – это, на сегодняшний день, ключевой элемент в работе с сотрудниками. Для того чтобы сделать подбор как можно эффективнее, необходимо максимально расширить «воронку» кандидатов, а также правильно провести первоначальный отбор специалистов.

Критерии отбора сотрудников не ограничиваются теми характеристиками, которыми определяют успешность выполнения той или иной работы. Однако очевидно, что ошибки при подборе новых сотрудников несут полную угрозу безопасности компании в случае трудоустройства сотрудника, который умышленно или непреднамеренно способен нанести ущерб компании в той или иной сфере.

Безопасность с точки зрения организации включает в себя ряд аспектов, а именно:

1. Стремление оградить организацию от проникновения людей, которые были связанны с криминальными структурами;
2. Желание поставить «заслон» перед людьми, склонными к воровству. В то же время, чем более высокую должность он может занимать, тем больший экономический ущерб такой человек может нанести организации, которое его нанимает;
3. Проверка сотрудника на склонность к злоупотреблению алкоголем или наркотиками;
4. Обеспечение информационной безопасности организации.
5. Соответствие работника требованиям корпоративным требованиям, а именно: "наш" человек или "не наш" человек.
6. Огородить организацию от сотрудников, у которых фальшивые, то есть купленные дипломы об высшем образовании, что в последнее время является серьезной проблемой, так как количество таких сотрудников вырастает в связи с легко доступностью таких липовых документов.

В решении данной рассматриваемой проблемы – обеспечение требований безопасности при отборе и подборе могут помочь современные технологии, такие как ИИ (искусственный интеллект). Они существенно облегчат работу кадровым подразделения и подразделениям безопасности в малых и средних организациях ввиду того, что такая система, работающая на ИИ существенно дешевле, автономнее и быстрее.

Согласно опросу компании HH (headhunter), 33% представителей российских организации считают, что технологии ИИ (искусственного интеллекта) изменят роль кадрового отдела в организации к 2050 году. 63% опрошенных считают, что к этому времени подбор и отбор станет проблемой для роботов или специальных программ. А 47% опрошенных заявили, что ИИ (искусственный интеллект) будет заниматься привлечением соискателей работы. Столько же людей заявили, что искусственный интеллект будет использоваться для обучения персонала.

Современные системы искусственного интеллекта могут:

1) быстро проанализировать тысячи резюме;

2) оценить квалификации кандидатов;

3) определить кандидатов, которые с наибольшей вероятностью могут подойти на ту или иную должность;

4) отправлять претендентам вопросы для собеседования, а также проводить интервью с возможностью записи.

5) проверить подлинность диплома

6) проанализировать странички в социальных сетях претендентов

7) проверить на наличие судимости, кредитную историю, а также не находиться в ли соискатель в базах судебных приставов.

Благодаря внедрению искусственного интеллекта (ИИ) в работу поможет отделу кадров существенно снизить время на подпор и отбор подходящих кандидатов, и при этом снизит денежные затраты на подбор персонала.

Сегодня следующие системы помогут выбрать персонал: Brook, Amazing hiring, HireVue, Experium. Но такие системы популярны и уже работают несколько лет в Америке, в некоторых странах Европы и Японии. В Россию же такие системы только приходят на рынок. На российском рынке существует только робот «Вера», которая может производить обзвон и проводить собеседования по «Skype».

Разработка механизма отбора, подбора и найма сотрудников становится одной из важных составляющих общей системы управления организации.

Сейчас почти никого не нужно убеждать в том, что "правильные" сотрудники, которые в свою очередь: замотивированные, обученные, обладающие необходимыми для данной вакансии и данной организации компетенциями, в очень большой степени определяют успех такой компании.

Следует отметить, что оптимального метода попросту не существует, поэтому отдел управления персоналом (отдел кадров) должен иметь целый набор приемов для привлечения кандидатов, а также использовать их в зависимости от конкретной задачи.

Использование блокчейн технологии для улучшения управления персоналом

Мартиросян А.В., Сейранян А.Т.
НПУ Армении, Ереван, Армения

Блокчейн — выстроенная по определенным правилам непрерывная последовательная цепочка блоков. Блоки связанны между собой хеш-суммами. Каждый блок содержит собственную хеш-сумму и хеш-сумму предыдущего блока. Изменения любой информации в блоке изменит его хеш-сумму. В блокчейне содержатся все записи о транзакциях. В нём невозможно удалить или изменить эти записи, можно только добавить новые. Блоки создаются по алгоритму proof-of-work(доказательство работы). Блокчейн защищён от большинства хакерских атак, и на практике его невозможно взломать. Также блокчейн выделяется своей прозрачностью.

С появлением блокчейна Ethereum также появилось понятие смарт-контракт (англ. Smart contract — умный контракт). Смарт-контракт это программа, которая выполняется в блокчейне Ethereum. Он имеет те же преимущества(прозрачность и безопасность), что и блокчейн. Смарт-контракты расширили возможности блокчейна от финансовых операции до написания определённых компьютерных алгоритмов. Смарт-контракты можно использовать во многих сферах и его применение в управлении персоналом не является исключением.

Применение смарт-контрактов в управление персоналом:

1. Подбор персонала. Для упрощения работы HR менеджеров в выборе новых сотрудников с помощью смарт-контрактов можно создать единую, безопасную, прозрачную экосистему. Экосистема будет содержать в себе информацию о достижениях, наградах, опыте работы и рекомендациях от предыдущих работодателей человека. Поскольку блокчейн является децентрализованным и работает постоянно, то эта информация будет находиться в блокчейне всегда и невозможно будет фальсифицировать её.
2. Выплата зарплаты. С помощью смарт-контрактов можно автоматизировать систему и гарантировать определённую дату выдачи зарплаты.
3. Мотивация работников. Смарт-контракты можно использовать для анализирования работы сотрудников, и при достижении обозначенных целей вознаградить их.

Таким образом использование смарт-контрактов может упрощать работу сотрудников управления персоналом, а так же способствовать повышению мотивации работников.

Применение инструментов HR-аналитики в управлении персоналом аэрокосмической отрасли

Мартынишин И.Е.
Научный руководитель — доцент, Семина А.П.
МАИ, Москва

Главным ресурсом любой организации является персонал. Именно от грамотного управления персоналом зависит эффективность деятельности всей организации. Обеспечение предприятий аэрокосмической отрасли высококвалифицированными кадрами является важнейшей задачей, которая и обеспечит быстрое развитие отрасли.

Одним из важных инструментов, позволяющим эффективно управлять персоналом является HR-аналитика. HR-аналитика – это глубокий системный подход в управлении персоналом, который базируется на нескольких основных задачах:

1. Сбор необходимой информации о сотрудниках и бизнес-процессах, протекающих в организации;
2. Обработка полученных данных, их систематизация и нормализация;
3. Поиск скрытых зависимостей и корреляций (технологии big data-анализа);
4. Принятие организацией конкретных управленческих решений на основе полученных результатов

HR-аналитика находит свое применение во многих областях кадрового менеджмента, что позволяет оптимизировать многие бизнес процессы в организации. Например, подбор персонала, адаптация персонала, снижение текучести персонала, обучение персонала, управление карьерой сотрудников и т.д. Используя методы обработки данных, HR-аналитика позволяет предприятию оптимизировать уже существующие бизнес процессы, основываясь на данных и выводах, а не только на интуиции руководителей, что в конечном счете повышает эффективность управления на предприятии.

Стоит отметить, что HR-аналитика бывает двух типов - внутренняя и внешняя. Внутренняя аналитика проводится на основании данных, собранных внутри предприятия. Это могут быть данные о действующих сотрудниках (демографической структуре персонала, специфику управления по различным метрикам) или же данные о реализации каких-либо проектов на предприятии (количество трудовых и временных затрат).

Внешняя HR-аналитика основывается на данных о рынке труда.

Ключевыми показателями HR-анализа на предприятиях аэрокосмической отрасли могут быть следующие:

• Время найма новых сотрудников;
• Доходы сотрудников по различным категориям и временным промежуткам;
• Квалификационный уровень сотрудников предприятия;
• Коэффициент увольнений сотрудников;
• Уровень оплаты за сверхурочную работу;

Практическая ценность HR-аналитики для предприятий аэрокосмической отрасли заключается в информационном обеспечении руководства предприятий наиболее актуальными и ценными сведениями (в том числе и прогнозы), которые играют важнейшую роль в принятии эффективных управленческих решений. Исследования показывают, что применение инструментов HR-аналитики способствует повышению производительности предприятия.

Помимо прочего, HR-аналитика позволяет находить скрытые закономерности, осуществлять эффективный контроль персонала, прогнозировать проблемы в будущем, находить наиболее оптимальные модели принятия решений.

Для повышения конкурентоспособности отечественных предприятий аэрокосмической отрасли необходимо проводить грамотную кадровую политику и использовать современные инструменты управления, в том числе HR-аналитику. От этого напрямую зависит успех в космической сфере и её будущем.

Список использованных источников:

1. Тихонов А.И. Динамика использования инструментов HR-аналитики в российских компаниях // Московский экономический журнал №1. 2020. №1. С. 59.

2. Тихонов А.И. Основные задачи российских компаний, решаемые с помощью HR-аналитики // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. С. 262-266.

3. Тихонов А.И. Применение инструментов HR-аналитики в российских компаниях // Московский экономический журнал №1. Научная статья «Экономика и бизнес». 2020. С. 541-543.

4. HR-АНАЛИТИКА В РОССИИ. ИТОГИ ОПРОСА SHL // ТопФактор URL: https://topfactor.pro/blog/hr-analitika-v-rossii-itogi-oprosa-shl/?lang=ru (дата обращения: 18.02.2021).

К вопросу об управлении конфликтными ситуациями в организации

Маслова Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

В настоящее время особенно важным является эффективное управление человеческими ресурсами организации. Социальная организация – это одна из наиболее сложных систем. В ее природе заложена известная двойственность: с одной стороны она создается для достижения определенной цели, а с другой стороны выступает средой для социального взаимодействия работников. Основным элементом организации являются люди, объединенные в группы. В процессе реализации деятельности в организации возникают конфликты. Идеалом является организация, где протекает бесконфликтное взаимодействие участников трудовой деятельности. Но практика показывает, что подобное состояние встречается крайне редко. В современной литературе встречается множество классификаций конфликтов. Остановимся на наиболее распространенном, а именно, трудовом конфликте. На современном этапе ситуация осложняется тем, что руководители предприятий и организаций вынуждены постоянно адаптировать все категории работников к постоянным изменениям, вызванными внедрением новшеств и инноваций. В основе конфликтной ситуации лежат различия в восприятии персоналом совокупности организационных факторов. Таким образом, актуальным является изучение причин конфликтных ситуаций и разработка технологии управления ими.

Под трудовым конфликтом в современной литературе понимают противоречие при проявлении социальных ролей и отношений между людьми, столкновение несовместимых позиций [1,2]. Результаты исследований показывают, что наиболее распространенными причинами возникновения конфликтных ситуаций является следующее: неэффективная система коммуникаций в организации, отсутствие четких требований к количеству и качеству работ; нарушение принципов деловой этики; не соблюдение дисциплины; не желание и не умение руководителей делегировать полномочия; несовершенство системы мотивации и стимулирования трудовой деятельности. Для снижения уровня конфликтности в организации необходимо разрабатывать технологию управления конфликтами, которая будет включать социально-экономический, правовой, организационный элементы. Социально-экономический компонент включает в себя инструменты и методы регулирования отношений между работником и работодателем; правовой – формирование нормативного обеспечения системы управления конфликтами; организационный компонент предполагает развитие форм выражения трудовых интересов [1].

Список использованных источников

1 Калмыкова О. Ю., Гагаринская Г. П. Внедрение организационного конфликтменеджмента в систему стратегического управления // Науковедение. – 5 (24). – 2014. – С. 1-26

2 Божукова Е. М. Управление трудовыми конфликтами в организации // Инновации и инвестиции. - №8. – 2019. – С. 70-74

Особенности формирования HR-бренда предприятия авиационной промышленности

Михайлина С.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Тихонов А.И.
МАИ, Москва

В силу демографических изменений, на рынке труда, в сфере авиационной промышленности, все сильнее и сильнее обостряется спрос на высококвалифицированный персонал. На данный момент времени, весомую актуальность набирает понятие важности грамотного подбора сотрудника. Каждая авиационная компания старается привлечь максимальное количество опытных, знающих, перспективных, нацеленных на совершенствование своей деятельности, кадров. Главная задача HR-бренда представляет

собой привлечение, основанное на реальном положении дел внутри компании (наличие профессионального развития, совершенствования корпоративной культуры, системы обучения, системы мотивации, особенности предлагаемого социального пакета, комфортные условия для работы), с целью убеждения потенциального сотрудника в правильности его выбора. И, как следствие, удержания. Понятие «бренд» и «репутация» имеют прямую неразрывную связь. Работа над "внешним видом" компании и одновременное пренебрежение скрытыми реальными проблемами чревато обманутыми ожиданиями, что может значительно замедлить развитие HR-бренда.

Существуют стереотипы и предубеждения, касающиеся авиастроения в России: низкий уровень дохода, высокий уровень бюрократизма, устаревшие и неэффективные бизнес-процессы, отсутствие соответствующего опыта/знаний, однотипная и утомляющая работа. Однако, реальная картина транслирует изменения и избавляет от устарелых стереотипов, ведь технологии, инновации, бизнес-процессы не стоят на месте и идут в ногу со временем, а заработная плата соответствует уровню на рынке труда.

Известность компаний-работодателей напрямую коррелирует с масштабом и значимостью продукта: самолётов, вертолётов (компания «Сухой», «Кронштадт», Airbus и т.д.). А нынешнюю, наболевшую проблему привлечения молодежи необходимо решать путем гибкого подхода к ценностям и особенностям мышления, например, целесообразно создать сайт для коммуникаций с молодежью, где будет возможность устраивать конкурсы и викторины, проводить виртуальные туры с заданиями.

Стратегия формирования бренда представляет собой четкое планирование действий долгосрочного периода, непосредственно зависящее от целей того или иного предприятия. В процессе построения стратегии формирования бренда необходимо провести анализ текущего, фактического бренда работодателя (выяснение истинного отношения реальных кандидатов и потенциальных сотрудников, создание идеального видения бренда, определение масштабности разрыва между действительным состоянием развития бренда и желаемым конечным результатом, разработка плана по устранению разрыва и его воплощение). Также, следует обратить внимание на значимость национального интереса для формирования бренда авиационного предприятия. Создание и соблюдение патриотического поведения имеет весомую роль для любого авиационного предприятия, так как, в перспективе, подобная стимуляция государства может обеспечить необходимое спонсирование и, как следствие, увеличить национальный интерес.

Формирование бренда работодателя на авиационных предприятиях состоит из следующих этапов:

- Определение задач бренда работодателя и возможных метрик для измерения результата;
- Исследование рынка и конкурентного окружения;
- Создание образа представителя сотрудника на авиационном предприятии;
- Создание уникального, инновационного предложения;
- Позиционирование и продвижение;
- Оценка эффективности.

Требуется отметить важность инновационного и творческого подхода к созданию бренда; соблюдения этических норм и компетентности; поддерживания высоких стандартов, обозначенных в миссии и ценностях компании; построения четких целей; соблюдения баланса соответствия внутри/снаружи.

Список использованных источников:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018.

2. Несоленая, О.В.; Агишева, А.В.; Кулеша, Э.В. Особенности формирования HR-бренда современной финансовой организации: российский и зарубежный опыт // Молодой ученый: науч. журнал. – 2015. – №22.

Оптимизация затрат на HR-маркетинг

Назаренко А.Б.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

HR-маркетинг – это управленческая деятельность, которая направлена на формирование конкурентных преимуществ рабочих мест компании с целью привлечения, вовлечения и удержания человеческих ресурсов. Грамотный HR-маркетинг привлекает потенциальных сотрудников, так как они считают данную компанию лучшим местом для трудоустройства, а, в свою очередь, уже действующие сотрудники показывают наиболее высокую эффективность труда, внося вклад в работу организации. Формирование, поддержание и укрепление HR-бренда становится основной задачей в рамках деятельности HR-маркетинга, так как бренд работодателя позволяет точно позиционировать компанию-работодателя на рынке труда. Создать HR-бренд означает найти своё место в сознании целевой аудитории через образы и атрибуты, которые выгодно бы отличали данную компанию от других конкурирующих организаций.

HR-бренд делится на внутренний и внешний. Внутренний бренд работодателя делает сотрудников лояльными и уменьшает текучесть кадров. Тем временем внешний HR-бренд помогает привлечь интересных для компании сотрудников и говорит о компании, как о статусном месте для трудоустройства. Кроме того, внешний бренд работодателя помогает улучшить деловую репутацию и увеличить прибыльность организации.

Различные мероприятия по HR-брендингу влекут за собой положительные экономические последствия для организации, в их числе:

• Увеличение объема выпускаемой продукции за счёт повышения производительности труда;

• Уменьшение количества брака благодаря формированию успешной команды специалистов;

• Уменьшение затрат на подбор персонала, как собственными рекрутерами, так и привлеченными кадровыми агентствами;

• Уменьшение расходов на обучение новых сотрудников;

• Снижение затрат на оплату труда в связи с оптимизацией численности персонала, которая в свою очередь вызвана увеличением производительности труда.

Создание HR-бренда требует затрат на его создание и проведение. Экономически оценить эффект от создания HR-бренда можно, рассчитав разницу экономического эффекта от реализации мероприятий и затрат на проведение данных мероприятий.

Помимо таких программ продвижения HR-бренда, как, например, создание Интернет-сайта компании, ведение социальных сетей компании-работодателя, существуют другие. Альтернативные варианты использования программ для усиления HR-бренда призваны помочь оптимизировать затраты на их осуществление, например:

1) Не стоит запускать рекламу на всех возможных ресурсов. Поиск новых сотрудников стоит денег, но привлечение сотрудников, которые не относятся к целевой аудитории компании, повлечет за собой ещё большие затраты.

Оптимизация: необходимо максимально точно выявить свою целевую аудиторию. И определить, с помощью какой рекламы наиболее рационально её привлечь: медийная и баннерная; контекстная; в социальных сетях.

2) Потенциальных работники доверяют мнению действующих. Зачастую работодатели формируют реферальную систему материальной мотивации за привлеченных сотрудников. Оптимизация: введение бонусной реферальной системы за рекомендацию компании. В этом случае соревновательных дух повышает мотивацию, а вознаграждение получит набравший больше всего баллов.

3) Помимо материальных затрат стоит учитывать и временные. Маркетинговое продвижение по электронной почте. Оптимизация: автоматизированные e-mail рассылки, создание чат-ботов.

Таким образом, специалисты по HR-маркетингу должны стремиться к нахождению альтернативных способов реализации маркетинговых мероприятий для повышения имиджа компании с наименьшими затратами.

Список использованных источников:

1.Масалова Ю. А. HR-маркетинг: Современные технологии и практика применения //ББК 65.9 (2Рос) я43 А43. – 2019. – С. 405.

2.Морозова О. И., Перевозников Е. А. HR-МАРКЕТИНГ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ //Современные проблемы управления и технологии их решения в условиях трансформационных вызовов. – 2020. – С. 91-98.

3.Семина А. П. Использование социального рекрутинга в HR-маркетинге //Вестник академии знаний. – 2020. – №. 2 (37).

4.Семина А. П. ПОДБОР ПЕРСОНАЛА ЧЕРЕЗ СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ: HR-МАРКЕТИНГ //Актуальные проблемы экономического развития. – 2020. – С. 334-339.

Трансформация мотивации молодых специалистов в компании: мнения молодых специалистов и сотрудников компании ПАО «Аэросила»

Никишова Т.А.

Научный руководитель — Еременская Л.И.

СФ МАИ, Ступино

Мотивация — это процесс побуждения каждого сотрудника и всех членов его коллектива к активной деятельности для удовлетворения своих потребностей и для достижения целей организации.

Актуальность темы нашего исследования заключается в следующем: главной отличительной чертой мотивации молодых специалистов является постоянная трансформация. Предприятия нуждаются не только в обновлении производственной базы, усовершенствовании выпускаемой продукции, но и в обновлении персонала, понимание причин, влияющих на трансформацию мотивации.

Цель данной работы – исследование мотивационных особенностей личности молодых специалистов и сотрудников организации.

Достижение цели подразумевает решение следующих поставленных задач:

1) подобрать методики, направленные на мотивацию сотрудника;

2) произвести выводы по результатам исследовательской работы и дать рекомендации для дальнейшей работы с сотрудниками.

Объектом исследования являются группы профессионально-квалификационных специалистов предприятия и молодые начинающие сотрудники организации ПАО «Научно-производственное предприятие «Аэросила».

В процессе достижения поставленной цели были исследованы теоретические и практические аспекты мотивации как элемента кадрового менеджмента в организации.

Главным условием для эффективного тру.да молодых специалистов является определение мотивации молодых специалистов при поступление на работу и сотрудников в процессе трудовой деятельности.

Одним из направлений мотивации в организации является возможность адаптации в коллективе, психологический климат, возможность первичного обучения.

В ПАО «Научно-производственное предприятие «Аэросила» был проведен опрос: «Анализ мотивационных потребностей сотрудников».

Среди сотрудников, проработавших более года, наиболее значимыми ценностями являются:

На 1 месте – счастливая семейная жизнь;

На 2 месте – материально обеспеченная жизнь;

На 3 месте – здоровье.

Среди сотрудников, проработавших менее 1 года, наиболее значимыми ценностями являются:

На 1 месте – общественное призвание;

На 2 месте – продуктивная жизнь (максимально полное использование своих возможностей, сил и способностей);

На 3 месте – наличие хороших и верных друзей.

В различиях между ценностями сотрудников разного типа наибольшую ценность имеют: счастливая семейная жизнь, материальная обеспеченность, общественное призвание.

Для сотрудников, только поступивших на работу, наибольшими ценностями являются продуктивность деятельности, свобода в мышлении, наличие благоприятной дружеской атмосферы в коллективе, общественное призвание. Для них необходима мотивация, имеющая социально-психологическую направленность – обеспечение возможностей для свободной деятельности, соревновательный момент деятельности, похвала, награды, признание, интерес к работе, творческая направленность труда.

Сотрудники, работающие больше года имеют более фундаментальные ценности, ориентированные лично на себя, на семью, здоровье, нежели, чем на трудовую,.

творческую деятельность. Для этих сотрудников мотивация должна быть направлена на материальное обеспечение, охрану и рациональную организацию труда.

В настоящий момент времени для ПАО «Аэросила» можно использовать стратегию наилучшего развития и применения личностного потенциала сотрудников, которая применяется для управления стратегическим кадровым резервом. Компания должна выбрать два пути управления:

1. Выявить талант кандидата на входе в компанию, подбирая позицию под талант человека.

2. Определить, в чем именно талантливы уже работающие сотрудники, и переместить их на лучшую для них должность.

Если предприятие выберет такую стратегию управления талантами, она должна быть готова к большому количеству внутренних ротаций, пока талант не найдет себя и свое место в компании, риск ошибки также очень высок.

Анализ процесса мотивации в организации как цель данной работы позволил доказать основную гипотезу – существование различий между ценностями и потребностями, профессиональной направленностью сотрудников, имеющих разный по времени опыт работы в компании.

Список использованных источников и литературы

1. Артюхова, И.В., Совершенствование системы управления персоналом в рамках развития предприятия / И.В. Артюхова, И.В. Мезенцева // Экономика Крыма. — 2019. — № 1. — С. 396-399.

2. Кардашов, В.В. Мотивация персонала: теория и практика / В.В. Кардашов // Человек и труд. 2019. № 10. С. 47-48

3. Одегов, Ю.Г. Экономика труда: учебник и практикум для академического бакалавриата / Ю. Г. Одегов, Г. Г. Руденко. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс. – 450с.

4. Официальный сайт ПАО «Научно-производственное предприятие «Аэросила» - http://aerosila.ru/

Влияние пандемии COVID-19 на систему обучения персонала организации

Облогина К.В.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Москва

Эффективное использование человеческих ресурсов на сегодняшний день значительно обусловливает успешность хозяйственной деятельности любой организации. В свете недавнего кризиса, вызванного пандемией COVID-19, государственные и частные организации были вынуждены перейти в режим удаленной работы, в следствие чего изменениям подверглись не только рабочие процессы, но и система обучения персонала.

Если раньше организации активно применяли на практике смешанную форму обучения, то сегодня тема перевода очного обучения персонала в дистанционное является одной из самых актуальных и приоритетных. Объем переведенных в онлайн-формат программ в большинстве организаций составил 50%, в их числе программы для наставников, обучение новых сотрудников, обязательное обучение и т.д.

По последним результатам исследования PWC в 2020 г. в период дистанционной работы в России, организации, делающие основной акцент на развитии цифровых навыков, адаптивности и гибкости своих сотрудников, значительно опережают других, создавая условия для будущего роста. Программа развития универсальных компетенций широкого применения, а также цифровых навыков и умений, направленных на повышение способностей сотрудников к трудоустройству в мире будущего, углубление их знаний и формирование корпоративной культуры, повышающей результативность, как отдельного сотрудника, так и бизнеса в целом дает преимущество организациям в период экономической неопределенности. Удержание нужных специалистов, повышение их квалификации, а также стимулирование и мотивация с целью повышения лояльности персонала, позволит организациям выжить в трудные времена и получить конкурентное преимущество в будущем. Оперативная переподготовка работников и оказание им поддержки в процессе выполнения новых обязанностей, с которыми они в большинстве случаев ранее не сталкивались, будет необходимым условием для организаций с целью выхода из кризиса, вызванного COVID-19. Руководителям также следует уделить внимание повышению своей квалификации, если они будут в этом заинтересованы, то появится возможность лучше разобраться в результативности, сроках, энергозатратах и связанных обязательствах.

Одной из наиболее сложных задач во время экономического кризиса является наличие достаточных ресурсов для финансирования эффективных программ обучения персонала. Оценки затрат на повышение квалификации персонала разнятся. По данным Всемирного экономического форума, в США они составляют около 24 000 долларов на сотрудника. Рассчитать это непросто, потребность в эффективных инвестициях сегодня стала еще выше. Однако, повышение квалификации персонала должно относиться к стратегическим приоритетам организации наряду с инвестициями в технологии, так как эти направления тесно взаимосвязаны: инновации и повышение производительности, ожидаемые в результате инвестиций в технологии, будут возможны в случае, если технологии будут использовать специалисты, обладающие необходимыми компетенциями и мотивацией.

Таким образом, сегодня возникают сложные проблемы, требующие решения: безопасность и благополучие сотрудников должны стать главным приоритетом для бизнеса, наряду с управлением затратами. Во многих отраслях работников могут отправить на переподготовку, а затем переведут на новые должности, кого-то отправят в отпуск за свой счет или уволят. Это несомненно трудные времена как для руководителей организаций, так и для сотрудников. Организации, приступившие к повышению квалификации персонала в сфере цифровых технологий, смогут получить больший эффект от роста, когда экономический климат станет благоприятнее, так как их персонал будет подготовлен.

Список использованных источников:

1. Краев В.М., Федотова М.А., Тихонов А.И. Управление персоналом аэрокосмической промышленности. Базовый курс

Учебное пособие / Ставрополь, ЛОГОС. 2018

2. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли / Ставрополь, ЛОГОС. 2019.

3. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации. (Высшее образование: Бакалавриат). - 4 изд., доп. и перераб. - М.: ИНФРА-М, 2018. – 695 с.

4. Как и чему учить сотрудников в эпоху пандемии // HR-portal.ru URL: https://hr-portal.ru/blog/kak-i-chemu-uchit-sotrudnikov-v-epohu-pandemii-issledovanie-i-opyt (дата обращения: 05.02.2021).

5. Эффективные методы развития персонала // HR-director.ru URL: https://www.hr-director.ru/article/63036-red-metody-razvitiya-personala (дата обращения: 06.02.2021).
6. Цели обучения персонала: зачем развивать сотрудников // HR-director.ru URL: https://www.hr-director.ru/article/63780-qqq-15-m6-tseli-obucheniya-personala (дата обращения: 08.02.2021).
7. Люди — главный потенциал или как обучать и развивать сотрудников «не для галочки» // HR-director.ru URL: https://www.hr-director.ru/article/67651-blog-hr-lyudi-glavnyy-potentsial-ili-kak-obuchat-sotrudnikov-ne-dlya-galochki (дата обращения: 10.02.2021).

Управление организационным поведением

Одинцов В.И.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

В настоящее время одним из показателей эффективности деятельности предприятия является управление организационным поведением. Эта проблематика рассматривается рядом научных направлений – социология, менеджмент, психология и т.п. В понятие организационного поведения входят следующие составляющие: поведение работников; межличностные и межгрупповые отношения, развитие отношений малых групп на предприятии.

Очевидно, что использование достижений научно-технического прогресса позволяет в кратчайшее сроки добиться повышения производительности труда. Но в настоящее время проблема становится значительно сложнее: сейчас многим фирмам доступны достижения НТП и они быстро внедряются в деятельность. Но для формирования эффективной области стабильного развития требуется множество усилий персонала [1]. И трудно не согласиться с мнением, что на данный момент ключом к успеху являются люди с их знаниями и навыками. Поведенческие взаимоотношения персонала в организации зависят от многих факторов, основными из которых являются люди, объем и характер работы, оплата труда, компетентность и этика поведения руководителя, возможность продвижения по карьерной лестнице и т.п. Реализация этих факторов может повышать или снижать уровень удовлетворенности работой, увлеченность работой и приверженность к работе. Топ-менеджмент не должен блокировать способности персонала поскольку это приведет к формированию конфликтной модели организационного поведения, и в итоге к снижению эффективности труда персонала. Для усиления влияния организационного поведения на эффективность деятельности компании необходимо им управлять. Для этого с определенной периодичностью менеджеру по персоналу необходимо осуществлять оценку поведенческих отношений персонала с помощью анкеты-опросника. Для разработки анкеты можно обратиться к известным моделям организационного поведения[2]. Далее по результатам выявляется конкретные негативные поведенческие практики персонала и их причины. Затем разрабатываются рекомендации по их устранению с указанием средств, сроков, предполагаемых результатов от их внедрения.

Конечной целью выступает организационное поведение персонала в наибольшей степени, соответствующее целям и задачам функционирования социальной организации.

Список использованных источников

1. Бас В. Н. Управление организационным поведением //Научный вестник МГТУ ГА. Сер. Менеджмент, экономика, финансы. – 2009. - № 146. – С. 41-49
2. Киселева М. М. Организационное поведение персонала – ключ к повышению эффективности работы предприятия (организации) // Проблемы современной экономики. 2015. - № 4. – С. 114-119

Практические особенности развития персонала
на примере АО «Авиастар СП»

Ольховская В.С.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва

Одним из ключевых ориентиров достижения целей организации является ее персонал. Любой руководитель прибегает к поиску компетентных сотрудников, которые будут выполнять свою работу качественно, не нарушая сроки и соблюдая все инструкции. Авиационная отрасль на сегодняшний момент наиболее остро нуждается в высококвалифицированных специалистах.

Зачастую, градообразующее производство ограничено в человеческих ресурсах, в связи с чем работа HR-специалистов направлена не только на развитие персонала организации со стажем работы более трех лет, но и на молодых специалистов.

Развитие персонала – это комплекс взаимосвязанных действий, включающих разработку стратегии, управление карьерой, профессиональным ростом и обучением персонала [2, 75 с.].

В сентябре 2020 года автор в составе группы студентов кафедры организационно-кадровой работы в органах государственной власти в рамках практико-ориентированного обучения выезжал на стажировку на АО «Авиастар-СП» в город Ульяновск. В ходе стажировки студентов ознакомили с производством и работой дирекции по персоналу. Особое внимание было уделено развитию персонала.

АО «Авиастар-СП» – одно из наиболее перспективных предприятий России, занимающее достойное место среди ведущих мировых производителей авиационной техники. Мощности завода позволяют успешно реализовывать крупномасштабные инновационные и производственные проекты.

Очевидно, что в масштабах завода, его проектах, развитие персонала играет важную роль, так как направлено на обеспечение предприятия квалифицированными сотрудниками.

Развитие персонала в АО «Авиастар-СП» происходит по трем направлениям:

1. Кадровый резерв.
2. Система проведения чемпионатов по профессиональному мастерству в авиастроении по стандартам Worldskills.
3. Форум 2020.

Развитие персонала в АО «Авиастар-СП» нуждается в устранении некоторых недостатков, которые отягощают процесс эффективной работы и грамотному использованию человеческих ресурсов.

Основные недостатки развития персонала в АО «Авиастар-СП»:

1. Отсутствие альтернативных способов развития персонала. Основной упор развития персонала на предприятии делается через систему участия в чемпионате WorldSkills. Данное развитие, несмотря на постоянное расширение направлений, направлено на узкий круг как специальностей, так и сотрудников в целом.
2. Отсутствие опросов сотрудников. Нет понимания сотрудников с точки зрения их желаний в своем развитии.

Выделим необходимые направления совершенствования развития персонала на данном предприятии:

1. Необходимость добавить такой метод развития персонала как систему ротации кадров. Для успешного использования метода ротации нужно четко следовать определенному алгоритму:

1) Подготовка. Подразумевает изучение имеющегося опыта перестановки, определение способа перестановок, работников и результата, а также назначение ответственных за курирование программы.

2) Документация. Всю программу ротации необходимо задокументировать, чтобы придать ей более официальный вид.

3) План, в который обязательно будет включено количество участников и должностей, участвующих в программе, график занимаемых должностей сотрудниками и ознакомление с данным планом всех участников.

4) Общение с сотрудниками о нюансах ротации – тоже часть заявленного алгоритма – путем консультаций, ознакомления с планом, освящение итогов программы и т. д.

5) Общение между сотрудниками в процессе ротации. К этой части плана относят общение между руководством компании и сотрудниками, чтобы получать достоверную информацию об итогах продвижения программы, а также улучшать социальное взаимодействие персонала.

6) Анализ. После внедрения системы ротации необходимо постоянно анализировать успехи программы. Для этого используются различные методики анализа, включающие: тренинги, семинары, игры, консультации, наблюдение и выставление оценок.

7) Обновление плана.

2. Персонал предприятия – это генератор идей. Каждый человек, который стремится к развитию, зачастую имеет представление о развитии, о том, кем он хочет себя видеть и куда хочет стремиться. Именно поэтому важно знать точку зрения работников. Осуществить данное мероприятие можно запустив опрос через google форму. Данную ссылку необходимо разместить в чатах сотрудников, при этом объявив ценность и важность прохождения опроса для них.

Данные предложения позволят повысить эффективность развития персонала, не только профессиональных качеств, но и внутренних. Данные меры позволят наладить взаимодействие с персоналом, установят контакт связи, который преумножит профессиональные результаты деятельности всех работников организации.

Список использованных источников:

1. Официальный сайт АО «Авиастар-СП» - [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://www.aviastar-sp.ru (дата обращения: 13.10.2020).

2. Шекшня С.В. Управление персоналом современной организации. – М. Бизнес-школа Интел-Синтез, 2016 г. – 340 с.

Модификация технологического аспекта управления персоналом в условиях индустриального интернета вещей

Паламарь А.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Паламарь И.Н.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Реализация на современном этапе концепции «Индустрия 4.0» предполагает переход от локальной цифровизации и автоматизации промышленности на уровне отдельного предприятия к глобальной системе, охватывающей все процессы развития общества.

Масштабирование интернета вещей (Internet of Things, IoT), объединяющего в единую информационную сеть окружающие объекты и объекты виртуального мира, на промышленное предприятие привело к появлению индустриального интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). Задачей IIoT является оптимизация, контроль и управление промышленным производством в реальном масштабе времени, когда сигналы от тысяч разнотипных сенсоров через беспроводные каналы связи собираются в потоки информации, отражающие текущее состояние производства. Однако, несмотря на высокий уровень развития информационных технологий, революционное преобразование промышленного производства, являющегося сложной системой с трудно формализуемыми процессами, связано с рядом проблем.

Авиационная промышленность является высокотехнологичной и наукоемкой отраслью экономики и определяет уровень конкурентоспособности страны на мировом рынке, а также влияет на тенденции развития таких крупных отраслей промышленности как машиностроение и металлургия. К инженерно-техническому персоналу аэрокосмической отрасли предъявляются высокие квалификационные требования, обеспечивающие высокое

качество изготовления ответственных деталей двигателя, сборки узлов и контроля на всех стадиях производственного цикла. Но в то же время снижение человеческого фактора остается важной задачей, решение которой необходимо осуществлять на новом технологическом уровне.

Важным потенциалом IIoT является возможность не только структурировать сенсорную информацию в набор категориальных состояний, описывающий состояние производства в десятках и сотнях разрезах, но и помогать участникам производственного процесса в выполнении их производственных и функциональных обязанностей непосредственно на их рабочих местах. Технологический аспект управления персоналом должен учитывать возможности IIoT по построению глобальной модели производственного процесса на системном уровне. Создание цифровых моделей деталей и узлов обеспечивает возможность виртуализации производственной среды с учетом выполняемых задач.

Приведем пример модификации управления процессом сборки путем разработки паттернов сборки и контроля за выполнением технологического процесса. При традиционном подходе выполняется сборка на основе чертежей и контроль человека человеком, когда производится документальная фиксация правильности сборки по предусмотренным технологическим операциям. При контроле действий персонала с помощью IoT средств технологическим процессом управляет комплекс программ, создающих дополненную реальность. Это позволяет выводить рабочему интерактивные 3D руководства в зоне его работы средствами технологий дополненной реальности (проектор, камера, планшет или очки виртуальной реальности) для достижения следующих задач: постоянный контроль соответствия с 3D моделью, снижение времени изготовления изделия и снижение доли человеческих ошибок. При реализации паттерна контроля можно визуально сравнить реальное изображение материального объекта, создаваемое последовательно в процессе сборки, и виртуальное, созданное на этапе конструирования изделия.

Повышение эффективности выполнения различных технологических операций возможно путем внедрения в соответствующие инструменты элементов IoT технологий. Рядом с изделием могут находиться датчики, которые дадут оценку качества процесса сборки. В окружающей среде могут быть размещены видеокамера, микрофон и другие средства контроля действий, которые совершал персонал при выполнении задачи. Видео- и аудиоматериалы могут быть проанализированы интеллектуальной системой в пространственном и временном разрезах.

Таким образом, в условиях IIoT создание высокотехнологичного надежного изделия должно обеспечиваться разработкой на основе информационных технологий системы технологических паттернов поведения персонала, снижающих роль человеческого фактора в процессе производства.

Перспективы развития управления персоналом на предприятиях аэрокосмического комплекса Российской Федерации в современных условиях

Парамонов П.О.
Научный руководитель — Денисов А.М.
РТУ МИРЭА, Москва

Авиакосмическая промышленность — одна из ключевых высокотехнологичных отраслей российской экономики в современное время. В сложившейся непростой международной экономической и политической ситуации, предполагающей собой некую изоляцию нашей страны, государство и бизнес в современной России провели пересмотр приоритетов и направлений развития отечественной отрасли авиакосмической промышленности. [1]

В условиях рыночной конкуренции, чтобы выстоять в данной борьбе и конкурировать в будущем с другими организациями, предприятия аэрокосмической промышленности

должны включиться в процесс интенсивного развития - особенно актуальным является вопрос дальнейших перспектив развития управления персоналом в аэрокосмической области в современной России. Россия является одним из лидеров данной отрасли хозяйственной деятельности и лидером в сфере подготовки соответствующих кадров — об этом свидетельствуют многие достижения и открытия, созданные на территории России на протяжении более чем вековой истории отечественной авиации. [2]

В своем исследовании автор постарался:

1) Раскрыть и обобщить особенности управления персоналом на предприятиях аэрокосмического комплекса Российской Федерации в современных условиях;

2) Выявить характерные черты развития управления персоналом на предприятиях аэрокосмического комплекса Российской Федерации в современных условиях;

3) Рассмотреть перспективы и выдвинуть рекомендации по совершенствованию с управлением персоналом на предприятиях аэрокосмического комплекса Российской Федерации в современных условиях

На сегодняшний день управление персоналом является одним из основополагающий стратегических направлений развития предприятий авиакосмического комплекса в современной России, нацеленных на обеспечение всех сфер жизнедеятельности организаций высококвалифицированными и мотивированными работниками, на формирование трудового коллектива, способного к изменениям, развитию, обновлению. Для успешного функционирования любой отрасли хозяйства, в том числе аэрокосмического комплекса, необходим комплексный и грамотный подход в формировании системы управления персоналом на предприятиях. В условиях рыночной экономики эффективная работа предприятия и перспективы его развития сильно зависят от человеческого капитала, навыков управленцев адаптировать внутреннюю среду организации, выстроить систему мотивации, направленную на достижение целей компании. [3]

Список использованных источников:

1. MINPROMTORG.GOV.RU - Федеральный орган исполнительной власти России // Государственная программа Российской федерации «Развитие авиа-ционной промышленности на 2013-2025 годы», URL: https://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/GP_RAP_dop_chast_bez_prilozhenii.pdf (дата обращения: 18.02.2021)

2. FAVT.GOV.RU - Федеральное Агентство Воздушного Транспорта (Росавиация) // Доклад «Об итогах работы Федерального агентства воздушного транс-порта в 2019 году, основных задачах на 2020 год и среднесрочную перспективу» URL:https://favt.gov.ru/public/materials/4/8/5/e/6/485e6242eb6c0715674d4db8ba549ed5.pdf (дата обращения: 21.02.2021)

3. HSE.RU - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» // Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами: монография. Книга 27 / И.А. Ахметова, А.Г. Баширова, М.М. Брутян и др. / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 216 с.

Корпоративная социальная ответственность авиаперевозчиков как инструмент повышения конкурентоспособности

Петрова Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Мезина Н.А.

МАИ, Москва

Корпоративная социальная ответственность компаний сегодня является одним из наиболее важных и приоритетных направлений в их функционировании. Большинство из предприятий осознают, что их деятельность оказывает широкое влияние на социум. А их будущее напрямую зависит от отношения к общественным ценностям и оценки их деятельности обществом, как основной, так и побочной.

Например, лояльность персонала, возникающая за счет заботы работодателя о нем, значительно сокращает текучесть кадров, увеличивает ценность, престиж и авторитет

компании. Участие в социальных проектах, делает компанию узнаваемой и дает преимущество перед конкурентами, при прочих равных.

Использование своих возможностей влияния на общество, позволяет явно и неявно реализовывать экономические интересы.

Политика активной корпоративной социальной ответственности позволяет компаниям проводить анализ потребностей населения и грамотно и своевременно сориентировать свой бизнес таким образом, чтобы их удовлетворить и при этом получить максимальную выгоду.

Во всем мире считается, что чем крупнее компания, тем она несет большую ответственность перед обществом, в котором она функционирует. И ее основная обязанность, оставаясь эффективной на благо акционеров и персонала, вносить свой значимый вклад в экономику и благосостояние региона или даже страны в целом.

Авиаперевозчики, разумеется, так же не остаются в стороне. Ведь авиасообщение играет одну из доминирующих ролей в развитии экономики и инфраструктуры региона присутствия. Именно авиационная отрасль позволяет создавать уникальные связи, так необходимые для развития экономики, для межрегионального взаимодействия. Гражданская авиация является мощным катализатором развития таких сфер экономической деятельности как торговля, туризм промышленность, научные разработки. Согласно оценке Международной организации гражданской авиации (ИКАО), вклад авиационного сектора в мировую экономику составляет около $3 трлн. (это порядка 8% мирового ВВП).

Авиационная отрасль является важной и незаменимой для большинства государств, поэтому поддержание ее беспрерывного функционирования является первостепенной задачей, в том числе и на государственном уровне через ряд законодательных нормативов.

При этом нельзя отрицать, что деятельность авиакомпании влечет и сопутствующие негативные последствия. В первую очередь оно касается экологии: эмиссии парниковых газов, шумовое загрязнение, различные отходы, порой и опасные, явно нуждающиеся в утилизации, пока не возможно исключить.

Таким образом корпоративная социальная ответственность авиакомпании лежит на стыке необходимости минимизации собственного негативного воздействия, обеспечения безопасности инфраструктуры и развития региона своего базирования при осуществлении любой деятельности как основной, так и дополнительной, а также взаимодействия с сотрудниками и внешними стейкхолдерами.

Развитие методов подбора и отбора персонала предприятий ракетно-космической промышленности

Протасова А.К.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

Рекрутмент персонала компании – самая сложная задача в любой организации, её политика по отбору и подбору кадров есть главная и играющая роль для достижения миссии и цели организации. В ракетно-космической отрасли данная тема является важнейшим фактором развития промышленности. Необходимо уметь выявить талантливых инженеров, с множеством амбициозных идей и большим количеством сил на их реализацию из большого числа претендентов на вакансию. Результативность работы в ракетно-космической промышленности тесно взаимосвязана с персоналом, работающим в этом направлении, поэтому к данному процессу необходимо подходить ответственно.

Подбор персонала - совокупность компонентов при работе с кадрами таких, как расчёт нужды в персонале и построение модели рабочих мест, а также профессиональный отбор кадров и формирование резерва. Отбор персонала – это процесс, который позволяет изучить качества работника: психологические и профессиональные, цель - определение пригодности кандидата для выполнения обязанностей на определенном рабочем месте и/или должности, также выбора из группы претендентов наиболее подходящего с учетом соответствия его квалификации и специальности, личных качеств и интересам организации, его самого. Для

отбора кадров должны быть предусмотрены соответствующие методы оценки определённых специфических аспектов, которые характеризуют кандидата.

Работодатели, в большинстве своём, используют при отборе персонала анкетирование, собеседование или интервью, но в современном мире разработано большое количество и надежных, и эффективных методов отбора персонала (краудрекрутинг, фандинг, сорсинг, краудстаффинг, краудкастинг, скрининг и т. п.). Технический и научный прогрессы позволяют использовать самые разные методы поиска необходимых специалистов, применяя системы отбора, которые в свою очередь охватывают множество сторон личности. Методики, которые позволяют применять при отборе персонала искусственный интеллект (ИИ), для улучшения качества данного процесса, набирают бешеную популярность. При внедрении ИИ (Potok, Amazing Hiring, HireVue) HR-ы затрачивают меньше времени на поиски кандидатов, но при нахождение кандидатов более оперативно.

Выявление конкурентоспособных работников, прежде всего, задача первоначального этапа работы с персоналом, что впоследствии поможет в развитии ракетно-космической промышленности. Важность грамотного подбора и отбора в ракетно-космической промышленности – адекватная оценка соискателя, а также расширение инструментов рекрутмента, например, машинного обучения, что позволит улучшить HR-процессы: улучшение процесса найма за счёт сокращения и затрат, и времени на поиск кандидата.

Проблемы удаленной работы в управлении персоналом

Радюшкина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.
МАИ, Москва

Удаленная работа все чаще оказывается в центре внимания из-за пандемии коронавируса. Правительства, стремящиеся контролировать распространение этого заболевания, приняли меры по социальному дистанцированию, чтобы свести к минимуму ненужные контакты между людьми, в том числе при поездках на работу и обратно. Это означает, что миллионы людей работают удаленно, которые никогда не делали этого раньше.

Понимание истинной природы проблем, с которыми сталкиваются удаленные работники, может помочь предприятиям принять меры для их преодоления. Существует ряд вопросов, с которыми могут столкнуться организации.

Информационные материалы

В одном исследовании 27% удаленных работников назвали это своей главной проблемой. Это может быть трудно установить контакт, когда вы не находитесь в одной комнате с вашими коллегами, и вы не можете встретиться лицом к лицу. Географическое разделение также означает, что удаленные работники могут быстро почувствовать себя не в курсе того, что происходит в их организации.

Разрушение этих барьеров-это то, где появляются коммуникационные инструменты. Эффективные видеоконференции, обмен мгновенными сообщениями и групповой чат дают людям возможность выбора путей общения – не все из них формальны и заранее организованы. Коммуникация может эволюционировать, чтобы быть настолько органичной, как это было бы, если бы все были просто за столом.

Одиночество и изоляция

Это одна из самых больших проблем, с которой сталкиваются удаленные работники, и 19% опрошенных называют ее проблемой. Это проблема и для организаций, потому что одиночество снижает вовлеченность и производительность.

Чтобы быть успешным, удаленная работа не может означать отрыв от организации и других сотрудников. Менеджеры должны поощрять ежедневные встречи с сотрудниками и планировать виртуальные встречи точно так же, как они делали бы это на месте, в то время как мгновенные сообщения могут заполнить создавшуюся титшину. Инструменты совместной работы не должны ограничиваться рабочими задачами, а должны

использоваться для создания социальных пространств, где сотрудники могут собираться вместе.

Отвлекающие факторы и отсутствие границ

Многие люди работают из дома, потому что они хотят уделять больше времени хобби или семье. Но отсутствие четкой границы между работой и домом может привести к отвлекающим факторам, от прерывания работы детьми до выполнения домашних обязанностей в рабочее время. Отвлечение внимания может произойти и на месте, конечно. Одно исследование показывает, что нарушения в домашнем хозяйстве влияют на производительность между 15% и 27% времени. Но отвлекающие факторы в офисе влияют на производительность между 20% и 35% времени. Хотя полностью исключить перебои и помехи невозможно, организации должны поддерживать сотрудников в лучших практиках для настройки их рабочих пространств и планирования своего дня.

Установите ожидания и убедитесь, что у вас есть необходимые ресурсы для удаленного выполнения своих обязанностей.

Список использованных источников:

1. Сравнительный анализ характеристик удаленной работы и фриланса [Электронный ресурс] // Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU. — Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=32490121.– Дата доступа: 02.03. 2021.

2. Особенности управления кадрами трудовым потенциалом предприятия [Электронный ресурс] // CYBERLENINKA. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-upravleniya-kadrami-trudovym-potentsialom-predpriyatiya.– Дата доступа: 02.03. 2021. Петрович, М. В.

3. Управление организацией: учебник / М. В. Петрович. — Минск: Акад. упр. При Президенте Респ. Беларусь, 2016. — 479 с.

Особенности осуществления процесса подбора IT-персонала в компаниях

Русакова А.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Москва

Одна из сложнейших задач для любой компании является подбор и удержание квалифицированных специалистов. Независимо от сферы деятельности, осуществления поиска подходящих сотрудников вызывает определенные трудности. Тем не менее, IT отрасль отличается определённой спецификой в подборе персонала, в которой отмечается ряд особенностей, определяющий состоянием рынка труда специалистов информационных технологий, а также гибкостью и изменчивостью самого рынка. Основная сложность состоит в том, что это рынок, на котором кандидаты диктуют условия, а задача рекрутера суметь заинтересовать их.

С быстрым развитием информационных технологий и с острой потребностью в IT-специалистах возросла роль рекрутеров. Работа IT-рекрутеров считается специфичной, т.к. им выдвигаются особенные требования. Для подбора специалистов информационных технологий необходимо как минимум обладать базовыми знаниями в данной сфере, а также уметь находить подход к людям, имеющие разные типы мышления и темперамента. У рекрутера, разбирающегося в IT-сфере, большая вероятность завоевать доверие кандидата, замотивировать и привлечь его.

Для подбора IT-персонала важно:

1. Инструменты маркетинга
2. Автоматизация процесса подбора
3. Ценности компании
4. Наличие портфолио у кандидата (ссылки на его работы, проекты, примеры кода)
5. Проведение тестирования
6. Правильно выстроенное интервью

Многими исследователями были выделены ряд психологических особенностей IT-специалистов, это связано с немногословностью, ориентацией больше на когнитивную сторону общение, чем коммуникативную, а также со специфичностью лексики и применением определенных терминов.

Дополнительная особенность в осуществлении подбора персонала в IT-отрасли также связана с постоянно меняющимися технологиями, которые требуют определенного гибкого подхода в построении требований к соискателям. Также имеется другая специфичность IT-сферы, это сложность в мотивировании кандидатов из-за высокой конкуренции среди работодателей.

Таким образом, справедливо считать, что IT-рекрутинг наиболее сложное направление рекрутмента, в котором требуются большой профессионализм, знания в информационных технологиях, владение и понимание терминологий, навыки проведения интервью, тестирования. Только при наличии таких факторов возможен эффективный подбор IT-специалистов.

Список использованных источников:

1. Мамедова М. Г., Мамедзаде Ф. Р. Объектно-ориентированный подход к определению релевантности информационно-технологического образования спросу на рынке ИТ-специалистов// Проблемы информационных технологий, Баку, №3(10), 2014, с.28-31.

2. Мелкишева О. Как проводить собеседование с IT-специалистами. Рекрутеры советуют, программисты комментируют, 2017 [Электронный ресурс] URL: http://www.hr-journal.ru/articles/pp/pp_1291.html

3. Тихонов А.И., Михайлов А.А., Федотова М.А. Управление человеческими ресурсами: организационные и социально-экономические механизмы управления трудом работников предприятий аэрокосмической отрасли: учебное пособие. – Ставрополь: Логос, 2019. – 105 с.

4. Тихонов А.И., Федотова М.А., Чекан А.А. Проблемы и особенности автоматизации подбора персонала // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 29.

Большие данные и их роль в системе управления персоналом

Сейранян А.Т., Мартиросян А.В.
НПУ Армении, Ереван, Армения

Большие данные — это область, в которой рассматриваются способы анализа, систематического извлечения информации или иной работы с наборами данных, которые слишком велики или сложны для обработки традиционным прикладным программным обеспечением для обработки данных и данные с большим количеством полей (столбцов) предлагают большую статистическую мощность, тогда как данные с более высокой сложностью (больше атрибутов или столбцов) могут привести к более высокому уровню ложного обнаружения [1]. В нынешнее время по объему данных не можно сказать, являются ли они большими, и это основано на законе Мура. В ходе прогнозирования Гордон Эрл Мур, один из основателей Intel, нанес на график данные о количестве компонентных транзисторов, резисторов и конденсаторов в микросхемах, изготовленных с 1959 по 1965 год и экстраполируя полученный график, он предположил, что количество компонентов удваивается каждый год, позже коллега Мура по Intel Дэвид Хаус заявил, что время удвоения скорости следует принять за 18 месяцев из-за увеличения тактовой частоты, тогда как Мур утверждал, что время удвоения для компонентов составляет 24 месяца [2]. Кроме объёма большие данные можно описать следующими характеристиками: разнообразие, точность, ценность, скорост, изменчивость. В настоящее время из любой сферы можно найти много вещей которые из себя представляют источником для болших данних например, соцсети, блоги, СМИ, форумы, сайты, интернет вещей (Internet of Things, IoT), транзакции, архивы, базы данных, файловые хранилища, датчики, камеры наблюдения, сенсори и пр.. Практически из всего, что загружается и распространяется в интернете можно получить данные. Транзакционные данные генерируются из всех ежедневных транзакций.

Машинные данные определяются как информация, генерируемая промышленным оборудованием, датчиками, сенсорами. Такие данные дают бесценную информацию. К основным методам сбора и анализа больших данных относят следующие:

• Data Mining – обучение ассоциативным правилам, классификация, кластерный и регрессионный анализ;

• Машинное обучение, включая обучение с учителем и без учителя, а также Ensemble learning (англ.) — использование моделей, построенных на базе статистического анализа или машинного обучения для получения комплексных прогнозов на основе базовых моделей (англ. constituent models, ср. со статистическим ансамблем в статистической механике);

• Краудсорсинг — категоризация и обогащение данных силами широкого, неопределённого круга лиц, привлечённых на основании публичной оферты, без вступления в трудовые отношения;

• Смешение и интеграция данных, таких как, цифровая обработка сигналов и обработка естественного языка;

• Распознавание образов;

• Прогнозная аналитика;

• Имитационное моделирование;

• Пространственный и статистический анализ;

• Визуализация аналитических данных — рисунки, графики, диаграммы, таблицы [3].

К основным технологиям относят языки программирования R и Python, нереляционные базы данных (NoSQL), модель обработки информации MapReduce, компоненты кластерной экосистемы Hadoop. Сейчас, невозможно представить какую-нибудь отрасль без больших данных. HR-менеджеры каждый день сталкиваются с большим объемом документов, отчетов, резюме и т.д. Множество компаний не собирают эти данные, или не воспользуються ими. Управление персоналом станет более эффективным, удобными и точечным, если компании будут собирать и анализировать эти данные. Этими данными можно улучшить поиск, найти наилучших работников например в соцсетях, этими же данными можно удержать этих талантов. Также можно организовать обучение прежних сотрудников и организовать тренинги более оптимальными, также можно более оптимальным организовать график работы.

Список использованных источников:

1. Tom Breur: Statistical Power Analysis and the contemporary “crisis” in social sciences. [Электронный ресурс] URL: https://link.springer.com/article/10.1057%2Fs41270-016-0001-3 (Дата обращения: 18.01.2021):

2. Peter J. Denning, Ted G. Lewis Communications of the ACM. [Электронный ресурс] URL: https://cacm.acm.org/magazines/2017/1/211094-exponential-laws-of-computing-growth/fulltext (Дата обращения: 10.01.2021):

3. James Manyika et al. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. [Электронный ресурс] URL: https://www.webcitation.org/6ComRQdfl?url=http://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/dotcom/Insights%20and%20pubs/MGI/Research/Technology%20and%20Innovation/Big%20Data/MGI_big_data_full_report.ashx (Дата обращения: 18.01.2021):

Анализ отличий рабочей группы и команды в аэрокосмической отрасли

Семина А.П.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Москва

Аэрокосмическая отрасль по темпам развития превосходит большинство других промышленных отраслей и имеет большое общеэкономическое и научное значение для любого государства. Современные авиационно-космические предприятия внедряют и используют новейшие достижения в области социальных коммуникаций, а также при создании и формировании команды проекта.

Команда — это управляемо развивающаяся малая группа, объединенная общими мотивами, интересами и целями, которая проходит определенные этапы и постоянно совершенствуется для эффективного решения командных задач. Участники команды имеют личную заинтересованность в успехе всей команды.

При рассмотрении определения команды может возникнуть некоторое непонимание того, чем именно команда отличается от группы. Это происходит вследствие того что люди, работающие в организациях, рассматривают группы, к которым они сами принадлежат, как команды, но в действительности это не так.

Важно понимать, что состав группы может существенно различаться, например, по возрасту, гендерной принадлежности или особенностям культуры, поэтому руководителю крайне необходимо находить индивидуальный подход к каждому участнику группы. Это поможет правильно распределить обязанности, что в дальнейшем поспособствует максимально эффективному достижению поставленных целей.

Командная работа требует высокой степени информативности и самоуправления каждого члена команды. Благодаря различным навыкам и умениям каждого участника команды, задачи, поставленные руководителем, выполняются более качественно, с наименьшими временными затратами.

Умение работать в команде является важной рабочей функцией каждого сотрудника. Работая в команде, каждый участник группы должен уважать работу и точку зрения остальных членов команды.

В ходе совместной работы руководителем и участниками команды создаются правила, необходимые для осуществления имеющейся цели. В таком случае назначается «главный» – человек, обладающий определенными навыками и умениями, вследствие чего он отвечает за создание и совершенствование команды, а также осуществляет контроль над выполнением работы.

Список использованных источников:

1. Семина А.П. Анализ моделей и подходов в формировании команды компании // Вестник алтайской академии экономики и права. — 2020. — №12-2. — С. 399-404.
2. Семина А.П., Федотова М.А. Обзор практики компаний в работе с командами // Экономика, предпринимательство и право. — 2020. — №2. — С. 365-376.
3. Семина А.П. Команда как групповая форма организации труда // Вестник алтайской академии экономики и права. — 2019. — №12-1. — С. 128-133.

Исследование системы адаптации предприятий ракетно-космической промышленности

Сизикова А.А.
Научный руководитель — Семина А.П.
МАИ, Москва

Адаптация для новых сотрудников — самый важный этап работы в коллективе. Многим известно, что адаптационный период является более затратным для работодателей. Как сократить количество расходов и увеличить эффективность работоспособности нового сотрудника?

Отсутствие плана является одной из причин быстрого ухода сотрудников из компании и потеря средств организации, так как во время работы шла заработная плата новичку.

В первую очередь необходимо грамотно спланировать процесс адаптации новых сотрудников. Социальные программы, документация, правильный выбор в пользу основных направлений подготовки нового сотрудника к эффективной работе - все отражается на плодотворности дальнейшей деятельности в компании. Немаловажно на протяжении всего периода вести адаптационные беседы с целью изучения состояния рабочего процесса, особенно в такой значимой отрасли как ракетная промышленность. На этих встречах обсуждаются направления и основные задачи его профессиональной деятельности, рассматриваются вопросы, как новичка, так и к новичку. Также нужно четко обозначить

сроки сдачи отчетов, промежуточные контрольные пункты, максимально доступно обозначить новичку его функции. В противном случае, это может отразиться на состоянии компании не в лучшую сторону.

Неправильный выбор метода может вызвать деструктивное поведение. Все это приводит к неэффективности сотрудника, к неправильному принятию решения в компании, при работе с клиентами - демонстрируется некомпетентность во взаимоотношении.

Список использованных источников:

1. Просвирина Н.В., Жирнова Л.Н., Прохорова В.С. Анализ процесса адаптации студентов-первокурсников в вузе // Финансовая экономика. — 2019. — №12. — С. 181-184.

2. Тихонов А.И., Чунина М.Е. Развитие системы наставничества как важный элемент адаптации персонала // Московский экономический журнал. — 2019. — №9. — С. 76.

Исследование мотивации труда работников организации в условиях кризиса

Хамзина Л.А.

Научный руководитель — профессор, д.псх.н. Ишмухаметов И.Н.

Институт транспорта и связи (TSI), Рига, Латвия

Изменения, происходящие сегодня в экономической, социальной и политической сферах общества, безусловно, требуют модификации системы управления персоналом. Для преодоления последствий кризиса и успешного функционирования компании сотрудники должны быть не только высококвалифицированными, но также обладать мотивацией и заинтересованностью в достижении качественных результатов своей трудовой деятельности.

Актуальность данного исследования заключается в том, что персонал выступает в качестве ключевого звена любой организации, поэтому важнейшей задачей менеджмента становится мотивация персонала с целью его удержания на предприятии.

Цель данной работы состоит в исследовании особенностей мотивации труда персонала в кризисных условиях для разработки рекомендаций по улучшению системы мотивации труда.

Для достижения поставленных целей необходимо решить несколько задач:

• Рассмотреть теоретические аспекты мотивации труда персонала, ее факторы, а также основные методы исследования мотивации;

• Провести исследование мотивации труда персонала организаций в условиях кризиса в период COVID-19, а также демотивацию как следствие кризисных явлений;

• Проанализировать результаты исследования мотивации труда работников, системы мотивации организаций;

• Разработать рекомендации по совершенствованию мотивации труда персонала организаций в условиях кризиса для повышения результативности деятельности работников, а таже для улучшения управления персоналом.

В ходе исследования были рассмотрены теоретические аспекты (сущность мотивации, влияние кризиса на процессы стимулирования персонала). Были также рассмотрены три организации: изучена мотивационная деятельность компаний до кризиса и ее видоизменения в период пандемии. Помимо этого, были применены методы исследования на практике: проведено анкетирование мотивации труда сотрудников на базе Google forms. По результатам анкетирования – составление рекомендаций и выводов.

Результаты данного исследования заключаются в разработке рекомендаций по совершенствованию управления мотивационными процессами на предприятии. Данное исследование будет актуальным не только для руководителей организаций и предпринимателей, но и для сотрудников отделов персонала, поскольку позволит им проанализировать связь между мотивацией и производительностью труда в современных условиях, что повлечет за собой плодотворное сотрудничество между персоналом и руководством организации.

Список использованных источников:

1. Armstrong, M. Human resource management practice. New York: Kogan Page, 2012. 1062 с.

2. Одегов, Ю.Г., Руденко, Г.Г.,Аленько, С.Н., Мерко, А.И. Мотивация персонала. М.: Альфа-Пресс, 2010. 640 с.

3. Шапиро С. А. Мотивация и стимулирование персонала. М: ГроссМедиа, 2005. 224 с.

Составление социального профиля сотрудника

Храмушина Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Краев В.М.
МАИ, Москва

Составление социального профиля сотрудника является очень важным и неотъемлемым аспектом деятельности службы безопасности любой организации. Значимость складывается из вероятностей "слива" конфиденциальной информации недобросовестными сотрудниками главным конкурентам и в средства массовой информации, возможного репутационного ущерба в связи, как с непрофессионализмом сотрудника на рабочем месте, так и неуместным поведением в обычной жизни, не связанной напрямую с рабочей жизнью.

Изложенным выше мыслям можно привести несколько совершенно простых примеров. Известна на просторах сети интернет ситуация, произошедшая с американской актрисой, снимавшейся сразу в нескольких популярных детских и молодежных проектах на канале Дисней. Служба безопасности, заметив действия, противоречащие образу детского канала, если быть точнее актриса имела несколько административных правонарушений и приводов в правоохранительные органы, приняла решения отстранить актрису от работы в проектах. Это показывает, что служба тщательно мониторит все действия не только актеров, но и персонала, имеющего отношение к каналу. Так как крупные компании и организации не могут допустить возможности репутационного учерба, связанного с любыми действиями их сотрудников и партнеров. Тщательный отбор и мониторинг предубеждает нанесение весомого учерба. Повод для прекращения рабочих отношений может исходить даже не о самого сотрудника или партнера, а от его близкого окружения, семьи. Компании, как правило, не допускают к работе потенциальных сотрудников, при наличии проблем с законом у них или ближайших родственников. Этот весомый аспект служит отказом в приеме на работу и служит поводом для увольнения при выявлении такого факта уже после трудоустройства и приступания к исполнению должностных обязанностей, даже при наличии безупречного резюме.

Чем так важна репутация для крупных и известных компаний?

Репутация выстраивается и поддерживается на протяжении всего периода существования компании. С момента зарождения идеи, до последнего дня существования. Репутация складывается не только из совершенных сделок, положительных или отрицательных отзывов о компании, принятых решений о сотрудничестве. За все вышеперечисленное отвечают люди, все вместе и каждый в отдельности. Их действия, их репутация влияет на представление о компании, ее образ в глазах потенциальных покупателей, партнеров и даже конкурентов. Что тоже имеет немаловажное значение. Каждая компания стремится выстроить монолитной, непоколебимой стены состоящей исключительно из положительных и респектабельных качеств.

Исходя из вышеописанного, становится ясно почему составление социального профиля - важная и неотъемлемая часть работы служб безопасности. Профиль составляется из достоверных данных полученных в ходе проверки от достоверных источников, данных полученных непосредственно в ходе работы сотрудника на рабочем месте. Учитывается каждая деталь, мелочь, неприметная лишь на первый взгляд. Информация добывается всеми возможными методами и способами. Придается значение всем рабочим моментам, привычкам, действиям, фразам, манерам, в том числе уровню воспитания. За сотрудниками в прямом смысле это слова следят и составляют его образ. Таким образом можно составить портрет и использовать для прогнозирования возможных поступков и действий в конкретных ситуациях. Помимо наблюдения за сотрудниками можно использовать социометрическую матрицу, различные тесты и опросники. В некоторых случаях можно придать значение и использовать в нужных целях даже разговоры на уровне слухов, ведь женский коллектив порой способен получить за определенный промежуток времени больше достоверной информации, чем плохо подготовленный сотрудник службы безопасности. Главное - знать нужных людей.

Если, к примеру, сделать акцент на результатах, полученных в результате построения социометрической матрицы, то можно определить положение каждого сотрудника, степень причастности к коллективу, уровень доверия. Главное- грамотно составить вопросы.

Проблема мотивации трудовой деятельности

Чернышева Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва

В настоящее время в Российской Федерации практически отсутствует эффективная государственная политика в сфере оплаты труда. Политическая и экономическая реформы, которые осуществляются в нашей стране, не являются достаточно продуктивными в реализации без создания действенных стимулов к труду. При всем этом наблюдается тенденция падения заинтересованности к проблемам труда, анализу состояния и перспектив дальнейшего развития трудового потенциала работников. [1]

Очень часто люди руководящих должностей ошибочно полагают, что человек всегда будет готов работать больше, если он имеет возможность в получении большего заработка. Считается, что мотивация — это простой вопрос, который сводится к предложению соответствующих денежных вознаграждений в обмен за прилагаемые усилия. Однако, мотивация является результатом сложной совокупности потребностей. [2]

Harvard Business Review — ежемесячный научно-популярный журнал, посвящённый различным вопросам управления бизнесом [3] – провел исследование, целями которого являлись определение оперативных сотрудников и поиск наиболее благоприятных методов мотивации.

Исследование дало следующие результаты: около 5% сотрудников фирмы всегда работают хорошо, примерно такое же количество (5 – 7%) работников всегда выполняют свои обязанности плохо, оставшиеся 88–90% всегда требуют четкой и конкретной направленности для постановки задач и достижения целей организации с обязательным контролем их исполнения.

Действенная система мотивации трудовой деятельности приведет к повышению производительности не только конкретного работника, но и всего предприятия в целом, а изменение взглядов сотрудников на выполняемый ими труд увеличит прибыльность компании и эффективность ее функционирования, тем самым повысив ее конкурентоспособность среди аналогичных фирм.

Список использованных источников:

1. https://cyberpedia.su
2. www.studopedia.ru (Мотивация и стимулирование авиационного персонала)
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Harvard_Business_Review

Практика оценки персонала на предприятиях авиационной промышленности и ее совершенствование

Чигиринова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Просвирина Н.В.
МАИ, Москва

Основной целью процедуры оценки персонала является определение уровня квалификационных компетенций, знаний и показателей эффективности профессиональной деятельности. Процедура оценки дает возможность соотнести ожидания работника и работодателя, сформировать план развития работника как специалиста и разработать для него новые задачи.

Процедура оценки персонала дает материал для анализа соответствия сотрудника его должностной позиции. Благодаря инструментам, используемых для оценки персонала, появляется возможность находить слабые места в работе сотрудников и выявлять задатки по показателям, заданным руководством.

По результатам оценки руководители могут принимать управленческие решения, которые включают в себя:

• Решение по поводу принятия на работу;

• Решение по поводу повышения или понижения сотрудника в должности;

• Перевод сотрудника в другое отделение;

• Планирование профессионального обучения или развития сотрудника;

• Прекращение трудового договора.

Следовательно, оценка персонала будет оправдана в том случае, если оцениваются решающие показатели и оцениваются наиболее объективным и полным образом.

В ходе анализа системы оценки персонала на предприятии авиационной промышленности были рассмотрены методы оценки компетенций сотрудников и поиск наиболее подходящих инструментов для замера определенных компетенций.

Основными задачами оценки компетенций персонала в компании являются:

• Повышение эффективности работы персонала;

• Развитие компетенций работников;

• Определение потенциала развития компетенций сотрудников;

• Формирование кадрового резерва на выдвижение;

• Реализация деловой карьеры работников в интересах компании.

Методы, используемые компанией для оценки компетенций персонала:

• Центр Оценки;

• Оценка методом 360 градусов;

• Интервью по компетенциям.

В ходе анализа системы оценки персонала на предприятии был создан инструмент оценки, который позволит:

• Снизить затраты на проведение оценки;

• Сократить время проведения оценки за счет универсальности использования процедуры, в том числе за счет многократного применения;

• Увеличить заинтересованность сотрудников в прохождении оценки.

Список использованных источников:

1. Тихонов А.И. Современные методы оценки персонала в компаниях на российском рынке // Финансовая экономика. - 2019. - №12. - С. 204-208.

2. Чигиринова Е.В., Просвирина Н.В. Анализ системы оценки персонала на предприятии авиационной промышленности и пути ее совершенствования // Московский экономический журнал. 2020. № 6. С. 83.

3. Чигиринова Е.В., Просвирина Н.В. Совершенствование системы оценки персонала на базе метода интервью по компетенциям на предприятии авиационной промышленности // Вестник Академии знаний. 2020. № 3 (38). С. 308-313.

Применение инновационных методов в управлении персоналом аэрокосмической отрасли

Чугунов Д.В.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Арсеньева Н.В.

МАИ, Москва

Аэрокосмическая отрасль – очень трудоемкая и сложная направленность, в которой соблюдается ответственность, технические и практически знания, внимательность и ряд других, немало важных критериев.

В эпоху инновационных технологий классические методы в управлении персоналом сталкиваются с новыми проблемами и задачами, которые невозможно решить на сто процентов. Чтобы решить такие неблагоприятные варианты развития событий, управленцу требуются обладать знаниями в самых разных областях: стратегическое планирование, тайм-менеджмент, психология и, конечно же, менеджмент и экономика, а также преимуществом будет использование знаний других областях.

В Российской Федерации управление персоналом осуществляется с упором на мнения и опыт управленцев, и только малую часть на технологические методы. Соответственно, если рассматривать на глобальном уровне предприятия, то такие приоритеты устанавливаются и в кадровой политике множества организаций. Также в аэрокосмической отрасли используются все методы управления персоналом, а именно:

• Административные;
• Экономические;
• Социально-психологические.

Благодаря каждому из методов возможно решить определенные задачи, которые встают перед руководителем. К примеру, можно взять административные, где включается разработка методических указаний для определенных должностей, а также уровень профессиональных знаний и опыта для того, чтобы данную должность занять. На уровне экономических методов — разрабатываются нормы для социального обеспечения сотрудников, а на уровне социально-психологических методов – урегулирование различных конфликтов на различных уровнях в предприятии и за пределами организации.

В конце 2019 – начале 2020 года, аэрокосмическая отрасль, как и весь мир, столкнулся с пандемией COVID-19. Из-за эпидемии и управленческих, множество сотрудников были вынуждены уйти в неоплаченный отпуск или вовсе уволиться со своих должностей, из-за кадровой политики предприятий и постоянных сокращений, чтобы сохранить организации на плаву. Из-за таких решений люди, имеющие огромные знания и опыт были вынуждены искать новое место работы, тем самым ослабляя потенциал аэрокосмической отрасли.

Применяя инновационные методы в управлении персоналом аэрокосмической отрасли, возможно вернуть и даже усилить позиции в данном направлении. Проблемы и методы их решения состоят в следующем:

• Для того, чтобы не происходил отток кадров, требуется перенаправить сотрудников, которые могут выполнять свои трудовые обязанности дистанционно, а именно: отдел кадров, отдел маркетинга, отдел по работе с экономическими показателями, а так же непосредственно, руководителей, наличие которых не требуется на рабочем месте, вместо увольнения или отправки в длительный неоплачиваемый отпуск;

• Персонал, который задействовал непосредственно в производственной сфере аэрокосмической отрасли, обеспечивать СИЗ на период пандемии, а также, если не требуется полный состав бригады на производстве, отправить таких работников на курсы повышение квалификации и руководителей, для повышения технологических, экономических, культурных и социальных знаний, а также провести проверку по требованиям безопасности;

• Персоналу, который остается на производстве во время пандемии, для сохранения опытных сотрудников, а также в при найме новых - поощрить дополнительными социальными и материальными выплатами, для компенсации работы в режим пандемии и сохранения отрасли на должном уровне;

• Повысить условия труда персоналу и его вовлеченность в рабочий процесс - для улучшения рабочей среды сотрудника, а также улучшения его результатов, после выполнения определенных задач и/или его трудовых обязанностей;

-Также персонал можно стимулировать не материально – стимулирование дополнительными выходными, организационным стимулированием.

Выполняя данные методы в управлении персоналом аэрокосмической отрасли прекратиться «отток интеллекта» в другие сферы и страны, что позволит Российской федерации оставаться на прежнем, высоком уровне развития аэрокосмической промышленности, но и повысить свой уровень в данном направлении.

Список использованных источников:

1. Андруник А.П., Суглобов А.Е., Руденко М.Н. Кадровая безопасность. инновационные технологии управления персоналом. Учебное пособие. 2-е изд. — М.: Дашков и Ко. 2020. 508 с.

2. Кязимов К. Г. Управление персоналом. Профессиональное обучение и развитие. – М.: Юрайт. 2019. 202 с.
3. Заздравных А. В., Казаков С. П., Коро Н. Р. Маркетинг-менеджмент. Учебник и практикум. — М.: Юрайт. 2018. 380 с.

Влияние стиля управления организацией на мотивацию персонала

Шашкина А.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ирина В.И.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

На современном этапе развития для успешного роста и процветания организации важно укрепление роли руководителя, формирование новой системы взаимоотношений между ее участниками. Активная смена механизмов хозяйствования приводит и к изменению деятельности руководителей. Качество персонала, степень заинтересованности персонала в трудовой деятельности является одним из значимых факторов конкурентоспособности фирмы. В этой связи основной задачей грамотно организованного управления является создание благоприятного социально-психологического климата в коллективе, который будет способствовать достижению целей организации. В основе социально-психологической атмосферы находятся межличностные отношения и стили управления руководителей. В литературе встречается большое количество определений стиля управления. Одно из наиболее полных определений заключается в следующем: стиль управления – это система способов и методов, которые выбирает руководитель, в процессе подготовки и реализации управленческих решений по отношению к своим подчиненным с целью достижения требуемого результата [1]. Стиль управления может рассматриваться как важный фактор мотивации деятельности персонала.

Изучение стилей управления началось еще в первой половине XX века. В 1938 году Курт Левин предложил классификацию стилей управления, выделив авторитарный, демократический, либеральный стили.

Авторитарный стиль характеризуется жестким контролем, единоначалием, ориентацией на результат, четким разделением функций. Но практически игнорируются социально-психологические параметры деятельности. Этот стиль управления позволяет в короткие сроки решать сложные задачи, но не формирует эффективные стимулы к труду, вызывает неудовлетворенность работой у персонала, не предоставляет возможностей для проявления творчества.

Либеральный стиль предполагает низкую требовательность руководителя по отношению к подчиненным, слабый уровень дисциплины, пассивность руководителя. Основным преимуществом этого стиля является свобода исполнителей, возможность проявлять инициативу, ставить смелые цели и быть решительными в действиях. Однако, недостаток также связан с высокой степенью свободы в действиях у подчиненных. Очень часто это вызывает конкуренцию среди сотрудников и в итоге приводит к конфликтам внутри коллектива.

Демократический стиль опирается на доверие, информирование подчиненных, творчество, самодисциплину, сознательность, ответственность. Сотрудники в большей степени, чем при либеральном и авторитарном стиле удовлетворены условиями труда, обстановка, слоившаяся в организации при таком стиле комфортна для сотрудников. В итоге это мобилизует персонал на высокопродуктивную работу. При этом ряд исследователей отмечает, что активность и инициативность сотрудников не всегда ведет к достижению целей [2,3].

Не существует «хороших» и «плохих» стилей. Выбор стиля управления зависит от множества факторов: конкретная ситуация, в которой разворачивается деятельность, вида деятельности, личностных особенностей руководителя и персонала, а также от типа социальной культуры общества.

Список использованных источников

1. Бураканова Г. В. Стиль руководителя и эффективность управления / Г. В. Бураканова // Проблемы теории и практики управления. – 2003. – № 4. – С. 112 -117.

2. Дорошеева М. В. Подбор руководителя для конкретного коллектива // Управление персоналом. – 2010. - № 8. – С. 35-38

3. Кузьмина О. В., Корнильцева Е. Г., Юшкова Т. А. Лояльность к организации сотрудников с разным типом мотивации // Наука Красноярья, Т. 6, № 3-3. – 2017. – С. 118-124

Когнитивное моделирование работы проектной команды

Шилков Н.Р.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Федотова М.А.

МАИ, Павловский Посад

1. Когнитивное моделирование (КМ) – технология решения сложных слабоструктурированных проблемных ситуаций (ПС), составляющих конкретную содержательную основу проектов. КМ включает в себя несколько этапов:

a) выбор/формирование проблемной ситуации, составляющей суть проекта,

b) построение визуальной когнитивной карты (КК), описывающей проблемную ситуацию, сложившуюся в проекте. Построение КК осуществляется с помощью мультиэкспертной процедуры выделения параметров ПС, их вида/типа, оценки характера связи (прямые/обратные, положительные/отрицательные) и мощности их влияния друг на друга. КК (концептуальная модель ПС) формируется в виде ориентированного графа.

c) существуют различные типовые шаблоны формирования элементов КК (усиливающийся/уравновешивающийся контур; пределы роста - усиливающий контур ограничивается уравновешивающим; эскалация и т.д.).

d) осуществляются - определение типа модели (когнитивной карты – КК): четкая/нечеткая КК, запаздывания влияния параметров друг на друга и результирующие параметры (факторы).

2. Задачи КМ включают в себя:

a) прогнозирование поведения системы/отдельных параметров в ПС,

b) принятие рациональных/оптимальных решений по управлению параметрами,

c) а также задачи, связанные со стратегированием (адаптивным планированием и управлением) и самоорганизацией систем.

3. Алгоритм КМ включает в себя следующие этапы:

a) «прямой прогон» - 1. структуризация задачи/проблемы/ПС, выбор параметров влияния (X) и результирующих параметров (Y); 2. Построение сети связей между параметрами, определение их типа (положительные/отрицательные, прямые/обратные); 3. Экспертная оценка мощности воздействия связи (0 <aij< 1); 4. Формирование когнитивной карты путем задания начальных значений параметров и распространения «силовых волн» (возмущений).

b) при необходимости управления КК добавляется этап 5 («обратный прогон») – рационализация/оптимизация параметров управления для достижения необходимых значений результирующих параметров.

4. Параметры КК включали в себя:

a) результирующие факторы (качество и сроки выполнения проекта)

b) организационно-управленческие факторы (уровень компетенции, форма организации работы, уровень самоорганизации, техническая оснащённость)

c) социально-психологические факторы (мотивация, ролевая «сыгранность», психологическая совместимость, психоэмоциональное и функциональное состояния)

d) когнитивные факторы (рефлексивность, креативность, системность, формат работы)

e) внешние факторы («давление») среды (политические, социальные, экономические, правовые).

5. Существуют проблемы с использованием и развитием самих методов и методик когнитивного моделирования – учет запаздываний, внештатные вмешательства в исследуемый процесс, сложную динамику внешней среды и т.д.

6. Наиболее «тонкими» и сложными являются проблемы, связанные с учетом ведущих индивидуально-типологических особенностей участников команд и их психофизиологических состояний в практической работе, даже небольшие неучтенные отклонения способны принципиально изменить результат совместной деятельности.

Кадровая политика ПАО «Аэрофлот» — залог стабильности и надежности компании

Яблокова В.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Мезина Н.А.
МАИ, Москва

Сегодня эффективность любой компании напрямую зависит от ее персонала. Особенно, это актуально для компаний, оказывающих услуги населению.

Для авиакомпаний персонал является определяющим критерием их успеха, ведь от профессионализма сотрудников зависит не только комфорт, но и, порой, безопасность и жизнь клиентов.

Прямая корреляция между отношением компании к своему персоналу и отношения персонала к своим клиентам давно известна.

ПАО «Аэрофлот» очень дорожит своими сотрудниками, которых считает своей главной ценностью. В компании работает множество специалистов различной квалификации. ПАО «Аэрофлот» тщательно подходит к вопросам их подбора, отбора и профессионального развития.

У авиакомпании «Аэрофлот» существует и действует Кодекс корпоративной этики. Он включает в себя свод этических правил и нравственных норм, которые принимаются и соблюдаются в авиакомпании. Все сотрудники с уважением относятся к правам и свободам друг друга. Каждый работник компании защищен от любой формы дискриминации.

ПАО «Аэрофлот» стабильно занимает лидирующую позицию на рынке российских и международных авиаперевозок. Благодаря своей надежности в области перевозок пассажиров, компания давно завоевал доверие пассажиров и партнеров.

Кадровая политика компании «Аэрофлот» нацелена на создание стабильного, высокопрофессионального коллектива, путем обеспечения возможности профессионального развития специалистов, предоставления им социальных и экономических гарантий.

Авиакомпания разрабатывает разнообразные мотивационные схемы, для реализации потенциала сотрудников всех уровней.

Приоритетные направления кадровой политики ПАО «Аэрофлот» являются:

- Проведение аттестации сотрудников
- Повышение квалификации сотрудников
- Развитие системы мотивации
- Подготовка кадрового резерва

Благодаря своей эффективной работе в сфере обучения и повышения квалификации персонала, ПАО «Аэрофлот» обладает профессионально подготовленными работниками, которые соответствуют современным требованиям не только Федеральных авиационных правил, но и международных стандартов.

В ПАО «Аэрофлот» можно найти широкий спектр разных социальных программ для сотрудников, которые позволяют им работать в комфортных условиях, иметь возможность профессионального и личностного роста, чувствовать свою защищённость. Это в свою очередь отражается на эффективности их работы и на привлекательность компании.

Таким образом можно сказать, что золотое правило "Заботься о своем персонале и клиентах, а рынок позаботится о тебе" является залогом успеха и стабильности ПАО «Аэрофлот».

Секция №9.4 Философские, историко-политические и социально-гуманитарные проблемы аэрокосмической деятельности

Отношение студентов МАИ к срочной службе в армии

Абдиркина Ю.А., Зайцев Д.Е., Паршиков А.К.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Почестнев А.А.
МАИ, Москва

При сокращении призывных ресурсов и снижении качества подготовки молодых людей к службе в армии напрямую зависит уровень безопасности России. Становится понятной важность мотивации молодежи к службе в Вооруженных силах. Необходимо оценить степень негативной установки на отказ от службы среди студенческой молодежи. Армия, прежде всего, ассоциируется с государством, и принудительный призыв в отсутствии мотивации воспринимается как государственное принуждение и насилие. По мнению современной молодежи, призыв в армию — это время, потраченное впустую и препятствие реализации жизненных планов.

Целью нашего исследования было желание понять, справедливо ли подобное мнение о службе в армии среди студентов ФГБОУ ВО МАИ (НИУ). Объектом исследования являлась молодежь. Предметом исследования — отношение молодежи к службе в армии. Важным было определить, считают ли студенты, что армия негативно влияет на человека, меняет ли она его самого и дальнейшую его жизнь, или же это отношение позитивно, и призывная служба — полезное дело, как для человека, так и для общества. Был проведен социологический опрос в онлайн форме (в связи с эпидобстановкой). В исследовании приняло участие 111 студентов МАИ разных возрастов и пола, был спроектирован опросник с позиции понимания основных функций армии с позиции государства и с позиции общества.

В процессе исследования были получены парадоксальные результаты. По мнению респондентов армия необходима и важна, но молодые люди относятся к ней негативно и не хотят в ней служить и связано это и системой организации службы в армии. Только 7,5% опрошенных собираются служить, остальные или не годны, или уже отслужили (небольшой про-цент), или проходят обучение на военной кафедре. Большинство считает, что армейская служба — пустая трата времени, что невозможно за год обучиться военной профессии, учитывая сложность современной техники. Многие убеждены во мнении, что армия никак не влияет на взросление молодых людей. Оказалось также, что в большей части вопросов мнения мужчин и женщин практически совпадают.

Для преодоления выявленного противоречия необходимо трансформировать условия прохождения армейской службы. Выход видится в от-мене призывной службы и замены ее контрактной, расширении системы военных вузов для тех, кто хочет идти по военной стезе. Подобный подход решит проблему комплектации кадров института армии. Данный подход будет иметь и экономический эффект.

Список использованных источников:

1. Зернов Дмитрий Васильевич Армия в структуре жизненных интересов старшеклассников // Вестн. Том. гос. ун-та. Философия. Социо-логия. Политология. 2016. №1 (33). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/armiya-v-strukture-zhiznennyh-interesov-starsheklassnikov (дата обращения: 07.12.2020).

2. Максименко Александр Александрович, Шаповалова Инна Сергеевна Молодежь и российская армия: будет ли положительный вектор во взаимодействии? // Научный результат. Социология и управление. 2018. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/molodezh-i-rossiyskaya-armiya-budet-li-polozhitelnyy-vektor-vo-vzaimodeystvii (дата обращения: 07.12.2020).

3. Никонорова Наталья Михайловна, Петухова Елизавета Андреевна, Хохлова Татьяна Михайловна Сравнительная характеристика мнения обучающихся мужского и женского пола ФГБОУ во "СГМУ" МЗ РФ о службе молодых людей в армии // Вестник науки и образования. 2020. №3-1 (81). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-mneniya-obuchayuschihsya-muzhskogo-i-zhenskogo-pola-fgbou-vo-sgmu-mz-rf-o-sluzhbe-molodyh-lyudey-v-armii (дата обращения: 07.12.2020).

Людвиг Витгенштейн как авиационный инженер и его «Логико-философский трактат» как образ будущего

Абрамов Я.С.
Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.
МАИ, Москва

Выдающийся английский философ, логик, ученый XX в., всю жизнь интересовавшийся техникой, Людвиг Витгенштейн (1889-1951), создал всемирно известную концепцию философии, которая положила начало направлениям логического позитивизма и аналитической философии. Людвиг Витгенштейн родился в Вене, закончил Высшую техническую школу в Берлине, в 1908-1911 гг. учился на техническом факультете университета Манчестера по специальности авиационный инженер. Далее будем ссылаться на очерк Г. Х. фон Вритта. Во время обучения Витгенштейн занимался конструированием реактивного двигателя и пропеллера самолёта [2, с. 11]. Им были запатентованы некоторые изобретения в области аэронавтики [2, с. 12]. В дальнейшем интересы Витгенштейна сместились к чистой математике, логике и в итоге к философии. Он закончил философский факультет Кембриджского университета, защитил диссертацию по своему главному труду раннего периода «Логико-философскому трактату» под руководством Бертрана Рассела (1921) [1].

Большое значение в этот период для Витгенштейна сыграли труд Рассела и Уайтхеда «Основания математики» («Pricipia mathematica», 1901-1903), общение с немецким философом математики и логики Г. Фреге, английскими философами Дж. Муром и А. Уайтхедом. Предметом интереса Витгенштейна в логике были пропозициональная функция, переменная, значение истинности, язык как образ реальности. «Способ, которым соединены части пропозиции, – собственно, структура пропозиции – отражает возможную комбинацию элементов в реальности, то есть возможное положение дел» [2, с. 15].

В 1930-х гг. Витгенштейн всерьёз думал о переезде в СССР, изучал русский язык, посетил в 1935 г. Ленинград и Москву, был гостем Софьи Александровны Яновской, профессора мехмата МГУ. На Витгенштейна оказали сильное влияние книги Л.Н. Толстого и Ф.М. Достоевского, философы Августин, Кьеркегор, Паскаль, Шопенгауэр, поэты Рильке и Тракль.

«Логико-философский трактат» показывает важность понятийного и логического аппарата в познании мира, особенности выражения мыслей в границах языка. Как и в неклассических логиках [3] можно выразить то же самое либо указанием, остенсивным способом, либо молчанием, так и 7 тезис трактата гласит: «О чем невозможно сказать, о том следует молчать» [1, с. 73].

Мы непрерывны во времени и пространстве, именуемом мир. Имеющее место быть – факт. Тогда мир, материя, мы сами – всё распадается на факты, части одного атомарного факта.

Атомарный факт – соединение объектов и вещей. Каждый предмет создаёт свой неделимый атомарный факт. Для существования предмета необязательно приписывать ему определенную характеристику, достаточно понимать, что она содержит возможность всех существующих положений. Субстанция мира может определять только форму, а не материальные свойства, которые формируются в сознании.

Для выражения мысли есть чувственно воспринимаемые знаки – пропозициональные. Их суть состоит в образовании упорядоченного расположения, заключающего в себе смысл

предложения. Язык, как инструмент коммуникации, познания мира есть связующее между субстанцией и разумом. Разговорный язык – часть человека, позволяющая обнаружить форму мира. Он базируется на понятии предложения как образа действительности. Простейшее – элементарное предложение, состоящее из имён утверждающее сам факт. Оно не противоречит самому себе или другим простейшим, является базисом речи. Совокупность всех элементарных предложений являет собой n атомарных фактов, заключающих в себе описание мира, что приводит к полной практической осознанности. Знаки, служащие для одной цели, эквивалентны, знаки, не являющие цель, логически незначимы. Предложение «Объект равносильный» не несёт смысла, т.к. значения слова «равносильный» нет.

Здесь необходимо ввести виды описаний:

1. Прямое перечисление. Один знак – одно значение.
2. Функция. Её переменные – описываемые предложения.
3. Формальный закон. Образует логические предложения.

В логике природа объясняет саму себя с помощью знаков, т.е. если известен синтаксис, то даны все предложения логики, а значит мира.

Трактат Витгенштейна был своего рода «проектом» будущего в философии и логике, как когда-то законы Ньютона в классической и уравнение Шредингера в квантовой механике.

Список использованных источников:

1. Витгенштейн Л. Логико-философский трактат // Он же. Философские работы. Часть I. / Пер. с нем. М. С. Козловой и Ю. А. Асеева. Составл. вступ. статья, примеч. М. С. Козловой. – М.: Изд-во «Гнозис», 1994 – 612 с.

2. Вригт Г. Х. фон. Людвиг Витгенштейн: Биографический очерк / Пер. М. Дмитровской // Людвиг Витгенштейн: человек и мыслитель / Пер. с англ., сост. и заключит. Ст. В.П. Руднева. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. – С. 9-28. – 352 с.

3. Шевцов А. В. Классические и неклассические логики в историко-философском аспекте: основные принципы и понятия: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2020. – 259 с.

Социальные аспекты управления качеством в авиационной компании в период пандемии

Артеменко И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Полищук Н.В.
МАИ, Москва

Пандемия COVID-19 стала настоящим вызовом для всего человечества, борьба с вирусом затронула все сферы современного общества, которое характеризуется расцветом сферы услуг, информатизацией и значительным увеличением миграции по всему земному шару. Такая ситуация ставит новые задачи, вводит новые стандарты, в том числе и для авиационных предприятий (авиаперевозчиков), в задачу которых входит как организация осуществления безопасного пассажиропотока, так и грузоперевозок. Управление качеством является одной из первостепенных задач в этом аспекте.

Управление качеством - это деятельность оперативного характера, осуществляемая менеджментом компании с целью достижения качества предоставляемого продукта, услуги. Поэтому для сохранения конкурентоспособности, стабилизации финансово-экономических показателей в кризисные периоды, авиаперевозчик должен применять оптимальные методы и подходы управления качеством предоставляемых услуг.

Пандемия COVID-19 нанесла серьезный урон авиаперевозкам и авиационным предприятиям. По данным Росавиации, международные перевозки с января-декабря 2019 в сравнении с январем-декабрем 2020 года снизились на 74,2%, а пассажирооборот за тот же период на 52,5%. Данная ситуация привела авиакомпании к большим убыткам, потому как значительная часть воздушного флота простаивала [1].

С целью предотвращения передачи вируса процесс посадки и высадки пассажиров проводился таким образом, чтобы минимизировать все контакты между людьми; проводилось измерение температуры у пассажиров, команды воздушных судов; участилась

дезинфекция салонов воздушных судов; было упрощено питание и обслуживание пассажиров. По требованию Роспотребнадзора, пассажиры в салоне самолета должны соблюдать социальную дистанцию, что предполагает неполную заполняемость самолета. Однако такие меры снизили рентабельность, потому что авиаперевозка считается таковой только при загрузке салона пассажирами на 72-75% [1].

Самолеты, осуществляющие грузоперевозки, проходили дезинфекцию грузовых отсеков, дополнительную герметизацию кабины с целью предотвратить заражение вирусом через контакт с поверхностями. Экипаж после перелетов состоял под наблюдением врачей в течение 14 дней [3].

Пандемия негативно отразилась на подготовке и переподготовке летного состава. В период самоизоляции летчики не могли пройти ВЛЭК, обновить документы, сдать английский и подтвердить свои профессиональные летные компетенции на специальном авиационном тренажере, который обязательно проходится раз в 6 месяцев. Это фактор негативного влияния на безопасность полетов, и угроза утечки кадров, поэтому авиакомпании дифференцировали экипажи и задействовали в полетах тех, кто имел к ним допуск. Экипажам, не участвующим в полетах, продолжали выплачивать заработную плату.

Главным социальным аспектом авиапредприятий в условиях пандемии является здоровье и безопасность пассажиров. Авиакомпании принимают системные меры для обеспечения безопасности и предотвращения распространения вируса COVID-19, при планировании и осуществлении деятельности в период пандемии компании следуют рекомендациям IATA, Всемирной организации здравоохранения, требованиям Министерств здравоохранения и других заинтересованных органов государственного управления и служб стран, в которые осуществляется перелет [2].

Также авиакомпании столкнулись со снижением цен на нефть, что привело к уменьшению цен на авиационный керосин. Однако это преимущество было утрачено из-за уменьшения количества авиаперевозок и убытков, связанных с хеджированием топлива.

В сфере грузоперевозок кризисная ситуация дала и свой положительный эффект. В силу дефицита грузовых широкофюзеляжных дальнемагистральных самолетов, которые обеспечивают значительную долю грузоперевозок, спрос на доставку данным типом воздушных судов в пандемию резко увеличился, когда необходимо было выполнять срочные поставки гуманитарных грузов в разные страны. Грузовые авиаперевозчики задействовали в период пандемии цифровые и интеллектуальные технологии в авиации: интерфейс онлайн-бронирования, автоматический контроль состояния груза, что увеличило качество услуг для клиентов.

Таким образом, кризис, охвативший отрасль гражданской авиации, будет подталкивать авиаперевозчиков увеличивать качество предоставляемых услуг, осуществлять внедрение цифровых логистических технологий с целью оптимизации бизнес-процессов.

Список использованных источников:

1. Федеральное агентство воздушного транспорта [электронный ресурс] URL: https://favt.gov.ru/

2. Кирюшкина Н.В., Полищук Н.В. Цифровые технологии и их применение в практике управления государственно-муниципальными организациями // Транспортное дело России. 2020. № 3. С.84-87.

3. Климова Т.Б. ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ АВИАОТРАСЛИ: ТРЕНДЫ И ПАНДЕМИЙНЫЕ ВЫЗОВЫ // Экономика. Информатика. 2020. №3.

Методологические подходы к социально-гигиеническим исследованиям в районах воздействия ракетно-космической деятельности на территории Казахстана

Аскаров Д.М.
РГП «НИЦ «Гарыш-Экология», Алматы, Казахстан

Осуществление ракетно-космической деятельной деятельностью (РКД) связано с воздействием на экологическую ситуацию. Многолетний опыт работ по экологическому сопровождению пусков ракет-носителей (РН), ликвидации последствий аварий ракет космического назначения (РКН) и мониторинга среды обитания населенных пунктов на прилегающих территориях указывает на то, что система обеспечения экологической безопасности деятельности космодрома «Байконур» требует постоянного совершенствования с учетом современных требований.

В этой связи для разработки эффективных управленческих решений необходимы методические подходы, и рекомендации по проведению комплексных исследований по оценке состояния окружающей среды, среды обитания и здоровья жителей на территориях, прилегающих к районам аварийных падений РКН с учетом эколого-гигиенических условий регионов республики.

При оценке качества среды обитания населенных пунктов территорий, прилегающих к районам падения РКН, велись обследования на содержание компонентов ракетного топлива (КРТ) и продуктов их распада. При этом учитывались климатогеографические особенности местности, экологическая ситуация, тип населенного пункта, инфраструктура, вид хозяйственной деятельности, санитарно-гигиеническая ситуация и др.

Были использованы санитарно-гигиенические, эпидемиологические и статистические методы. В ходе работ нами проанализированы нормативно-методические документы, данные научной литературы и собственных гигиено-экологических исследований.

Опыт проведения гигиенических исследований населенных пунктов, прилегающих к районам падения РКН, был приобретен в ходе социально-гигиенических исследований при аварийных пусках РН с космодрома «Байконур» на территории РК. Однако, при проведении работ выявились проблемы в методическом подходе к оценке результатов социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в части оперативности анализа, оценки рисков и прогноза последствий аварийной ситуации, анализа влияния аварии на здоровье жителей в группах риска и т.д.

Основу СГМ составляет систематический анализ зависимости здоровья населения от факторов среды обитания с целью определения приоритетов при принятии управленческих решений для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия путем разработки научно обоснованных целевых программ и отдельных мероприятий с учётом всей совокупности зависимостей в системе «окружающая среда – здоровье населения» [1-4].

Таким образом, критерии ранжирования задач СГМ в РКД должны быть, ориентированными на здоровье населения, вместе с учетом сопутствующих факторов.

Результаты анализа нормативно-методического обеспечения и данных литературы показали, что нет единого подхода к оценке среды обитания и здоровья жителей на территориях, прилегающих к районам аварийных падений РКН, недостаточно отработано нормативно-правовое пространство в этой сфере, оценивание целей и направлений исследований.

Проведенные исследования в разные периоды после аварийных падений ракет космического назначения свидетельствуют, что рассматриваемая проблема социально значима, так как аварийные ситуации вызывали негативную реакцию общественности, включая опасение за качество среды обитания и состояние здоровья населения на прилегающих к районам аварий территориях. На основе результатов многолетних исследований нами разработан алгоритм экологических, гигиенических и медицинских обследований в районах аварий РКН.

Исследования практически значимы для достоверной оценки последствий аварий РКН и заработки рекомендаций по принятию управленческих решений в деле обеспечения экологической безопасности РКД в условиях Республики Казахстан.

Семантическая модель познания в системах искусственного интеллекта

Барашков А.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Нетребская О.Н.
МАИ, Москва

Задачи описания восприятия человеческим разумом бытия, обработки и восприятия новой и уже имеющейся информации, актуальны не только в рамках исследования природы сознания человека философами и психологами, но и с точки зрения разработки новейших технологий в области робототехники, искусственного интеллекта, проектов по созданию методов симуляции функционирования человеческого мышления.

В современных технологиях в области искусственного интеллекта, таких как методы глубокого машинного обучения (нейронные сети), компьютерное зрение, применяется принцип подобия – программа соотносит (ищет сходство) исследуемый объект (это может быть изображение или интонация голоса в системах распознавания речи) с набором других, которые она уже «видела», «изучила» и сформировала на их основе определенную базу «знаний». Иными словами, в работе современных интеллектуальных систем реализуется семантическая модель – модель, в которой обеспечивается «понимание» алгоритмом вычислительной машины «смысла» (семантики) обрабатываемых данных.

В рамках разработки семантической модели человеческого разума, необходимы ответы на вопросы о глубинных процессах, происходящих в человеческом мозге.

Феномен сознания определённым, но пока малоизученным образом связан с клеточной активацией в неокортексе. Неокортекс – кора головного мозга - отвечает за высшие когнитивные функции (речь, письмо, решение задач), а также управляет аналитическим и математическим мышлением.

Первичный признак человеческого сознания – способность создавать новые модели поведения в условиях неизвестного опыта, исследовательская деятельность. Особо значимой является способность человека к абстрактному исследованию, тесно связанному с физиологическими структурами мозга. Благодаря процессу исследования, основанному на новизне, «хаос», составляющий неизвестное, становится предсказуемым «космосом». Русские философы-представители философии цельного знания считали, что появление понятий, обозначающих вещи, связано, в первую очередь, с выделением вещи «из сплошной, неразделённой, хаотической массы» бытия.

Однако главное, что необходимо учитывать, при разработке систем ИИ это то, что сознание и интеллект формируются в условиях социума. Ещё Аристотель определял человека как социальное животное. Человек проживает в очень сложной социальной среде, характеризующейся постоянным обменом информацией. Существование в социуме предполагает разнообразные каналы её поступления: способность к словесному и бессловесному (мимическому) общению; многочисленные тексты; способность учиться у тех, кто совершает действия в обычной жизни, в художественном романе или на сцене, и т.д.

Благодаря подражанию, люди могут делать то, что не совсем понимают (то есть не в силах ясно описать). По этой причине психологи продолжают полагаться на понятие бессознательного, чтобы истолковать поведение. Бессознательное – способность к скрытому хранению информации о природе и значимости вещей. Эти сведения собираются в ходе активного исследования и меняются в процессе постоянного общения между отдельными людьми и целыми поколениями.

Таким образом, семантические карты, то есть карты «понимаемой части мира» в значительной степени являются картами образцов действий – видов поведения, созданных в результате творческого исследования и измененных в ходе использования в процессе коммуникации в обществе.

Список использованных источников:

1. Джоржан Питерсон. Карты смысла. Архитектура верования. Питер. 2020
2. Лосев А.Ф. Вещь и имя // Лосев А.Ф. Бытие. Имя. Космос. М., «Мысль». 1993. – с.815
3. Нетребская О.Н. Цельное знание как методологическая основа разработки систем искусственного интеллекта / Сборник тезисов докладов 19-ой Международной конференции «Авиация и космонавтика» М., МАИ 23-27 ноября 2020 г. - с. 429

Совершенствование технологии продаж с использованием современных инструментов маркетинга и цифровой среды консалтинговой компании (на примере ООО «Ай Ти Капитал»)

Бирюкова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Полищук Н.В.
МАИ, Москва

В современном мире для успешного функционирования любой организации нужно четкое и своевременное управление происходящими в ней бизнес-процессами и основным таким процессом являются непосредственно продажи. Эффективный набор маркетинговых инструментов и технологий продаж необходим для управления процессом продаж в компании.

Компания в наши дни не может быть конкурентоспособной на свободном рынке, не используя маркетинговые инструменты. Это обозначает востребованность технологии продаж как инструмента маркетинга, ориентированный на отдельные типы бизнеса.

Целью данной работы является разработка рекомендаций по совершенствованию технологии продаж с использованием современных инструментов маркетинга и цифровой среды предприятия на примере консалтинговой компании.

Консалтинговые компании в области информационных технологий – это направление бизнеса, которое позволяет предоставлять организации услуги в данной области.

В ходе проведенного исследования были выявлены проблемы консалтинговой компании «АйТи Капитал» и определена типология ее клиентов. В компании нет полноценного отдела продаж, выделенного в специальный отдел, в основном клиенты привлекаются гендиректором и таким образом организация получает около половины всех заказчиков. Партнёрами, как правило, становятся организации, которые когда-то сотрудничали с предприятием.

Другая половина клиентов привлекается за счет того, что предприятие известно на рынке IT консалтинговых услуг и пользуется авторитетом.

Многие организации нашей страны непосредственно придерживаются такой практики технологии продаж, обычно это консалтинговые компании, в которых клиент приобретает возможности и способности людей, в отличие от аудиторских фирм, где продаются технологии, а покупка носит регулярный и обязательный характер.

Данная технология продаж имеет серьёзный недостаток: если основной клиент или продавец перестанет заниматься своим бизнесом, это негативно отразится на организации и приведет к уменьшению заказов. Такая ситуация ручного» управления системой продаж крайне опасна, поэтому создание отдела маркетинга необходимо для успешного функционирования организации.

В данной работе рассматриваются продажи, как ключевой критерий эффективной деятельности коммерческой организации, формирующий коммерческую деятельность. Главная цель управления продажами в компании непосредственно является осуществление плана продаж и получение прибыли.

Управление продажами - очень сложный процесс, включающий в себя сочетание самого процесса продаж и правильной технологии продаж, при этом используя полный набор методов, личных навыков и способностей сотрудников.

Социальным аспектом, определяющим успех продаж является скорость освоения и степень вовлеченности пользователей в работу. Другими словами, чем больше данных заносят в систему сотрудники, тем больше выгод из этого могут извлечь их коллеги. То есть наличие качественных и достоверных данных о клиенте способствует использованию CRM-системы, в результате чего работа все большего числа сотрудников становится более эффективной, а в компании постепенно формируется многостороннее понимание характера отношений с клиентами.

В определенный момент развития у консалтинговой компании возникает проблема: каким именно образом продвигать свои услуги на рынке. Для каждой организации инструменты продвижения могут быть различными.

Инструменты, подходящие одной консалтинговой компании, могут приносить только убытки или быть малоэффективными для другой. Каждой консалтинговой компании необходимо проработать со всеми каналами сбыта digital маркетинга и выбрать наиболее эффективный набор для себя.

Исследуемое предприятие не проводит активные маркетинговые программы, не часто рекламируют свои услуги, не проводят рекламных акций. Практически все сделки по продаже услуг заключает консультанты, а не маркетологи.

Исследуемое предприятие не использует возможности современных технологий продаж в полной мере. Устаревший сайт подрывает имидж компании и отталкивает часть клиентов, так как они не могут найти интересующую их информацию, а дизайн сайта устарел. Это отрицательно влияет на систему привлечения новых клиентов.

Для улучшения фирменного стиля компании также необходим брендбук, в котором будет описываться концепция бренда, атрибуты бренда, целевая аудитория, позиционирование компании для построения коммуникации с клиентами и развития предприятия в целом.

Основное внимание концентрируется на ограниченные каналы сбыта. У исследуемого предприятия нет полноценного отдела продаж, он не выделен в отдельный отдел, но есть партнёры, рекомендующие компанию своим клиентам. Необходимо наращивать отдел продаж и нарабатывать дальнейшие механизмы работы с имеющейся базой клиентов.

Эффективное использование технологий продаж в компании позволяет сформировать систему продаж продукции, наладить работу непосредственно с клиентами и партнерами.

Милитаризация космоса как глобальная проблема

Брусенцова Д.А.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва

Милитаризация космоса началась во второй половине XX века, в ходе развернувшейся борьбы за лидерство в военно-космической сфере между СССР и США. Этот процесс предполагал размещение оружия в космосе, способного уничтожать объекты, расположенные на Земле или в космическом пространстве. Начиная с 1960 года и СССР и США произвели запуск целой серии спутников с военными целями, выдавая их за гражданские. Эта проблема привела к рассмотрению космического пространства в правовом аспекте и к вниманию к этой проблеме со стороны большого количества субъектов международных отношений. Но до настоящего времени не найден механизм, позволяющий остановить милитаризацию космического пространства.

После развала Советского Союза и прекращения Холодной войны увеличилось количество государств, которые стали использовать космическое пространство в отстаивании своих национальных интересов, в том числе и в вопросах национальной безопасности.

Рост влияния космических информационных технологий в различных сферах жизни привел к тому, что прекращение их функционирования стало фактором риска возникновения военных конфликтов. А стремление различных государств защищать свои интересы в космической сфере способствовало началу новой космической гонки вооружений.

Новая гонка, с одной стороны, увеличила стремление международного сообщества найти новые формы сотрудничества между странами участвующими в освоении космического пространства, а с другой стороны, не снизила стремление сильных государств к лидерству в освоении и использовании космоса. Все это повлекло за собой рост угроз космической безопасности и к активизации процессов милитаризация космоса.

Очевидно, что проблема милитаризации космоса должна решаться юридическим путем на международной арене. Наша страна с 2007 года года выступает против милитаризации космоса. Россия предложила договор о предотвращении размещения оружия в космосе и предотвращении применения силы или угрозы применения силы в отношении космических объектов в ООН. США отказались от подписания предложенного договора, объясняя это тем, что данный документ содержит «неустранимые недостатки, не поддается проверке и не сможет укрепить международную безопасность». Современные политики расценивают данное решение США как желание иметь большую свободу в космосе с целью развертывания систем ПРО.

В настоящее время ведется постоянный диалог об осуществлении безопасности в космическом пространстве. Безопасность на Земле прямым образом зависит от безопасности в космосе. Безопасность в космосе должна быть подчинена одному или нескольким правовым документам, которым бы подчинялись все государства, участвующие в освоении космического пространства.

Проблема милитаризации космоса насчитывает десятки лет международных споров. И здесь необходимо учитывать, что любая страна разместившая оружие в космосе, и прежде всего оружие несущее ядерные боеголовки, будет иметь огромное преимущество перед другими странами, что может иметь фатальные последствия для всего мира.

Проблема милитаризации космоса стала глобальной проблемой и любое промедление в вопросе скорейшего разрешения может привести к страшным последствиям.

Патриотические настроения среди студентов МАИ

Гадкова-Князева А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва

Будущее любой страны – это её молодёжь, поскольку именно её подходы к жизни, её ценности определяют направления развития страны. Какое будущее ожидает следующие поколения, во многом зависит от нас самих.

В октябре-декабре 2020 года было проведено исследование среди студентов МАИ методом анкетного опроса при помощи гугл-формы. В рамках исследования были опрошены 90 студентов. Доля девушек составила 27%, юношей — 73%. Преобладающий возраст опрошенных — 18 – 22 года (95%).

Опрос показал, что большинство респондентов (75%) под патриотизмом понимают преданность отечеству, любовь к нему, стремление своими действиями служить интересам своей страны [3]. Патриотами себя признали 14% студентов, а 8% дали отрицательный ответ. Около половины респондентов (49%) выбрали ответ «скорее да». Таким образом, большинство опрошенных не имеют четкой самоидентификации по данному вопросу, но склоняются к позитивному ответу.

За современную Россию чувство гордости испытывают почти половина опрошенных (48%). Поводами для этого являются историческое наследие (73%), природа родной страны (69%), культура и традиции (69%). Как выяснилось, исторические события нашей страны [1] оказывают набольшее влияние на укрепление этого чувства (65%). Четвёртая часть опрошенных (24%) не испытывает гордость за отчизну.

Около половины опрошенных студентов (49%) признают, что могли бы повлиять на дальнейшее развитие страны, на её благополучие и процветание. При этом желание остаться жить в России в будущем зависит от политической [2] и экономической ситуации в стране.

Так же в ходе исследования выяснилось, что у молодёжи высокие моральные ценности, лидирующими из которых оказались: семья (69%), честь, достоинство и уважение (65%), справедливость (60%), свобода (49%). По сравнению с раннее проведённым опросом в 2018 г. среди молодёжи [4], можно увидеть, что тенденция «эгоистичного настроя» уменьшается, а справедливость, дело жизни и самореализация становятся важнее материальных ценностей.

Таким образом, молодёжь не является пассивной, но очевидно, что необходимо развивать патриотическое воспитание не только в школах, но и в вузах.

Список использованных источников:

1. Коган Е.А. Будущие инженеры о Дне победы и патриотизме // Человеческий капитал. 2020. № 9 (141). С. 64-73.

2. Коган Е.А. Политическая карьера в современном обществе как социальный феномен. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. - 120 с.

3. Рынкевич А.В. Обращение к патриотизму как национальной идеи // Историческая и социально-образовательная мысль. 2016. № S1. С. 148-151.

4. Третьякова М.В., Юмадилова И.Ю., Васюкова М.В. Патриотизм в молодежной среде // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. - 2018. - Спецвыпуск №5. – Режим доступа: http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2018/S05/00553.pdf. (дата обращения 20.12.2020)

Отношение к волонтёрству среди студентов МАИ

Головкова Ю.С.

Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.

МАИ, Москва

В современном обществе всем известны волонтёры – люди, которые по доброй воле стараются изменить этот мир к лучшему и заботятся о тех, кто сам этого сделать не может.

Российские учёные в своих работах изучают волонтёрскую деятельность, её влияние на общество и многое другое. Эти темы можно увидеть в работах Горловой Н.И. [1], Овсий В.В. [2], Певной М.В. [3], Коган Е.А. [4; 5] и других учёных.

В ноябре 2020 года был проведен опрос студентов МАИ. Всего было опрошено 100 учащихся. Исследование проводилось методом анкетного опроса с помощью гугл-формы.

Анкетный опрос позволил выявить, что, по мнению опрошенных, чаще всего волонтерами становятся учащиеся техникумов и институтов. Так ответили 72% респондентов. Чуть меньше половины (48%) выбрали вариант - молодежь, которая не учится и не работает. Третий по популярности вариант (36%) – учащиеся школ.

Оскар Уальд как-то сказал: «Маленький акт доброты стоит больше, чем величайшее намерение». Что же по мнению респондентов является фактором, влияющим на решение стать волонтёром? Самый популярный ответ (77%) - наличие свободного времени. Больше половины опрашиваемых (63%) также выделили желание безвозмездно помогать людям. Заинтересованность в данном виде деятельности выбрали около половины (45%).

Следующий вопрос, на который отвечали студенты МАИ, был о наличии или отсутствии опыта волонтёрской деятельности. Значительная часть (39%) ответила, что уже занимается волонтёрством и будет продолжать свою деятельность. Четверть опрошенных (25%) ещё не пробовали участвовать в добровольческой работе, но хотели бы опробовать свои силы в этом. Никогда не занимались волонтёрством и не планируют в дальнейшем — около пятой части респондентов (21%). И лишь 15% опрошенных имеют опыт добровольческой деятельности, но по некоторым причинам не будут продолжать этим заниматься.

Таким образом, студенты МАИ знают о волонтёрстве, многие пробовали себя в этой сфере. Важно показывать молодому поколению значимость такого вида деятельности, как волонтёрство, пытаться привлечь их к этой работе. Ведь это не только интересно, но ещё может дать им знания и практические умения для будущего развития.

Список использованных источников:

1. Горлова Н.И. Становление и развитие института волонтерства в России: история и современность. – М.: Ин-т Наследия, 2019. – 289с.

2. Овсий В.В. Молодежное волонтерство как объект социологического исследования//Гуманитарий Юга России. 2020. Том 9 (41). №1. С. 198-209.

3.Певная М.В. Волонтёрство как социологическая проблема//Социологические исследования. 2013. № 2 (346). С.110-119.

4.Коган Е.А. Отношение студенческой молодежи к волонтерской деятельности//Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2014. № 4 (36). С. 144-149.

5. Коган Е.А, Квон Д.А. Изучение мотивов волонтерской деятельности среди студенческой молодежи// Перспективы науки и образования. 2019. № 4 (40). С. 116-125.

«Вопрос о технике» Мартина Хайдеггера

Горохов А.С.

Научный руководитель — к.ф.н. Шевцов А.В.

МАИ, Москва

Вопрос о технике Мартина Хайдеггера ставит перед нами проблему её сущности. Раскрывая её, Хайдеггер отсылает читателя к древнегреческим мыслителям. Так, он вспоминает учение Аристотеля о причинности и его пример с серебряной чашей: так, у чаши есть четыре причины: causa materialis, в данном случае серебро, материал, causa formalis, форма, принимая которую серебро превращается в чашу, causa finalis, конечная цель чаши, например, жертвоприношение, которая определяет её материал и форму, и, наконец, causa efficiens, создающая результат, в данном случае – это мастер [4,с. 222]. Взаимосвязь этих четырех видов повода появления чаши заключается в том, что вместе они дают чему-то ещё не явленному прийти к присутствию [1,с. 439, 396]. Рассуждая об этом, Хайдеггер подводит нас к выводу, что техника – это доступная к восприятию часть человеческой культуры, сущность которой является в раскрытии потаённого. В то же время современная техника раскрывает потаённое с целью поставить окружающий мир себе на службу [2,с. 516, 521]. В качестве примера приводится река Рейн. На Рейне поставлена гидроэлектростанция. заставляющего вращаться турбины, чье вращение приводит в действие машины, поставляющие электрический ток, для передачи которого установлены энергосистемы с их электросетью. Тем самым сама сущность Рейна отходит на второй план. Уже не техника вписывается в ландшафт, но ландшафт становится частью этой техники [4,с. 222]. Это опасно разрушением отношений человека и природы. Весь Рейн целиком поставлен на службу индустрии туризма. Это тоже форма техники, гораздо более современная, поставляющая принципиально новые ресурсы и блага: услуги и впечатления. Технический прогресс начался не вместе с развитием естественных наук в 17 веке, но куда раньше. На самой заре человеческой цивилизации возникали мифы о самодвижущихся колесницах, крыльях, позволяющих человеку летать, а первые паровые двигатели и аналоговые вычислительные механизмы были созданы еще в Древней Греции. Вся история человечества вела к современной высокотехнологической цивилизации потребления [3,с. 145]. И текущий вызов, брошенный судьбой, состоит в том, чтобы разорвать бесконечную цепь поставок, преобразования, потребления и утилизации. В том, чтобы не забыть, что τέχνη (технэ, ремесло) – это не только конвейерное производство. Это ещё и творчество [7,с. 217].

Этот труд Хайдеггера важен для авиационной и ракетно-космической техники, поскольку она есть наиболее совершенная форма раскрытия «потаённости», доступная человеку [5, с. 261-263]. В природе нет аналогов космических кораблей, а современные вертолеты и самолеты далеко отошли от своих “естественных” аналогов. К тому же практически любая новая закономерность в природе, приоткрывающаяся человеку, первым делом идет на службу авиации и ракетостроения [6,с. 92]. Не в последнюю очередь по той причине, что человек видит в полете, особенно космическом, высшее проявление своей свободы. В то же время современная авиация почти перестала быть произведением искусства. Творческий запал и энтузиазм в создании летающих памятников человеческому гению угасли. Теперь авиация поставлена на службу конвейерному производству. Массовость и упрощение форм правят бал, а годы технического прогресса сказываются лишь на незаметных сторонним наблюдателям изменениям в структуре фюзеляжа и

увеличении степени двухконтурности двигателей на доли процента. Авиационная и космическая техника неизбежно обросли многочисленными придатками общества «постава» [4, с. 236]: туристическими и страховыми фирмами, статистическими отделами, занимающимися оптимизацией размера откидного столика, а главное – потребителями, требующими от них высокой маржинальности и рыночного оборота, новых впечатлений и услуг. За этим человечество теряет гораздо большее — сущность полёта и космоса, заключенную в них первозданную свободу.

Список использованных источников:

1. Аристотель. О душе // Сочинения в четырех томах. Т. 1. М.: «Мысль», 1976. – С. 369-448. – 550 с.
2. Сафрански Р. Хайдеггер: германский мастер и его время / Пер. с нем. Т. А. Баскаковой при участии В. А. Брун-Цехового; Вступ. статья В. В. Бибихина. – М.: Молодая гвардия, 2005.
3. Хайдеггер М. Бытие и время / Пер. с нем. В. В. Бибихина. – М.: Ad Marginem, 1997.
4. Хайдеггер М. Вопрос о технике // Он же. Время и бытие: Статьи и выступления. – М.: Республика, 1993. С. 221-238. – 447 с.
5. Хайдеггер М. Время картины мира // Исток художественного творения / Пер. с нем. Михайлова А. В. – М.: Академический проект, 2008. С. 259-301. – 520 с.
6. Шевцов А. В. Московская философско-математическая школа. Логика и философия математики. Н. Е. Жуковский на 1 Конгрессе математиков в Цюрихе в 1897 г. // Логико-философские штудии. 2018. Т. 16. №1-2. С. 92-94.
7. Шевцов А. В. Классические и неклассические логики в историко-философском аспекте: основные принципы и понятия: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2020.

Влияние коронавируса на активность в области занятий спортом среди студентов МАИ

Ермилов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва

Для многих студентов спорт является значимой частью их жизни. Пандемия коронавируса, начавшаяся весной 2020 года, отразилась практически на всех сферах жизни, в том числе на занятиях спортом среди молодёжи.

В связи с этим в конце 2020 года было проведено исследование среди студентов МАИ с целью выявить, продолжили ли они заниматься спортом в период пандемии, и как изменился характер их тренировок. Изначально в выборку были включены только те студенты, которые занимались спортом до пандемии. Всего было опрошено 90 респондентов, преимущественно молодых людей (75%). Доля девушек составила всего 25%, что обусловлено малой представленностью женского пола в техническом вузе.

В ходе исследования выяснилось, что весной 2020 года только четверть опрошенных прекратили свои спортивные занятия. Остальные респонденты продолжили заниматься спортом. В период, когда учреждения фитнес-индустрии были закрыты, большинство студентов МАИ занимались на улице (49%) или дома (32%), а осенью многие вернулись в спортивные залы. Те, кто занимался дома, пользовались онлайн-занятиями под руководством тренера либо занимались самостоятельно.

Опрос показал, что 18% респондентов приобретали онлайн-тренировки, при этом до пандемии их покупали всего 7% опрошенных. Таким образом, популярность спортивных онлайн-занятий выросла практически в 3 раза, но при этом сам показатель (18%) оказался гораздо ниже ожидаемого. Вероятно, это связано с тем, что многие студенты не могли позволить себе покупку онлайн-тренировок в силу высоких цен.

Многие респонденты отмечали проблемы, связанные с отсутствием спортивного оборудования в домашних условиях, в результате чего они были вынуждены существенно изменить программу своих тренировок.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что характер спортивных занятий студентов МАИ в период пандемии коронавируса изменился, но большинство приспособились к новым условиям и продолжили заниматься спортом.

Список использованных источников:

1. Бароненко В.А. Здоровье и физическая культура студента: учебное пособие. - М.: Альфа-М., 2017. – 352 с.

2. Бишаева А.А. Физическая культура. Учебник. – М.: Академия, 2018. -224 с.

3. Конеева Е.В. Физическая культура. Учебное пособие / под. Ред. Е.В. Конеевой, - М.: Юрайт, 2020. – 600 с

Эволюция представлений о космосе

Заусаев М.А.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва

Первым способом объяснения космоса являлись так называемые космогонические мифы. В них объяснялся процесс возникновения планет, неба, всего того, что нас окружает, обычно, процесс заканчивался созданием человека. Мифологические космологии понимали космос как совершенное и взаимосвязанное целое. Космос для античного миропонимания есть вечное осуществление божественной красоты Единого, Ума Перводвигателя и мировой души.

Платон и Аристотель сделали следующий шаг в развитии представлений о космосе. Взгляды Платона, последователя Сократа, представляют синтез космологических учений древнего мира, как греческого, так и восточного. По его представлениям Бог-Демиург создаёт вселенную, а боги второго порядка создают человека, после чего, и космос и человек начинают самостоятельное развитие. Аристотель ряд своих космологических выводов основывает на своем полном доверии органам чувств. На основании, того что Земля визуально недвижима, а звезды и Солнце подвижны, он делает вывод, что Земля занимает в центральное положение в космосе и неподвижна, а вокруг нее вращаются остальные небесные тела. Космос Аристотеля ограничен 56 сферами, последней из которых является сфера звезд. Земля у Аристотеля имеет форму шара. Он доказывает шарообразность Земли тем, что все тяжелое и плотное стремится к центру мира, а разряженное и воздушное — к его периферии. Следовательно, все тяжелое и плотное, стремясь занять свое естественное местоположение как можно ближе к центру мира, рано или поздно становится шарообразным.

Большой вклад в развитие космологических представлений внёс Птолемей. Он создал масштабную энциклопедию математических и астрономических знаний. Геоцентрическая система мира, которую он описал, была общепризнанной до эпохи Возрождения, когда Николай Коперник совершил научный переворот.

В эпоху научной революции с гносеологической точки зрения космос стал пониматься как объективно познаваемый и механистичный. Иоганн Кеплер открыл три закона движения планет и объяснил видимую неравномерность этих движений. Он установил, как меняется скорость планеты при удалении или приближении к Солнцу. Его открытия позволили рассчитать скорость движения планет и период их обращения вокруг Солнца. Исчезли представления о круговых движениях небесных сфер, несущих на себе планеты и появилось понятие планетной орбиты. Кеплер говорил, что Земля это рядовая планета, движение которой подчинено общим трём законам. Все орбиты – эллипсы, а общим фокусом орбит является Солнце. Согласно механистической модели космоса Исаака Ньютона, все физические явления происходят в трехмерном пространстве, которое описывается евклидовой геометрией. Анализируя многочисленные данные наблюдений движения планет, Ньютон открыл закон всемирного тяготения, который явился одной из вершин классической науки.

Качественным прорывом в представлении человека о космосе в XX веке стали положения общей теории относительности, которые вывел в 1916 году Альберт Эйнштейн. Он понял, что любое массивное тело вызывает вокруг себя «искривление» пространства, то есть делает его геометрические свойства иными, чем в геометрии Евклида, и любое другое тело, движущееся в таком «искривленном» пространстве, испытывает воздействие первого тела. Общая теория относительности привела к предсказанию эффектов, которые вскоре получили экспериментальное подтверждение. Она позволила также сформулировать принципиально новые модели, относящиеся ко всей Вселенной, в том числе и модели нестационарной (расширяющейся) Вселенной.

В современной науке существует представление о так называемом антропном приципе, действующему в нашей галактике. Согласно антропному принципу устройство нашей Вселенной предполагает возможность появления человеческого вида. Поэтому то, что мы можем надеяться обнаружить в научных исследованиях всегда ограничено рамками обязательных для человеческого существования условий. В современной науке находит свое своеобразное отражение древняя идея единства Макрокосма и микрокосма. Для современной науки микрокосмосом является мир элементарных частиц, описанию которого посвящена квантовая теория. В XX веке разработкой теории, объединяющей микрокосмос с Макрокосмосом занимались такие замечательные ученые как Эддингтон, Гейзенберг, Паули и др. Сближение научной космологии и физики элементарных частиц стало настолько тесным, что проверка теории элементарных частиц на «космологическую полноценность» стала выступать критерием ее истинности.

Наше будущее бесспорно связано с космическим пространством и представления людей о нём будет меняться, так как открывают всё новые и новые удивительные факты, которые поражают наше сознание. Очевидно, что космос огромен и неизведан, и что непосредственно нам и нашим потомкам необходимо будет иметь с ним дело, если мы хотим развиваться и двигаться в будущее.

Ноосфера и взаимодействие человека и космоса

Зикрач К.Д.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва

Российский ученый и мыслитель В.И. Вернадский является создателем концепции ноосферы. Согласно В.И. Вернадскому, жизнь человека находится в неразрывной связи с жизнью всех других существ, живущих или когда-либо живших, но постепенно, влияние общества на окружающую среду возрастает и приобретает силу изменять самые основы биосферы. Биосферу Вернадский понимал как «тонкую оболочку» Земли, которая порождается жизнью и сама поддерживает жизнь. По мнению ученого, биосфера переходит в особую сферу взаимодействия человека и природы, которую он назвал ноосферой. Ноосфера не противопоставляется биосфере, а гармонично дополняет ее. Процесс перехода биосферы в состояние ноосферы осуществляется благодаря согласованному взаимодействию людей, их деятельности и ее влиянию на природу.

В качестве основного фактора в образовании ноосферы В.И. Вернадский рассматривал научное преобразование космоса и научные знания, которые воспринимал как достояние человечества. По мнению В.И. Вернадского, ноосфера будет постоянного расширяться, становясь особым элементом космоса, ограниченным социальным охватом природы. В его концепции ноосфера объединяет индивидуальное, коллективное, природное и космическое.

Ноосфера несет в себе историю об эволюции человека, его возвышения и падения, создание могучих линкоров, покоривших моря и микроэлектронику без которой нельзя представить современность. Но ноосфера помнит и другие события, серьезно отразившиеся на биосфере. Сейчас, когда человек стоит на пороге космического пространства необъятных размеров и возможностей, человек не должен действовать в освоении космоса также эгоистично, как он действовал по отношению к биосфере. Из-за своего стремления к

развитию, человек встал на пороге новой эпохи во взаимодействии с космосом. Эволюция человека привела к дефициту ресурсов на планете и к мысли о начале эры новых великих открытий. Раньше могучие линкоры и галеоны плыли в поисках новой земли, сейчас же, новые линкоры и галеоны должны вновь отправиться на поиски, иначе человек, выработав ресурс своей планеты, пострадает, как и биосфера. Человек должен осваивать космос аккуратно, внимательно, приняв во внимание все совершенные ошибки.

Одна из главных идей концепции В.И. Вернадского это идея гармонизации отношения человека к космосу. Мыслитель решал вопрос о том, что необходимо сделать, чтобы взаимодействие человека и природы стало оптимальным. Он считал, что такое взаимодействие должно быть гуманным и протекающим на научной основе. Ученый полагал, что неподобающее отношение человека к природной среде несовместимо со способностью людей жить в солидарности и единении.

Управление физической активностью студентов в период самоизоляции с помощью платформ электронного обучения

Камозин Д.Е.
Научный руководитель — доцент, Боброва О.М.
СФ МАИ, Ступино

Основные задачи были направлены на проведение учебно-оздоровительных мероприятий, поддержание уровня функциональных возможностей и физических качеств, формирование потребности в здоровом образе жизни студентов, определение взаимосвязи видео уроков с физическим потенциалом, ознакомление с новыми идеями и инновационными направлениями, при совершенствовании, укреплении физических качеств и формировании культуры здоровья у студентов. Выявлены проблемы, возникающие у студентов при обучении дистанционно, а также рассмотрены преимущества и недостатки дистанционного обучения.

В нашей работе использовались методы педагогического наблюдения по средствам системы электронного обучения ЛМС МАИ. Рассматривались показатели здоровья и двигательная активность, направленная на совершенствование и укрепление физических качеств, в разработанных комплексах, содержащих современные технологии занятий по выбору, с учётом индивидуальных особенностей занимающихся, анализы статистических данных, литературные источники, видео уроки. В результате исследования были разработаны рекомендации по организации, и осознанию ответственности за здоровый образ жизни.

Факторы мотивирующие студентов к выполнению физических нагрузок:

- Желание укрепить здоровье — 73%
- Доставляемые занятиями удовольствия — 31%
- Поддержание внешних форм — 27%
- Совершенствование физических качеств — 45%

Занятия проводимые в формате видеоконференции являются самым эффективным методом наблюдения за физической активностью студентов, однако существуют трудности при проведении таких мероприятий.

Проблемы препятствующие проведению видеоконференции по предмету физическая культура:

- Жилищные условия (ремонт дома, маленькая квартира, общежитие и др.)
- Семейные проблемы (насмешки родственников, мешающие братья и сёстры и др.)
- Технические проблемы (отсутствие интернета, компьютера, необходимой аппаратуры и др.)
- Материальные проблемы (отсутствие спортоборудования)
- Отсутствие времени для выполнения упражнений
- Стеснительность из-за внешнего вида, неуверенность в себе и др.

Из результатов опроса можно сделать вывод, что альтернатива видеоконференциям – видео уроки будут более востребованы у студентов, из-за их большей мобильности и отсутствия необходимости «присутствия» одногруппников и преподавателей. А также, что комплексы упражнений, требующие специального оборудования и больших отрезков свободного времени будут прохладно встречены в студенческой среде.

Проводимые социологические исследования показывают, что самостоятельная работа студентов повышает уровень самостоятельности, формирует навыки самоконтроля, проявляют при этом больше активности и инициативы. Следует отметить, что дистанционное обучение можно использовать для формирования спортивных ориентиров, которые необходимы для самореализации и поддержания здорового образа жизни.

Исходя, из всего выше изложенного можно сказать, что организация дистанционного обучения и управления физической активностью студентов с использованием электронных платформ обучения требует от преподавателей разработки новых форм и методов работы со студенческой молодежью.

Способы решения проблем молодежи в сфере занятости

Климова Е.А., Минаева К.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

С проблемами трудовых отношений связано участие молодежи в сфере занятости. Молодежь уязвима на рынке труда, так как не является конкурентоспособной. Это связано с малым опытом работы или с его отсутствием, ведь работодатель хочет получить быстрый результат от найма сотрудника, а не участвовать в его адаптации и обучении.

Не каждый работодатель, к примеру, возьмет на работу девушку, он скорее предпочтет взять парня. Связано это с тем, что девушка может забеременеть, а работодателю придется выплачивать ей отпускные по уходу за ребенком несколько лет. Поэтому ситуация молодых девушек на рынке труда еще более шаткая.

В нашей стране только после весенней ситуации с пандемий коронавируса в 2020 году начались с подвижки в переводе некоторых специалистов на дистанционную работу на постоянной основе, тогда как до этого в регионах подобная занятость была крайней редкостью.

Среди школьников имеется проблема неясных представлений о будущей специальности, трудности выбора. Здесь частично помогут уроки профориентации в 9-10 классах, рассказы представителей учебных заведений или крупных предприятий, имеющих потребность в притоке кадров, в школах о специфике работы в том или ином секторе.

У выпускников обязательно должна проходить стажировка на предприятиях. За счет этого молодой специалист сможет получить необходимые практические навыки. Государство обязано содействовать этому процессу, оно должно создавать и поддерживать в исполнении гибкие графики для выпускников, так как часто стажировка совмещена с процессом получения образования.

Квотирование — хороший инструмент для снижения фрикционной безработицы у молодежи. Работодатель будет обязан иметь некоторую часть молодежи в числе работников. Поддержка предпринимателей и организаций, оказывающих содействие трудоустройству молодых специалистов, может дать неплохие результаты.

Также следует выделить проблему необъективной и неполной информации о состоянии рынка труда у молодежи. Выпускник сможет понять, что его специальность невостребованная лишь после окончания учебного заведения, когда столкнется с реалиями жизни. В регионах с этой проблемой сочетается проблема превышения предложения рабочей силы над спросом, то есть возникает излишек кадров, что в свою очередь создает безработицу. Обращение в службы занятости населения — мера для решения структурной и фрикционной безработицы у молодежи. Здесь может быть

произведена переквалификация выпускника, поиск вакантных мест. Это поможет наладить связи между центрами занятости и работодателями, помочь в поддержании диалога между потенциальным работодателем и работником.

Политика вмещать в себя должна в обязательном порядке рейтинг специальностей, чтобы иметь представления о рынке труда для масс, а также необходимо устраивать ярмарки вакансий для старшеклассников, встречи с представителями, конференции. Обе эти меры вполне могли бы удовлетворить потребности старшеклассников и их родителей в информации о ситуации на рынке труда. Поэтому, проблема молодёжной безработицы требует комплексного решения, в которой бы принимали участие учебные заведения, работодатели, а также само государство.

Только совместные действия всех уровней власти могут дать ощутимые результаты. Проводить данную политику необходимо не только для решения уже существующей ситуации на рынке, но и для предотвращения роста безработицы у молодежи в будущем.

Соотношение понятий образ жизни и жизнедеятельность

Комова А.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванова И.В.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Жизнь людей в современном обществе развертывается в условиях, которым свойственна высокая степень динамизма и многообразия, высокая степень сложности. В этих условиях человек оказывается перед необходимостью выполнять множество социальных ролей, быстро переходить от одной ситуации к другой. Сегодня предпринимаются попытки проследить, как в ходе повседневной жизни людей рождаются новые образцы деятельности, поведения, общения, как формируются новые ценности, нормы и цели, каковы ме¬ханизмы их воздействия на жизнедеятельность различных людей, каковы преднамеренные и непредвиденные последствия их широкого распространения в нашей культуре. Сде¬лать это оказывается возможным при таком понимании социальных и культурных процессов жизни, при котором личностные характеристики человека, его жизненная сре¬да, а также процессы и формы его жизнедеятельности рас¬сматриваются во взаимосвязи. Тогда вполне доступным для наблюдения и объяснения становится усвоение лич-ностью образцов, ценностей и норм, а также преобразование индивидуального опыта в социально значимый. Иссле¬довать общественное бытие «в движении», под углом зрения того, как люди в процессе совместной жизни поддерживают и изменяют свой культурный мир, оказывается возможным, если обратиться к их образу жизни [1].

Категория «образ жизни» отражает динамику повседневной жизни, фиксирует индивидуально своеобразные или социально типичные способы организации людьми своей жизнедея¬тельности. Она позволя¬ет людям анализировать и оценивать свое положение в обществе, свою жизненную позицию, свои желания и воз¬можности [1,2].

Человек распола¬гает такими фундаментальными ресурсами, как время и силы (физические и психические), и расходует их на про¬тяжении всего периода своего индивидуального существо¬вания. Эти временные и энергетические затраты, направ¬ленные на окружающий мир, на других людей, воплоща¬ются в различных формах жизненной активности; это в совокупности составляет жизнедеятельность людей. В этих формах люди главным образом и расходуют свои жизненные ресурсы. Однако в жизни членов общества эти культурно зафиксированные формы имеют отнюдь не одинаковый порядок. У каждого они по-своему распределены во времени, по важности, по затрате усилий. Такое соподчинение этих форм можно назвать организацией жизнедеятельности, которая обусловлена как социальными факторами, так и личным выбором.

Следует отметить еще одну сторону организации людь¬ми своей жизнедеятельности. Она связана со свободой вы¬бора культурно зафиксированных форм. В различных областях жизни выбор может происходить с разными «степенями» свободы. Есть такие вынужденные виды деятельности, когда одна из возможностей настолько очевидна, что другая

альтернатива может возникнуть на горизонте лишь как абстрактный, теоретически возможный шанс. Условия жизни, жизненные обстоятельства определяют вероятность выбора, но не исключают возможности принятия другого решения. Человек постоянно делает выбор между различными видами деятельности, направленной на удовлетворение его потребностей. Возможностей бывает множество. Часто приходится выбирать из разных видов деятельности такую, которая не нравится, но обстоятельства вынуждают ею заниматься. Многие виды деятельности человека являются вынужденными: мы не можем ими не заниматься. Итак, организация человеком своей жизнедеятельности, распределение времени и усилий по выполнению социаль¬но обязательных и индивидуально выбранных форм жиз¬ни в своей непосредственной реализации составляют образ жизни [2,3]. Образ жизни обеспечивает возможность каждому человеку регулировать свои социальные связи. Сознатель¬но перераспределяя затраты времени и усилий, можно либо включаться в широкую сеть таких связей, либо обо¬собиться.

Список использованных источников:

1 Романова, В. И. Категория «образ жизни» в отечественной и зарубежной научной литературе / И. В. Романова // Вестник ЗабГУ. - 2012. - №10. - С. 63-79.

2 Штерц, О. М. Социально-психологический анализ категории «образ жизни» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2013. - № S1. - С. 56-60.

3 Ядов В.А. Взаимосвязь социологических и социально-психологических подходов к исследованию образа жизни // Психология личности и образ жизни / Отв. ред. Е.В. Шорохова. — М.: Наука, 1987. — С.89-93

Управление средствами физической культуры в регулировании работоспособности студентов, в процессе обучения

Косицин А.А., Панкина Е.А.
Научный руководитель — доцент, Боброва О.М.
СФ МАИ, Ступино

Цель работы:

Повышение образовательного потенциала по методическим рекомендациям совершенствования силовых упражнений.

Формирование потребности в диагностировании состояния организма, на основании функциональных проб.

Методика совершенствования физических качеств требует тщательного анализа достигнутого, применения новых организационных форм и методов с учетом общественных интересов и потребностей молодёжи, четко конкретизировать следующие задачи:

Определить степень значимости силовых физических качеств.

Изучить характер величины изменений показателей физической работоспособности студентов, использовать тренировочную нагрузку различной направленности.

Пополнить знания о средствах и методиках укрепления здоровья, изучить характер формирования интересов у студентов к физической культуре и спорту.

По итогам метода объективного контроля, учитывая исходный уровень физической подготовленности студентов, создается предпосылки для правильного комплектования учебных групп. Связанного с этим выбором методики занятий. Возможность обучения определяются методами объективного контроля других характеристик, от которых зависит количество выполнения основного двигательного действия и итоговый результат.

В данной работе мы применили комплекс научно-педагогических методов исследования, которые осуществлялись в виде отдельных педагогических экспериментов. В начале, в середине и в конце учебного года во всех группах были проведены контрольные замеры по следующим тестам: рост, вес, прыжки в длину с места и с разбега, измерения силы мышц правой и левой кисти рук, бег 100 и, подпрыгивания вверх по ленте Абалакова, тест Купера, жим штанги лёжа под углом и на горизонтальной площадке, приседания со штангой.

Для решения поставленных задач использовались методы исследования: анализ литературных данных, педагогические наблюдения, контрольные испытания и эксперименты, наблюдения с применением массового анкетирования по программе, характеризующей отношение студентов к физической культуры и спорту, их физкультурные интересы. Проведённые социологические исследования показали, что 75% опрошенных студентов считают более привлекательным заниматься совершенствованием силовых упражнений.

Большинство систем нашего организма обслуживают мышечную деятельность. Поэтому если человек регулярно занимается физической культурой и имеет тренированные мышцы, то, как правило, можно говорить о том, что у него более высокий уровень работоспособности всех систем, в том числе нейроэндокринной, сердечно-сосудистой, нервной, опорной (позвоночник, суставы) и др., следовательно, рациональная тренировка оздоровительной направленности решает задаче повышения силы и выносливости практически всех мышечных групп, не оставляя «слабых звеньев».

Правила тренировки

При построении занятия, направленного на повышения силы и выносливости, необходимо применить следующие правила:

Выполнять предварительную разминку, которая позволит избежать возможных травм;

Обращать внимание на ритм выполнения движения и следить за дыханием. Начинать занятие следует с крупных групп мышц (мышц ног, туловища), а затем включать упражнения для более мелких мышц;

Упражнения необходимо выполнять, соблюдая принцип симметрии (с одной, потом с другой ноги или руки, в обе стороны);

Начинать тренировку следует с посильной нагрузки, чтобы не вызывать чрезмерную боль в мышцах; Нагрузку надо увеличивать постепенно за счет количества повторений, количества серий, усложнения исходного положения (И.п.) и т.д.; Занятие заканчивать выполнением упражнений на растягивание мышц (стретчинг), получивших нагрузку.

Тренировочные программы

Составление программ оздоровительной тренировки наиболее сложный и ответственный момент. Ведь тут необходимо учитывать и уровень подготовленности, и индивидуальные особенности каждого студента.

Тренировка, направленная на развитие силы.

Тренировка, направленная на развитие силовой выносливости.

Тренировка, направленная на придание мышцам рельефности.

Заключение.

На основании проведенных методических рекомендаций, направленных на управление средствами физической культуры, в регулировании работоспособности студентов, сделали следующие выводы:

Наиболее перспективными видами физических упражнений являются специальные упражнения близкие по характеру нервно-мышечных усилий и структуре движений.

Специально подобранными упражнениями можно строго направленно воздействовать на развитие специальных силовых видов физических упражнений.

Эффективность различных вариантов комплексного избирательного развития физических качеств повышает интерес студентов к занятиям физической культуры, повышая КПД занятий.

При подобной форме занятий студенты видят положительные изменения в функциональной тренированности, что сказывается на их эмоциональном состоянии. Развитие физических качеств происходит в зависимости от сочетаний таких компонентов, как интенсивность упражнений, продолжительность интервалов отдыха, числа повторений, направленных на общее развитие.

Значение международного сотрудничества в аэрокосмической сфере в сознании людей

Куденко Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Токарева Е.М.
МАИ, Москва

Для развития аэрокосмической сферы и дальнейшего продвижения человечества в космос необходимо международное сотрудничество. Объединение усилий стран мира позволяет проводить множество сложных исследований.

В том, что необходимо развивать аэрокосмические исследования, уверено большинство россиян. Из опроса, который провел ВЦИОМ в 2019 г., следует, что 90% россиян высказываются за участие России в освоении космоса для развития науки и технологий, обороноспособности страны, авиакосмической промышленности и создания новых рабочих мест. 76% опрошенных считают Россию лидером в освоении космоса, также по мнению респондентов ведущие позиции занимают США (66%) и Китай (46%). За увеличение финансирования и участия России в освоении космоса выступают в основном люди старше 35 лет. Большинство опрошенных в возрасте от 18 до 35 лет считают, что финансирование космических исследований следует оставить на существующем уровне [1]. Из другого опроса, который ВЦИОМ провел в 2017 г., в котором приняли участие 1200 респондентов, следует, что 78% россиян считают важным международное сотрудничество в аэрокосмической сфере, причем люди в возрасте от 60 лет и выше чаще других возрастных групп высказываются об объединении усилий стран мира. За обособленное развитие космонавтики в России высказались только 18% респондентов [2].

Из опроса, проведенного ФОМ в 2019 г., следует, что 53% респондентов выступают за международное сотрудничество и 35% - за самостоятельную деятельность России в космосе, при этом среди людей со средним общим образованием и ниже 42% высказываются за совместные с другими странами исследования, а 40% - за самостоятельное развитие космонавтики в нашей стране [3].

Россия участвует во множестве международных проектов, среди них: МКС, Спектр-РГ, проект Экзо-марс.

МКС (Международная Космическая Станция) - самый крупный международный проект. В нем участвует множество стран: США, Россия, Япония, Канада, ЕС. В последнее время появляется все больше мнений относительно целесообразности дальнейшего использования и развития МКС.

11.02.2018 администрация президента США Дональда Трампа выступила за продажу американского сегмента МКС. Из-за высоких затрат NASA не может сосредоточится на более перспективных и выгодных проектах [4]. В то же время американская общественность выступает против прекращения участия в проекте, это подтверждается данными социологического исследования, проведенного в марте-апреле 2018 г. исследовательским центром Пью, 80% респондентов выступают за продолжение финансирование и участие в работе МКС [5].

Замгендиректора РКК “Энергия” Владимир Соловьев также высказался за отказ от продления срока работы МКС, т.к. в корпорации ожидают лавинообразный выход элементов МКС из строя, а обслуживание требует значительных затрат [6]. Кроме того, в опросе, проведенном ВЦИОМ в 2017 г., одним из самых важных аэрокосмических проектов России респонденты назвали продолжение работы МКС [2].

Приведенные исследования показывают, что молодежь меньше интересуется космосом и международным сотрудничеством. Для исправления этой ситуации целесообразно активнее информировать население об участии России в международных проектах, путем использования возможностей научных блогеров (в том числе на YouTube), создания документальных фильмов, различных экскурсионных программ, в том числе в онлайн формате, активного использования социальных сетей для продвижения идей международного сотрудничества.

Список использованных источников:

1. Российская космонавтика: сквозь тернии к звездам [Электронный ресурс]. URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rossijskaya-kosmonavtika-skvoz-ternii-k-zvezdam-.

2. Россия в космосе XXI века: амбиции и прагматизм [Электронный ресурс]. URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rossiya-v-kosmose-xxi-veka-ambiczii-i-pragmatizm.

3. О космосе. О состоянии и развитии космической отрасли и желании полететь в космос [Электронный ресурс]. URL: https://fom.ru/Budushchee/14192.

4. The ISS was never supposed to end like this // nbcnews.com. URL: https://www.nbcnews.com/mach/science/iss-was-never-supposed-end-ncna848771.

5. Опрос: американцы не считают приоритетными космическими задачами полеты на Луну и Марс [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/kosmos/5269667.

6. РКК "Энергия" ждет резкого роста числа поломок на МКС после 2025 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.interfax.ru/russia/738802.

Дистанционное обучение в вузе глазами студентов МАИ

Лаговская В.А.

Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.

МАИ, Москва

В условиях сложной эпидемиологической обстановки очень востребованным стал такой формат обучения, как дистанционный. В чём же отличительная черта его от традиционной формы обучения, каковы его плюсы и минусы? Ученые активно занимались изучением этого вопроса как до пандемии коронавируса [2; 3; 4], так и во время нее [1; 5].

Для подробного изучения данной темы в ноябре 2020 года было проведено исследование отношения студентов к дистанционному обучению. Было опрошено 100 студентов Московского авиационного института.

Участниками опроса стали люди в возрасте от 18 до 20 лет (62%) или с 20 до 22 лет (28%). Большинство респондентов (59%) мужского пола, остальные – женского пола.

Целью исследования было выявить отношение студентов к дистанционной форме обучения, изучить различия между традиционным и онлайн-обучением.

В первую очередь стоит отметить, что большая часть студентов не испытывает трудностей при подключении к онлайн-занятиям, всё необходимое оборудование у них имеется. В ходе исследования было выявлено влияние дистанционного обучения на другие сферы жизни студентов. Выяснилось, что у многих появилась возможность и время на то, чтобы уделить внимание не только учёбе, но и своим близким и самому себе, своему здоровью.

Также было определено, в какое время дня учащиеся максимально активны и работоспособны. Большинство опрошенных оказались активны чаще всего с 18 до 21 часов (49%) и с 21 до 00 часов (46%), что не совпадает со временем проведения пар. Учащимся для лучшего понимания гораздо удобнее посмотреть лекции и другие занятия позднее, в записи. Причём 74% учащимся ранее не хватало этой возможности. Благодаря такой функции, как запись лекции, студенты начали более рационально планировать своё время.

К минусам дистанционного обучения относится более низкое качество коммуникации с преподавателями и однокурсниками по сравнению с традиционным форматом. При выполнении практических заданий студентам не хватает полноценного общения с преподавателями. Учащиеся хотели бы, чтобы теоретическое обучение проходило с использованием онлайн-формата, а для получения практических навыков всё-таки многим необходимы оффлайн-занятия.

Таким образом, дистанционное обучение может иметь полное право на существование в сочетании с элементами традиционного формата учебы.

Список использованных источников:
1. Алешковский И.А., Гаспаришвили А.Т., Крухмалева О.В., Нарбут Н.П., Савина Н.Е. Студенты вузов России о дистанционном обучении: оценка и возможности //Высшее образование в России. 2020. Том. 29. № 10.С. 86-100.
2. Коган Е.А. К вопросу о перспективах внедрения онлайн-образования в техническом вузе // Инновации в образовании. 2019. № 10. С. 72-78.
3. Кузнецова О.В. Дистанционное обучение: за и против// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 8-2. С. 362-364.
4. Леонтьева И.А. Дистанционное обучение как одно из средств повышения качества образования студентов в вузе//Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2017. № 6. С. 84-88.
5. Михайлов О.В., Денисова Я.В. Дистанционное обучение в российских университетах: «шаг вперед, два шага назад»?//Высшее образование в России. 2020. Том. 29. № 10.С. 65-76.

Изучение социальных проблем современного общества через изменения института семьи

Лебедева М.Н.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Тарасова Г.Н.
РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

Социология семьи — одна из самых " проработанных " специальных социологических теорий в мире. По проблемам семьи и брака ежегодно публикуются тысячи исследований разного масштаба и глубины. Тем не менее, актуальность семейной повестки сохраняется, вероятно, это объясняется как особенным значением и местом данных институтов в жизни общества и человека, так и их постоянными изменениями.

Информированность и знания по проблемам семьи имеют большое воспитательное значение для социальной подготовки будущих молодых специалистов.

Очень серьезные тенденции в институте семьи находят отражение в обновляющейся повестке дня научных конференций и конгрессов. Сошлемся на IX Конгресс Европейского общества семейных отношений (общество существует с 2002 года) [1]. Значительное число докладов на Конгрессе было посвящено отцовству как социокультурному феномену.

Трансформации в сфере отцовства оцениваются как ключевые семейные изменения XXI века. Безусловно, этот тренд начал формироваться в XX веке и в какой-то степени может рассматриваться как своеобразный результат изменений брачно-семейной сферы XX столетия. Отцовство в современной науке изучается как социальный институт, сложившийся в ходе длительной эволюции брачно-семейных отношений. В истории института семьи принято выделять два наиболее значимых периода - традиционной и современной семьи. Изменения института отцовства в значительной степени соответствуют логике перехода от традиционной семьи к современной. Мужчина - отец в традиционном обществе должен был быть главным кормильцем в семье и транслятором гендерной идентичности. Модель отцовства как модель " отсутствующего " отца, как заметил российский социолог И. Кон [2], создает дистанцию между отцом и детьми, что способствует поддержанию отцовской власти. Это власть главы семьи, имеющего право принимать решения относительно жизни и будущего всех членов семьи, и прежде всего детей. В XX столетии вместе с изменениями типа семьи меняется и отцовство, к которому сегодня применяется термин " новый отец ". Появляется модель " ответственного " отца, которая включает в себя не только экономическое обеспечение детей, но и заботу, общение, вовлеченность в воспитание детей. Подобная форма отношений родителей и детей стала возможна в результате глубоких социальных изменений при переходе к индустриальному и даже постиндустриальному обществ. Это либерализация прав и свобод граждан, активная занятость женщин на рынке труда, рост общих доходов домохозяйств. В современном мире изменяются как социальные ожидания по отношению к роли отца, так и реальные поведенческие практики. Например, типичные практики для ответственного отца - это присутствие при рождении ребенка,

включенность в заботу о маленьких детях, активное взаимодействие с детьми, независимо от пола. Стоит обратить внимание, что понятие " нового отцовства " коррелирует с понятием бикарьерной семьи, распространение которой давно признано социологами. Семья, в которой оба супруга реализуют свою потребность в труде, неизбежно требует перераспределения семейных ролей. Это касается не только участия мужчин в воспитании детей, но и в хозяйственно - бытовой деятельности, в оказании психологической поддержки членам семьи. Поэтому можно констатировать, что изменение отцовства является частью изменений супружеской роли мужчины в семье. Отмеченные выше изменения происходят не прямолинейно. В процессе утверждения в современном обществе ценностей постиндустриального общества возникает явное противоречие следующих тенденций. С одной стороны растет число молодых людей, не желающих создавать семью, сознательно отказывающихся от родительства, в пользу гедонистических интересов в жизни. С другой стороны, появляется "новое отцовство", сопровождающееся утверждением ценностей ответственного родительства. В этом противоречии, возможно заложена положительная тенденция, которую подметил И. Кон. Он писал о том, что "снижение социального престижа отцовства одновременно делает его в долгосрочной перспективе более ответственным и положительным" [2]. Изучение семейных ценностей современной студенческой молодежи показывает, что далеко не все из них осознанно относятся к изменениям в институте семьи

Список использованных источников:

1. Носкова А. В., Кузьмина Е. И. Семья сквозь призму разнообразия (IX Конгресс Европейского общества семейных отношений) // Социологические исследования. – 2019. № 3. – С. 153-155.

2. Кон И. С. Мужчина в меняющемся мире. — М., Наука, 2009, с. 361.

3. В. И. Горбачева, Д. В. Мальцева. Методологические основания теоретического изучения отцовства. // Вестник РГГУ. Серия "Социология". — 2011. — № 3,С. 216 - 230

Космическая философия К.Э. Циолковского

Литвинова В.В.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва

Константин Циолковский – не только человек, способствовавший реализации идеи полета в космос, но и автор «космической философии». В ее основе лежат такие понятия, как монизм (принцип единства Вселенной) и бессмертие, которому Циолковский уделяет очень много внимания. По его мнению, Вселенная сама по себе бесконечна и бессмертна, а также бессмертны и все ее части, то есть бесконечна и жизнь. Вселенная, по его мнению, является саморегулирующейся системой и характеризуется всеединством. По словам Циолковского, мир это сложный механизм, имеющий некое нематериальное начало, которое он называет Первопричиной. Эта Первопричина разумна и совершенна. Циолковский полагает, что в ходе своего развития космическое вещество эволюционирует от материального состояния к энергетическому. Это преображенное, «лучистое» состояние должно стать итогом эволюции материи. Циолковский, являясь панпсихистом, наделяет всю материю чувствительностью.

При изучении вопроса бессмертия Циолковский обращался к религии, изучая христианство и буддизм. Однако он не мог принять ни одну из уже существующих версий бессмертия, поэтому разработал свою собственную теорию бессмертия. Он построил ее на предположении о том, что сам атом является носителем жизни, поэтому, переселяясь из организма в организм, он существует вечно.

Исходя из этого он считает, что нельзя позволять телам низших форм поглощать атомы, находящиеся в организме человека после смерти, так как человек является высшим существом. По мнению Циолковского, необходимо избавиться от всех животных и растений, в которых человек не нуждается.

Также Циолковский считает, что человечеству необходимо размножаться, чтобы в будущем человечество имело достаточную численность для заселения Солнечной системы. Однако, когда наступит предел возрастания населения, необходимо будет внимательно подойти к подбору родителей для будущих поколений, сдерживать рождаемость у неполноценных членов общества. Для увеличения рождаемости гениальных людей он предлагает особую программу евгеники. В каждом населенном пункте, по этой программе, надлежит создать специальные дома, где должны проживать гениальные представители обоих полов, на брак которых и последующее деторождение необходимо получать специальное разрешение. По мнению Циолковского, это приведет к стремительному увеличению доли «одарённых» людей и гениев.

Хотя Циолковский и преследует благую цель обретения человечеством вечной жизни, он совершенно не считается с чувствами людей и его методы являются довольно антигуманными, так как он считает, что «общее бессмертие» выше индивидуального и старается все время смотреть в будущее, не обращая внимание на настоящее. Позиция Циолковского по этому вопросу довольно радикальна, поэтому его идеи не могут быть воплощены в жизнь, но его труды о бессмертии стали важным элементом в развитии философии иммортализма, в основе которой идея отдаления смерти.

Я считаю, что труды Циолковского на эту тему полезно изучить для понимания его взгляда на бессмертие, однако использование их в качестве практического руководства в современном мире невозможно, так как действия, описанные в работах, противоречат многим правам и законам, принятым мировым сообществом, а также различным этическим и моральным нормам.

Промышленный туризм как фактор профессиональной ориентации молодежи

Лукичева С.С.
Научный руководитель — профессор, д.ф.н. Сидорова И.М.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Индустриальный туризм (от англ. urban exploration - городское исследование) – это разновидность туризма, для которого характерно исследование различных промышленных предприятий и зданий специального назначения с целью удовлетворения потребности в познании.

Индустриальный туризм включает в себя посещение экскурсий на действующие объекты промышленности и знакомство с процессом производства – так называемый промышленный туризм. Экскурсионные программы при этом могут акцентироваться на предприятиях, являющихся символическими для региона или города. Промышленный туризм, как правило, привлекает технических специалистов, имеющих в качестве своей цели расширение профессионального кругозора, студентов, обучающихся на специальностях технического профиля. Нередко посещают интересующие объекты инвесторы и бизнесмены, желающие вложить средства в перспективное предприятие.

Нельзя недооценить роль промышленного туризма, как для сферы промышленного производства, так и для сферы туризма в целом. Промышленный туризм дает возможность обмениваться знаниями и компетенциями между специалистами предприятий, привлечь инвестиции в производство и регион, где это производство расположено, повысить популярность и интерес к территориальным брендам и продукции. Все это, в свою очередь, способствует развитию внутреннего и въездного туризма регионов страны.

Немаловажное значение промышленный туризм имеет для будущих молодых специалистов. Проведение экскурсий на действующие предприятия может быть связано с профориентационной деятельностью для школьников и студентов. Более того, знакомясь с процессом производства напрямую, молодые люди на примере могут увидеть, насколько важен труд в жизни человека. Каждодневную трудовую деятельность, будь то умственную или физическую, можно с уверенностью назвать источником развития как отдельных

индивидов, так и общества в целом. Все больше познавая и используя результаты этого познания в дальнейшем, человек совершенствует себя, в том числе и как специалиста в какой-либо отрасли, тем самым совершенствуется сфера, в которой он работает, и, наконец, совершенствуется общество. Таким образом, индивид не только сам получает от трудовой деятельности пользу; эта польза более глобальна и имеет общественное значение.

Необходимо отметить, что труд как целесообразная творческая преобразующая деятельность – это атрибут жизни человека, так как он направлен на удовлетворение потребностей, при этом все более возрастающих и развивающихся качественно. Люди в стремлении удовлетворить качественно новую потребность, адаптируясь к новым условиям, также совершенствуют свою деятельность. Так, возвышение потребностей способствует развитию и реализации индивидуальности человека.

Как задача промышленного туризма способствование осознанию значимости труда связано также с воспитанием в молодежи чувства патриотизма, уважения к людям, которые вкладывают свои силы на благо общества и своей родины и для успешного будущего молодого поколения. Индивидуальный интерес и стремление к успеху в деятельности могут сочетаться с осознанием того, что эта деятельность имеет большую ценность и значимость для развития города, региона, страны или человеческого общества в целом.

На данный момент промышленный туризм является одним из основных, при этом новых направлений развития туристической сферы в России. Основная цель промышленного туризма в Российской Федерации – привлечение внимания к России, как к стране с высоким уровнем развития промышленности, формирование ее туристской привлекательности. При этом промышленный туризм может послужить инструментом развития и продвижения региональных брендов.

Для становления промышленного туризма в России необходимо: «1) создание туристской инфраструктуры; 2) превращение индустриальных объектов в объекты экскурсионного показа и включение их в туристский пакет; 3) координация интересов муниципальных властей, туристских фирм, предприятий и специалистов, предоставляющих информацию для экскурсий, входящих в туры» [1].

С целью повышения туристской привлекательности, решения проблемы нехватки специализированных экскурсий и распространения информации о промышленной направленности города Рыбинска можно предложить разработку и проведение экскурсий в Рыбинский Государственный Авиационный Технический Университет имени П.А. Соловьева, подготавливающий специалистов по техническим и гуманитарным специальностям и обладающий широкой и качественной материально-технической базой для формирования в студентах необходимых компетенций для дальнейшей профессиональной деятельности. Организация экскурсий позволит будущим абитуриентам ознакомиться с процессом обучения изнутри, а также поможет сформировать у студентов патриотическое отношение к труду преподавателей и работников, которые, осуществляя деятельность в Университете, формируют среду для успешного становления специалистов, развивают науку и способствуют распространению нравственных, культурных и научных ценностей общества.

Экологическая сознательность человека в космическом пространстве

Морозова С.С.
Научный руководитель — Григорьев А.В.
МАИ, Москва

С началом эпохи освоения космоса, человечество как бы вышло за рамки, поставленные самой природой. И вроде бы «человек по отношению к Вселенной есть её микрокосм, подверженный тем же законам, что и Вселенная», но при этом он противостоит природе, пытается её подчинить, обуздать, даже подогнуть под себя. Люди «выжимают» планету так, как используют лимон для приготовления блюда: нужна и цедра, и сок. Только планета не лимон, она не сможет вырасти заново. Да, есть возобновляемые природные ресурсы, такие

как земля, растения, животные, даже есть неисчерпаемые водные, но так ли они постоянны? Можно ли считать воду неисчерпаемым источником, когда её постоянно загрязняют, отравляют, делают безжизненной?

Поиграв в прекрасную игрушку под названием пластик, человек вышел за пределы своего дома. Сейчас мусор, состоящий преимущественно из различных видов пластика, летает не только на улицах, лежит не только на свалках, давно перешагнувших за все рамки срока эксплуатации, но и вращается вокруг нашей планеты. В этом году микропластик (частицы, на которые распадается пластик) впервые был обнаружен в плаценте человека. Он же был найден практически во всей рыбе, выловленной на территории России. У людей появляются новые заболевания, царствует онкология и различные вирусы. Это ли не повод бить тревогу? Причём страдают не только люди, но и животные, среда которых варварски разрушается. Неужели люди движимы только желанием разрушения и истребления, неужели развитие технологий это только способ устроить комфортную жизнь, не думая о последствиях? А ведь можно сказать и так. Экологические проблемы тому подтверждение.

По общедоступным данным в околоземном пространстве летает не менее 20 000 объектов космического мусора различных форм с размерами более 10 см каждый. Это и вышедшие из строя спутники, и ракеты, и их части. Постепенно разрушаясь, они превращаются в мусор, который собирается в целые группы, дрейфующие в околоземном пространстве. Даже один небольшой объект может повредить космический аппарат или станцию, разгерметизировав её оболочку. Люди запустили что-то на орбиту, получили необходимые данные, а дальше уже никого не интересует, что будет с останками КА. Пусть они хоть в новую планету собираются, ведь мы здесь, на Земле, ничего не видим. А если не видим проблемы, то её и нет. Это обычная "психология" человека, потому что так проще и комфортнее. Можно купить себе воду в новой бутылке по дороге домой, выпить и сразу выкинуть. Очень удобно. Удобно не думать о последствиях загрязнений, выбрасывать всё, зная что это вывезут куда-то далеко, чуть ли не в другое измерение. Но ничего не исчезает, мусор не испаряется, а в замен приносит лишь множество "подарков": загрязнение земли или же полностью уничтожение плодородного слоя почвы, отравление подземных и поверхностных вод, ухудшение воздуха, снижение количества кислорода в нём.

На YouTube есть достаточное количество видеороликов на тему экологии в космосе. Эксперты в различных областях науки рассказывают о проблемах загрязнения околоземного пространства, приводя конкретные примеры из жизни. Также рассказывают, что сейчас спутники и КА запрограммированы по окончании своей работы на спуск на так называемые орбиты захоронения. Это своего рода мусорная свалка, только в космосе. И сейчас, помимо уже упомянутых угроз столкновения с КА, есть проблема разработки способов уничтожения этого мусора. Потому что пока все аппараты по уборке мусора находятся на стадии идеи. Соответственно, «космическая» свалка лишь растёт.

В начальной школе нас учили не ломать ветки и выкидывать мусор в положенное место, но не рассказывали о том, куда затем этот мусор отправляется и насколько он опасен для планеты. На данный момент, даже при всём желании некоторых людей сдавать мусор на переработку, во многих городах нашей страны нет заводов, которые бы могли заниматься вторичной переработкой.

Общество последнее время всё больше живёт потребительски, и это пропагандируется в первую очередь блогерами, известными людьми, рекламой. Люди находятся в бермудском треугольнике из потребностей и желаний, диктуемых обществом. Погоня за красивой жизнью для многих неразрывна с понятием неэкологичности. Но при этом ведь существует множество альтернативных способов покупки вещей, переработки или создания чего-то нового. Есть секонд-хенды, сайты для покупки б/у вещей, экологичные мероприятия - свопы (обмен одеждой и другими вещами), которые совсем недавно появились в Москве. Разрабатывается экологичная одежда и обувь. Уже созданы несколько видов упаковки, которую можно даже съесть. Но, пока экологической сознательности не будет у большей части населения, дальнейшие потуги в сторону улучшения экологии будут бесполезны. И только тогда, когда большинство станет осведомлено об экологии, тогда появятся и новые разработки, и люди, способные в корень изменить проблему экологии в нашей стране, мире и за его пределами, в космическом пространстве.

Отношение студентов МАИ к событиям Великой Отечественной войны

Новосельцев М.Л.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.
МАИ, Москва

Каждая война является таким историческим периодом, который изменяет жизни людей. Независимо от того, кто бы это не был, обычный молодой парень, которого призвали на фронт или опытный военный, война не жалеет никого. Она губит судьбы семей, которые теряют своего любимого кормильца или погибают в порыве очередной кровопролитной битвы. При этом стоит учесть, что война способствует объединению различных национальностей, народов, что отражается в диалоге культур, формирующемся на основе взаимоотношений и коммуникаций между союзниками против общего врага, завоевателя.

Великая Отечественная война является одной из самых кровопролитных и страшных войн в истории нашей страны. Каждый человек, участвовавший в этой войне, отдавал свою жизнь за наше благополучное будущее, а самое главное за мирную жизнь. Многим мы обязаны тем солдатам, которые подарили нам возможность жить в спокойное время с полной независимостью от других стран или народов. Именно поэтому память о тех героических поступках, безразмерной храбрости и отваге должна сохраняться на протяжении многих веков, а также являться примером для современного поколения.

В 2019-2020-х годах было проведено всероссийское исследование среди студенческой молодежи [1; 2]. Данное исследование было направлено на выяснение значимости сохранения памяти о Великой Отечественной войне.

В данном исследовании приняли участие студенты Московского авиационного института – 151 респондент. Среди опрошенных чуть больше представителей мужского пола (51%), чем женского (49%).

Подавляющее большинство опрошенных (93,2%) имеют родственников, которые принимали какое-либо участие в Великой Отечественной войне. День Победы воспринимается студентами как день памяти о своих родных, участвовавших в событиях этой трагической войны [3].

Опрос также выявил, что большинство студентов критично оценивают себя и осознают, что обладают не вполне достаточными знаниями о Великой Отечественной войне (64,2%). Более трети респондентов (37,7%) считают, что необходимо расширить их познания, связанные с этими событиями. Многие обсуждают их со своими родственниками, учителями и преподавателями.

Чуть более половины опрошенных (51%) хранят в своих семьях реликвии военных лет (фотографии, награды). Все это позволяет не забывать о своих родных и их поступках ради светлого будущего.

Таким образом, большинство студентов МАИ осознает значимость сохранения памяти о героях и их подвигах в Великой Отечественной войне.

Список использованных источников:

1. Спасибо прадеду за Победу…: монография по материалам мониторинга «Российское студенчество о Великой Отечественной войне» (2005–2010–2015– 2020 гг.) / [под общ. ред. Ю.Р. Вишневского]; Мин-во науки и высшего образования РФ. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020.— 352 с.

2. Дулина Н.В., Икингрин Е.Н., Мансуров В.А. Молодёжь России о Великой Отечественной войне // Социологические исследования. 2020. № 5. С. 162-163.

3. Коган Е.А. Будущие инженеры о Дне Победы и патриотизме // Человеческий капитал. 2020. № 9 (141). С. 64-73

Управление проблемами формирования мотивации студентов к занятиям физической культурой

Панкина Е.А., Косицин А.А.
Научный руководитель — доцент, Боброва О.М.
СФ МАИ, Ступино

Актуальность темы заключается в том, что в современном обществе физическая культура выступает в качестве элемента, составляющего духовно-нравственный базис социально-экологического развития. Цель исследования состоит в выявлении слабых сторон духовно-нравственного развития студентов, а также в разработке дальнейших предложений рекомендательного характера по устранению таковых, а также предполагаются основные направления по ее реализации.

Задача: исследовать роль физической культуры на мотивацию студента к занятиям физической культуры.

Задачи исследования разрешались методами:

1. Обзор литературных источников и документальных материалов по проблеме духовно-нравственного потенциала студентов.
2. Метод беседы (с активом и самими учащимися).
3. Метод анкетирования.

Физическая культура направлена на гармонического развитие всех природных сущностных сил и морального духа человека в системе всестороннего совершенствования личности, составляя важную основу полноценной жизнедеятельности.

Занятия физическими упражнениями позволяют многогранно влиять на сознание, волю, на моральный облик, черты характера студентов, при этом в значительной мере определяют выработку нравственных убеждений, привычек, вкуса, характеризующий духовный мир человека.

В течение учебного года к эксперименту были привлечены 86 юношей и девушек, студентов 1-го курса. В результате наблюдения и анкетирования свою работу мы посвятим исследованию возможности осуществления духовно-нравственного обучения и обоснованию эффективных форм, методов и путем формирования здорового образа жизни.

Исследование показало:

• 45,5% опрошенных студентов считает, что занятия физической культурой и спортом необходимы для укрепления здоровья.

• 27% ориентируются на активный отдых.

• 23,5% считают, что занятия физической культурой и спортом служат лучшим средством для выработки воли, выдержки, дисциплины.

• 90% опрошенных студентов считают, что открытие большего числа популярных секций будет самой эффективной мерой по привлечению студентов к занятиям физической культурой и спортом.

В результате экспериментальной работы получены положительные результаты по формированию стойких мотивов к физической культуре и спорту.

Например:

Мотив «укрепить здоровье» вырос на 18,3%

• «развить физические качества» увеличился на 23,6%

• «подготовить себя к труду, жизни» вырос на 19,2%

Основными условиями успешного осуществления духовно-нравственного обучения являются: разработка единых педагогических требований для всех учащихся; сочетание воспитательного воздействия в процессе обучения с воспитательными мероприятиями, проводимыми в учебное и внеучебное время. Занятия физическими упражнениями влияют на сознание; волю; моральный облик; черты характера. Определяют - выработку нравственных убеждений; привычки; вкусы.

Главный фактор сохранения мира: сверхмощное оружие или социальный прогресс?

Панов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Сухно А.А.
МАИ, Москва

Ни для кого не секрет, что в социальной среде копится критическая масса внутренних противоречий. Взять к примеру рост числа несанкционированных демонстраций или трудовых конфликтов. Это создает угрозу крупных потрясений в обществе - будь то война, революция, государственный переворот, сепаратизм, терроризм и т.д. Совокупность последних факторов делает крайне актуальной решение обозначенной проблематики.

Указанные выше обстоятельства ставят вопрос о том, что может стать решающим фактором сохранения мира. Для решения этой задачи была проанализирована информация, предоставленная интернациональными группами учёных (Часы Судного дня (Doomsday Clock), «Глобальный индекс миролюбия» (Global Peace Index) и др.). Главным объектом исследования стала военная и социально-политическая ситуация в мире, предметом - поиск оптимальной стратегии сохранения мира. Для решения этой задачи были использованы методы анализа, синтеза, индукции и аналогии.

Сравнительный анализ развития вооружений и тактики ведения боевых действий показал, что взгляды на использование оружия менялась множество раз на протяжении всей истории человечества — будь то утрата решающей роли кавалерии в Средневековье или отказ от тяжёлых лат вследствие появления мушкета в эпоху Нового времени.

Появление пулемёта и химического оружия перед Первой мировой способствовало переходу к окопной войне и необходимости развивать системы защиты дыхания.

Появление бронетанковых и механизированных частей во Второй мировой ознаменовало начало давление за тысячи километров от линии фронта.

Самым значимым с середины XX века и по сей день остаётся изобретение ядерного оружия и средств его доставки. эпохи маневренной войны (прорывы линии фронта на сотни километров за считанные дни стали реальностью). Развитие стратегической авиации позволило оказывать на противника экономическое давление за тысячи километров от линии фронта. Самым значимым с середины XX века и по сей день остаётся изобретение ядерного оружия и средств его доставки.

По итогам анализа стало очевидно отсутствие отрицательной корреляции между развитием средств войны и числом вооруженных конфликтов по всему миру. Более того, плотность подобных инцидентов в XX – XXI вв. достигла своего исторического максимума, равно как и абсолютное число их жертв (во время одной лишь войны во Вьетнаме только убитыми число жертв перевалило за два миллиона человек.) Сопоставляя факты участия ядерных держав в конфликтах на территориях третьих стран, роста значения индекса GPI, рекордной близости стрелок Часов Судного дня к полуночи и множества других исследований на эту тему можно заключить, что мы стоим в одном шаге от войны.

Результаты исследования показали, что решение вопроса о стабильном развитии и мирном сосуществования всех людей лежит не в плоскости создания оружия Судного дня, способного уничтожить всё (мы его уже имеем), а в решении накопившихся внутренних противоречий внутри самого социума.

Результаты исследования могут быть использованы в целях привлечения всеобщего внимания к вопросу сохранения мира, популяризации и продвижению антимилитаристских идей.

Сохранение человеческой идентичности в эпоху научно-технического прогресса

Перимбаева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва

С середины прошлого века началось глобальное развитие науки и техники, которое продолжается и по сей день. Многие изобретения, такие как: телефоны, автомобили, Интернет, стали неотъемлемой частью нашей жизни и во многом повлияли на нас самих.

Человек все больше и больше преобразует мир вокруг себя, что порождает непредвиденные факторы, которые влияют и на общество в целом, и на каждого индивида в отдельности. Ускоренное развитие цивилизации усложняет социализацию и процесс формирования личности. Окружающий мир претерпевает постоянные изменения, что заставляет человека непрерывно приспосабливаться к новым обстоятельствам.

В связи с этим становится необходим как научный, так и философский анализ самой концепции сущности человека, ставшей значительной проблемой современности.

Природа или сущность человека — это устойчивые, неизменные, сущностные качества и особенности, характерные для человека на всем этапе существования человечества вне зависимости от биологической эволюции и исторического прогресса. Ранее вопрос об изменении биологического разнообразия человека не был достоин философского интереса. Тем не менее обстоятельства изменились. Сегодня по причине развития NBIC-технологий размышления о перспективах будущих проблем природы человека приобрели нравственно-этическую ценность.

На данный момент перед обществом стоит проблема: кем станет человек, и останется ли он вообще человеком? Ранее технологии были направлены лишь на совершенствование качества жизни людей, но теперь и на совершенствование самой человеческой сущности. Согласно прогнозам некоторых футурологов, человечество переходит на новый этап истории, которое движется в направлении к постчеловеческому будущему.

Список использованных источников:

1. Черникова И.В., Шеренкова Д.В. Проблема сохранения природы человека как новый аспект кризиса идентичности // Вестник Томского государственного университета. 2015. №399. С. 24-27.
2. Бороноева Н.А. Антропологический кризис в контексте глобализации // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013.

Влияние пандемии COVID-19 на авиационный лизинг

Присташ Э.С., Спорова Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Суркова Е.В.
МАИ, Москва

Многие авиакомпании не могут позволить себе покупку самолетов, поэтому для осуществления авиаперевозок они пользуются услугами авиализинга. Авиационный лизинг – аренда воздушного судна с последующей возможностью его приобретения или без нее. Это востребованная услуга, которая дает возможность проверить на практике дорогостоящее воздушное судно перед тем, как приобретать один или несколько самолетов. Лизинг всегда остается актуален и развивается из-за высокой стоимости самолетов и вертолетов.

Конечно, авиационная отрасль и, соответственно, авиализинг подвергаются внешнему влиянию. Анализ влияния коронавирусной инфекции на состояние авиализинга в современных условиях проводился на основе показателей структуры рынка по предметам лизинга за 2019 и 2020 год. Доля авиационного транспорта в первом полугодии 2019 составила 6%, в 2020 - 5%. [3,4]

Согласно данным рейтингового агентства «Эксперт РА», в 2019 году темп прироста лизинга авиатехники составил 15%.[3] По итогам 2020 года таких показателей, конечно, не было, хотя некоторые авиакомпании продолжают обновлять свой парк самолетов.

По мнению автора, понадобится достаточно много времени для восстановления авиационной отрасли и покрытия всех убытков. Из-за ограничений на полеты вследствие коронавируса российские авиакомпании потеряли около 70-100 млрд. руб. Общемировые потери перевозчиков превышают $110 млрд.[1, 2]

В 2020 году на фоне спада пассажиропотока, сокращения количества полетов, потребность авиакомпаний в новых самолетах снизилась на 30%. Это привело к задолженностям по текущим договорам и практически полному

отсутствию новых договоров лизинга в сегменте воздушных пассажирских перевозок. Как следствие, неплатёжеспособность авиакомпаний привела к необходимости реструктуризации платежей и разработке госгарантий лизинговым компаниям. Например, одним из первых о переносе лизинговых платежей договорился «Аэрофлот» с «ВТБ Лизингом» с апреля-сентября 2020 на июль 2021 года.

Также в связи с пандемией коронавируса снизилась стоимость не только новых воздушных судов, но и лизинговых ставок. Наиболее популярные модели A320neo и Boeing737 в среднем подешевели на 34-35%. Лизинговые ставки по самолетам нового поколения упали не так серьезно, всего на 3-4%.[5]

Сложная обстановка 2020 года, обусловленная пандемией Covid-19 серьезно повлияла на весь мир, в том числе и на авиационную отрасль, многие компании понесли существенные убытки. Однако начало 2021 года уже показывает неплохие результаты. Ситуация в мире постепенно стабилизируется, страны открывают границы, возобновляется все больше авиаперевозок. Остается только надеяться на возврат авиакомпаний к лизингу - как к наиболее оптимальному финансовому инструменту для своевременного пополнения и обновления своего парка воздушных судов.

Список использованных источников:

1. Потери авиакомпаний России из-за коронавируса превысят ₽70 млрд. Как компании могут сократить убытки. URL: https://www.rbc.ru/business/13/03/2020/5e6a5f039a7947302d6e5ae4

2. Российский рынок лизинга. URL: https://www.ranational.ru/sites/default/files/Review_Russian%20Leasing_NRA_July%202020.pdf

3. Рынок лизинга по итогам 1-го полугодия 2020 года: тотальное поражение. URL: https://raexpert.ru/researches/leasing/1h_2020/

4. Авиационный лизинг – типы и преимущества/ URL:https://dwc.aero/ru/novosti/aircraft-leasing-types/

5. Лизинг популярных самолетов в 2020 году подешевел на 35% на фоне COVID. URL:https://finance.rambler.ru/economics/45876620-lizing-populyarnyh-samoletov-v-2020-godu-podeshevel-na-35-na-fone-covid/

Выделение и анализ основных проблем отечественной ракетно-космической отрасли

Савцов Е.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Торпачев А.В.

МАИ, Москва

Ракетно-космическая отрасль России включает в себя около сотни предприятий, на которых трудятся более 200 тысяч человек. Большинство из этих предприятий являются наследниками достижений Советского Союза. После распада СССР космическая промышленность впала в глубокий кризис, пик которого пришёлся на конец 1990-х годов. Тогда финансирование космических программ сильно сократилось, в результате чего промышленность потеряла большую часть рабочей силы, в том числе и наиболее квалифицированной.

В работе по большей части был исследован период двух последних десятилетий. Особое внимание было уделено нормативно-правовой базе, регламентирующей космическую деятельность в России, в частности, был проведен анализ Федеральной космической программы (ФКП) на предмет фактически выполненных мероприятий по отношению к

запланированным. В целом мероприятия ФКП и Госпрограммы «Космическая деятельность России на 2013 – 2020 годы» выполняются в плановом режиме, однако степень и эффективность их выполнения не идеальна и составляет около 83%.

Отечественная пилотируемая космонавтика до прихода космического корабля Илона Маска чувствовала себя отлично и штатно выполняла свои обязательства по доставке интернациональных экипажей на МКС. С другой стороны, теперь Россия не является монополистом в пилотируемых миссиях, что уже отражается потерей значительной доли космического рынка, в том числе и дополнительного внебюджетного финансирования отрасли. Потеряла лидирующих позиций на рынке космических пусков и возвращение России под большим вопросом, т.к. не решаются проблемы, которые к этому привели.

Распад СССР повлек за собой переход «Байконура» к Казахстану и его последующую аренду. Это привело к необходимости тратить и без того ограниченные ресурсы не только на аренду «Байконура», но и на создание нового космодрома «Восточный», строительство которого происходит, к сожалению, с постоянными коррупционными скандалами. А потеря украинских коллег привела к необходимости в «пересоздании» уже существующих комплексов вместо движения вперед.

В сравнении с НАСА и ЕКА средняя зарплата инженера в отрасли в разы ниже. Это влияет на мотивацию работать у оставшихся кадров и на производительность их труда, а также замедляет формирование нового технологического уклада. Низкая заработная плата особенно сильно влияет на слабый приток молодых специалистов, видящих более хорошие условия и перспективы в других сферах деятельности.

Малое количество денег – проблема не только инженеров, но и ФКП в целом. По различным причинам финансирование программы с течением времени только сокращалось, что повлекло за собой отодвигание «на потом» наименее приоритетных планов и оптимизацию оставшихся в ранее утвержденных сроках.

В условиях недостаточного финансирования главному космическому агентству страны следовало бы более качественно подходить к информационной политике, чтобы СМИ не «культивировала» низкую репутацию отрасли. Следует регулярно выдавать в СМИ информацию о людях в ракетно-космической промышленности, которые в неимоверно сложных условиях ежедневно создают задел для будущих достижений.

На сегодня отрасль имеет много проблем, для решения которых требуется комплексный подход с привлечением специалистов из различных областей.

Инновационная деятельность компании Airbus в Испании

Свистунова Е.С.
Научный руководитель — профессор, д.т.н. Садковская Н.Е.
МАИ, Москва

Сегодня Airbus является лидером аэрокосмического и оборонного сектора Испании, генерируя 56,4% доходов страны в этих областях за счёт работы около 12 700 сотрудников. В стране можно найти производственные мощности для коммерческих самолётов Airbus, военных самолётов, вертолётов и космической деятельности.

Airbus прилагает значительные инвестиционные усилия в области исследований и разработок. В течение 2016 года эта сумма составила 410,7 миллиона евро, что является 3% от общего объёма расходов на исследования во всех секторах Испании. Эти инвестиции также составляли 80% научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ аэрокосмических производителей, базирующихся в стране.

Дальновидная приверженность Airbus позволила Испании разместить у себя Центр передового опыта в области композитов, широко используемых в аэроструктурах и компонентах из углеродного волокна. Другие инновационные разработки включают автоматическую систему дозаправки A330 MRTT, а также использование беспилотных летательных аппаратов и дополненной реальности (DAR) для технического обслуживания

самолётов. В последние годы Airbus является компанией, базирующейся в Испании, с наибольшим количеством заявок на европейские патенты.

Компания Getafe (в мадридском регионе) отвечает за проектирование и производство компонентов для всех самолётов Airbus. Они включают в себя горизонтальный стабилизатор для двухпалубного реактивного лайнера A380; сборку и испытания горизонтальных стабилизаторов для широкофюзеляжных A350 XWB и A330, а также для одноместного семейства A320. Этот участок также отвечает за производство двух секций, которые составляют хвостовой конус A380, а также хвостовой конус A350 XWB.

Завод Airbus Illescas является лидером в производстве композитных авиационных компонентов, в основном крупномасштабных или сложных по форме деталей. Illescas отвечает за производство компонентов оперения и кормовой части фюзеляжа для всех версий самолётов Airbus и для боевых самолётов Eurofighter. Нижняя крышка крыла A350 — самый большой углепластиковый одиночный компонент на этом самолёте — также производится в Illescas.

Окончательная сборка и функциональные испытания горизонтального стабилизатора A380 происходят в Пуэрто-Реале (регион Кадис); завод также производит боковые коробки горизонтального стабилизатора для семейств A350 XWB и A330, а также лифты для самолётов A320.

Также в Испании данная компания занимается:

1. Вертолётостроением
2. Оборонной и космической деятельностью
3. Поставками продукции
4. Инновациями и инвестициями

Airbus является одной из тех компаний, которые позволяют Испании высокие позиции в рейтингах инновационного развития среди европейских стран. По подсчётам Европейской комиссии за 2018 год, Испания показала результаты выше среднего по ЕС Испания и заняла 10 место в Европейском союзе по благоприятным условиям для развития инноваций, а в соответствии с международным рейтингом European Innovation Scoreboard, который помещает Испанию в число стран, считающихся умеренно инновационными, и занимает 14-е место в 2020 году, поднявшись на пять мест по сравнению с 2019 годом.

Космодромы мира. Сравнительный анализ. Перспективы развития сегодня

Скворцов В.А.
Научный руководитель — доцент, к.пол.н. Студников П.Е.
МАИ, Москва

После первого запуска человеком спутника на орбиту Земли тема космоса и его освоения стала одной из самых популярных во всём мире. Однако, редко говорится о стартовых площадках, которые, между тем, представляют из себя сложнейшие системы и являются такими же чудесами инженерной мысли, как и ракетоносители. Они необходимы для любой деятельности на орбите или далее. С ростом числа космических запусков появляется спрос и наращивается строительство космодромов, потому они могут стать отличным показателем развития индустрии в целом: можно проследить спрос на космические полёты, какие-то особенности отдельных миссий. Так же, поскольку космодромы строятся на десятилетия вперёд, по ним можно однозначно проследить тенденции и планы развития космических программ. Они - более надёжное свидетельство перспектив развития, поскольку являются первым шагом в любой космической программе, и его реализация означает готовность и однозначную намеренность программу завершить до конца.

Поскольку основной темой рассмотрения данной работы являются космические полёты, учитываться будут только космодромы с возможностью запуска космических объектов как минимум на орбиту Земли.

Удобно делить все стартовые площадки, а следственно и космодромы на классические (стационарные) и неклассические (мобильные, экспериментальные).

Как известно, после окончания периода «холодной войны» СССР находился в сложном экономическом положении, как раз примерно в это время прослеживается сокращение темпов строительства стартовых площадок, а значит и останавливается наращивание числа космических запусков.

У другого же лидере космической гонки – Соединённых Штатов Америки - так же прослеживается снижение популярности космических полётов. Это можно объяснить дороговизной освоения космоса в целом, но интерес к космосу не упал – он перетёк в частную сферу, новые площадки строились частными компаниями.

Однако в XXI веке наблюдается наращивание строительства космодромов в Китае, США и России, а так же международные проекты. Изменяется характер космодромов: теперь они предназначены преимущественно для тяжёлых ракет для межпланетарных полётов. Так, например, в КНР, несмотря на 3 уже имеющихся космодрома, в 2014 г. Был создан Веньчан с целью наращивания лунной программы.

В РФ новый космодром Восточный строится с возможностью модернизации для обеспечения обслуживания ракет тяжёлых «Ангара».

В США космические программы развиваются преимущественно за счёт частной инициативы, с малым участием государства. В Целом, частные компании неслабо повлияли на прогресс в освоении космоса.

Можно проследить тренд в строительстве космодромов: оно идёт «волнами». Каждые 10-15 лет линейный тренд на строительство сменяется простоем. Ныне же наблюдается интересный тренд на наращивание темпов строительства, причём, если верить планам различных корпораций, тренд ещё будет продолжаться до 2025 года.

Периоды можно объяснить следующим образом: в какой-то момент техника достигает совершенства и требует новую научную базу для дальнейшего развития, после чего цикл повторяется. Если это так, то после 2023-х-2025-х годов вероятно наступление периода застоя. К сожалению, пока что данных слишком мало для установления однозначной зависимости.

Неклассические стартовые площадки не сыскали популярности из-за их ненадёжности и невозможности запуска тяжёлых ракет. На их примере так же виден переход от экстенсивного к интенсивному освоению космоса на рубеже веков. Была произведена попытка упростить запуски в космос, сделать их дешевле и доступнее, однако ныне снова возымели популярность классические стартовые площадки благодаря надёжности и относительной простоте эксплуатации.

Желание человека покорять космос вновь возымело силу и привело к чему-то, напоминающему новую космическую гонку. Помимо государств частные компании так же проявляют интерес к этой теме. В целом, можно констатировать начало «новой космической гонки» - экстенсивного освоения космоса.

Список использованных источников:

1. Launches from Sriharikota - A Summary // Satish Dhwan Space Centre Shar. URL: https://www.shar.gov.in/sdscshar/launchvehicles.jsp
2. Морской старт // S7Space. https://s7space.ru
3. About the Office of Commercial Space Transportation // Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/
4. Ракетные войска стратегического назначения // Министерство обороны Российской Федерации Ракетные войска стратегического назначения. URL: https://structure.mil.ru/structure/forces/strategic_rocket/history.htm
5. NASA Armstrong Fact Sheet: B-52B "Mothership" Launch Aircraft // NASA. URL: https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-005-DFRC.html
6. История NASA // NASA. URL: https://history.nasa.gov
7. Alaska Aerospace // Alaska Aerospace Corporation. URL: https://akaerospace.com
8. Китайская космическая программа: что о ней известно // BBC, 3 января 2019. URL: https://www.bbc.com/russian/news-46746363

Технология манипулирования человеческим сознанием

Торшина Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Матыцин А.А.
МАИ, Москва

Манипулирование сознанием — неотъемлемая часть жизни. Каждый человек использует манипуляцию по отношению друг к другу, правда неосознанно, именно поэтому нам не часто удаётся достигнуть успеха в этом деле.

Манипуляция — это скрытое психологическое воздействие, которые позволяет человеку достигнуть от людей желаемых ему действий вопреки их потребностям.

Постулаты

• К людям, которые поддаются эффекту манипуляции, обращаются как к лицу, лишенным свободы выбора.

• Манипуляция построена на искажении правдивых причин событий вымышленными, сбивающих человека в нужном для манипулятора направлении. Эта задача может быть выполнена как с помощью СМИ, так и на основе неформальных каналов информации.

Манипуляторы используют следующие уязвимости, которые чаще всего существуют в жертвах:

• Страсть к наслаждению;
• Нехватка самостоятельности и способности сказать «нет»;
• Неясное понимание;
• Наивность
• Низкая уверенность в себе
• Чрезмерная интеллектуализация
• Эмоциональная зависимость

Методов манипуляции, используемых в СМИ, довольно много. Существуют как грубые, так и тонкие, сформированные на хорошем знании индивидуальной человеческой психологии и социальных механизмов.

Инструментом современного манипулирования сознанием является лишение жизненного содержания программ и располагающей к пассивности коммуникационной техники. Ведь легко повернуть выключатель, лёжа на диване, и позволить образам проникать глубоко в мозг. Для того, чтобы преодолеть эту пассивную систему или создать ей противовес нужны усилия. Выгодно иметь в подчинении предсказуемых рабов, а не думающих людей. Нельзя ждать! Пока сама экономика не стала стимулировать ваши усилия. Поэтому первой задачей должно стать осмысление манипулятивной функции информационных средств, а затем попытка противостоять, иметь собственное не навязанное мнение.

Список использованных источников:

1. Манипуляция массовым сознанием [Электронный ресурс] /. - www. ru.wikipedia.org. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Манипуляция_массовым_сознанием (дата обращения: 15.10.2020).

2. Манипуляция сознанием [Электронный ресурс] / www.psichel.ru. – URL: https://psichel.ru/manipulyatsiya-soznaniem/ (дата обращения: 17.10.2020)

Моральные факторы и теория игр

Уваров К.Ф., Кулыгин С.В., Драчев Д.В.
Научный руководитель — доцент, Иванов М.А.
МАИ, Москва

Теория игр — математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущие борьбу за реализацию своих интересов. В отличие от классических разделов математики она напрямую затрагивают социологию, экономику и философию, работая не с абстрактными моделями, а с реальной человеческой логикой. Данный метод зародился в 1944 году и за это время

получил применение в экономике, социологии и других областях человеческой деятельности.

Данная работа посвящена исследованию оптимального рационального поведения и его возможных этических составляющих.

Моделируя жизненные ситуации и упрощая их до модели с конечным количеством конкретных входных и выходных данных, теория игр представляет особый интерес с точки зрения философской этики. Философская этика изучает ценностные аспекты человеческого поведения и определяет, какие действия можно считать моральными или аморальными, правильными или неправильными в этическом плане [1]. Результаты моделирования открывают возможность для изучения поведения людей с этической точки зрения и статистического нахождения наиболее рационального и действенного варианта развития событий.

Дилемма заключённого – проблема, поднимаемая, пожалуй, в самом известном умозрительном эксперименте теории игр. Суть эксперимента заключается в выборе двумя подозреваемыми, не находящимися в предварительном сговоре, стратегии «довериться» или «предать» своего товарища. Полученные результаты говорят нам о том, что равновесие Нэша – стратегия, изменение которой не приведёт к увеличению выигрыша ни одного из игроков, совсем не совпадает с наилучшим возможным исходом для игроков. Эксперимент не выдерживает критики с точки зрения реальных условий функционирования «криминального мира», но тем не менее выстраивает реально возможную ситуацию. И эта ситуация приводит нас к пониманию одной из фундаментальных проблем – оптимальная стратегия «в игре» совершенно не обязательно приводит к наилучшему исходу.

Отсюда можно сделать вывод, что дилемма заключенного в эмпирических экспериментах хорошо зарекомендовала себя как способ изучения проявления кооперативного поведения. Каждому игроку одновременно предлагается два варианта: сотрудничать или предать. Если оба игрока сотрудничают, каждый из них получает одинаковую выплату; если оба предают друг друга, каждый из них получает меньшую выплату. Однако, если один игрок сотрудничает, а другой отказывается, перебежчик получает наибольшую возможную выплату, а кооператор - наименьшую возможную выплату. Равновесием Нэша в теории игр является взаимное предательство, так как предательство для заключенных является самым беспроигрышным вариантом.

Существует огромное множество жизненных ситуаций, сводимых к дилемме заключенных. Если же игроки перед началом своей игры всё же смогут скооперироваться, договорятся не предавать, и будут уверены в моральных ценностях друг друга, то они смогут получить наибольшую выгоду. Сотрудничество, как коррелят этического, ориентирует, таким образом, поведение от направления равновесия Нэша, что является лучшим исходом для игроков.

Приведенный пример можно трактовать как форму рационализации человеческого поведения, затрагивающего этические аспекты. В строгом смысле моральное действие не определяется рациональным расчетом или каким бы-то ни было интересом [2, с. 128-129]. Однако в условиях реальной деятельности автономность моральной воли не выступает в чистом виде. Поэтому рационализация человеческого поведения способна прояснить моральные и иные ее составляющие. Не лежит ли за рациональным поведением, ведущим к равновесию по Нэшу, скрытые этические основания? Ответ на этот вопрос, является, на наш взгляд, актуальным.

Роль философии русского космизма в технологическом развитии

Фёдорова Н.А.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Нетребская О.Н.
МАИ, Москва

Русский космизм как направление философии зародился в России в конце XIX – начале XX века. Представители русского космизма связывали его с идеей единства человека и космоса, с возможностью их преобразования и преображения, с созданием гармоничного

мира, свободного от распада и разрушения. «Русский космизм, — отмечает А.И. Новиков — есть идея глубокой, неразрывной связи человека с Космосом, Земли со Вселенной».

Основные положения русского космизма заключаются в объединении человечества и совместном освоении космоса. К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский и А.Л. Чижевский писали о распространении человеческой деятельности на весь космос, освоении пространства и времени с помощью науки и техники.

Оригинальная концепция основателя русского космизма Н.Ф. Фёдорова, по сути, является синтезом христианского вероучения и различных областей научного знания. Его философия имеет ярко выраженный практический характер, с чем связано появление в ней такого термина как регуляция, т.е. активное воздействие человека на окружающую среду. Мыслитель предложил следующие виды регуляции природы: управление атмосферными процессами, корректировка климата, использование солнечной энергии, продление жизни, вплоть до обретения человеком бессмертия и многие другие. Основным средством и методом в достижении этих целей Фёдоров видел в единении человечества. Его теория и цикл трудов так и называются: «Философия общего дела».

Академик Вернадский по аналогии с такими терминами как атмосфера и биосфера обосновал понятие ноосферы (от греч. noos — разум; мыслящая оболочка, сфера разума). Ноосфера является высшей стадией развития биосферы, связанной с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным фактором развития на Земле. При этом наука есть максимальная сила созидания ноосферы. Со временем теория Вернадского доказала свою значимость и глобальный характер, после того как захватила умы многих известных учёных во всем мире.

В самом понятии ноосферы наряду с всесторонним прогрессивным развитием человечества заложена идея в высшей степени бережного отношения ко всему окружению человека — живому и неживому, что вместе с человеком собственно и составляет космос.

В работах других русских космистов также прослеживается мысль о сохранении окружающей среды, что является в настоящее время одной из наиболее актуальных проблем. Особое экологическое и медицинское значение имеют труды Чижевского, в которых он, в частности, обосновывает возможность борьбы с загрязнением промышленных городов.

Важное приложение философского знания к науке и практике наблюдается в трудах Циолковского. Он развивает концепцию освоения космического пространства. Циолковский писал: «Будущее мира – освоение космоса». Константин Эдуардович выдвинул идеи космического лифта, поездов на воздушной подушке, заселения космического пространства и т.д.

Многие идеи Циолковского и до сих пор остаются нереализованными, что говорит о том, что в учениях философов русского космизма заложен большой потенциал дальнейшего технологического развития.

В настоящее время рассмотренное философское направление не теряет своей актуальности, наоборот, с поправками на современные достижения науки и техники приложение идей русских космистов позволит решить многие проблемы человечества: нехватки ресурсов, опасности ядерного оружия, природных катаклизмов и др.

Такие направления как микробиология, биотехнология, экология, биоэтика, очевидно, связанные с философией космизма, с каждым годом приобретают все большее значение и имеют поддержку на уровне правительства страны в виде положений программ научно-технологического развития России. Помимо этого, к концепции русского космизма можно обращаться как к общеметодологической основе проектов систем искусственного интеллекта.

Список использованных источников:

1. Новиков А.И.. История русской философии X – XX веков. СПб. 1998.

2.Учение Вернадского о ноосфере [Электронный ресурс] https://www.grandars.ru/shkola/geografiya/noosfera-vernadskogo.html

3. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. с.147.

4. [Электронный ресурс] http://rgantd.ru/arh-docs/lyudi/uchenyy-myslitel-filosof-k-115-letiyu-vydayushchegosya-rossiyskogo-uchenogo-a-l-chizhevskogo/
5. Циолковский К.Э. Промышленное освоение космоса. М.: Машиностроение, 1989.
6. История русской философии: Учебное пособие. М.: ИФРАН, 1998.
7. Нетребская О.Н., Ушаков В.Н. Русский космизм в качестве основы искусственного интеллекта / Восьмой Российский Философский Конгресс - «Философия в полицентричном мире» / Сборник научных статей М.: РФО - ИФРАН - МГУ. Логос, 2020.- с.823.

Приднестровский конфликт как фактор изменений международного сотрудничества в образовательной сфере аэрокосмической отрасли

Федорчук А.А.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Токарева Е.М.
МАИ, Москва

Период распада СССР просто не мог не оказать существенного влияния на уклад общественной жизни по всей территории постсоветского пространства. Результатом коренного преобразования политической сферы стало возникновение и резкое обострение множества социальных проблем, которые вылились в споры, противоречия и даже вооружённые столкновения, это отчётливо видно на примере Приднестровского конфликта 1992 года.

После развала Советского Союза каждое государство выбирало собственный политический курс. С этого момента Молдова приняла политику сближения и последующего объединения с Румынией. Предлогом для осуществления цели являлся тезис об идентичности Молдавского и Румынского языков. Отовсюду звучали радикальные националистические заявления. В Молдове был принят «Закон о государственном языке», с этих пор государственным считался только Молдавский язык в латинском варианте, использование других языков на территории Республики каралось уголовным преследованием. На территории Приднестровья же проживало множество народов различных национальностей, значительную часть которых занимали Русские и Украинцы, именно поэтому новая политика Республики Молдова вызвала здесь резко негативную реакцию, а желание Молдовы подчинить территорию будущей республики привело к войне.

До сих пор одним из серьезнейших замороженных конфликтов на постсоветском пространстве считается Приднестровье. Вот уже 30 лет Приднестровская Молдавская Республика остаётся непризнанной. Сформировавшееся государство коренным образом отличается от соседней Молдовы. Ориентированность Молдовы на Европу, а Приднестровья на Россию не позволяет говорить о возможности воссоединения, в то время как присоединение республики к России невозможно ввиду отсутствия границ. Помимо Молдовы Приднестровье граничит только с Украиной, а события, произошедшие там за последние несколько лет, только усложняют ситуацию. В Приднестровье продолжает развиваться собственная культура, основным государственным языком является Русский, а Молдавский язык при этом преподаётся в школах на кириллице. Во многом Приднестровье напоминает осколок Советского Союза, на денежных единицах красуется герб СССР, за порядком продолжает следить Милиция, в обществе сохранился менталитет Советского человека. Но всё же назвать данную республику «застрявшей» во времени сложно, изменения всё же происходили, в результате чего образовалась уникальная культура. Её особенность связана с последствиями военного времени и заключается в воспитании нового поколения. Ввиду напряжённой ситуации особое внимание уделялось развитию дисциплины и боевых навыков современной молодёжи, в школах всё так же преподают Начальную военную подготовку, разбирают автоматы, изучают тактику ведения боя. Преподаватели по остальным дисциплинам достаточно требовательны как к ученикам, так и к себе, материал преподносят по традиционным технологиям советского времени в комбинации с инновационными подходами.

Но статус непризнанного государства, а также частичная экономическая и политическая блокада не позволяют реализовать в полной мере весь потенциал подрастающих поколений, скудный рынок труда и нехватка специальностей в высших учебных заведениях сейчас главная проблема в сфере образования. Это одна из основных причин ориентации большинства выпускников на российские вузы. Интересным фактом является то, что в республике абсолютно отсутствует большинство специальностей, доступных в Московском авиационном институте.

Целью данной работы является тщательное изучение сложившейся ситуации на рассматриваемой территории, а также разработка механизмов разрешения конфликта и создание плана по развитию международного сотрудничества в сфере образования с уклоном на аэрокосмическую отрасль.

В результате исследования было сформулировано предполагаемое взаимовыгодное решение. Для развития образовательной сферы необходимо привлекать учеников старших классов на целевое обучение в аэрокосмической сфере, либо внедрять специальности непосредственно в республику с возможностью получения диплома Российского образца. Укрепление международного сотрудничества поможет не только осуществить мечты выпускников и обеспечить их востребованными специальностями, но и восполнить нехватку кадров целеустремлёнными и дисциплинированными молодыми специалистами. Что же касается политической ситуации в Приднестровье, остаётся надеяться на укрепление связи с Россией, а также смену курса Молдовы на пророссийский.

Список использованных источников:

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 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ). Статья 105. Формы и направления международного сотрудничества в сфере образования.

2. Закон № 3465 от 01.09.1989 «О функционировании языков на территории Молдавской ССР».

Проблема привлечения и удержания молодых специалистов на предприятии аэрокосмической отрасли

Филатова Т.В.

Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Коган Е.А.

МАИ, Москва

Любое крупное высокотехнологичное предприятие всегда заинтересовано в молодых специалистах, которые способны принести значительный успех компании в будущем за счёт своей восприимчивости к новому, быстрой обучаемости, потенциалом энергии, креативности решений, а так же низкой стартовой стоимости своего труда. В космической отрасли молодые специалисты как носители творческих идей, особенно важны, так как сама деятельность связана с непосредственным проведением работ по исследованию и использованию космического пространства.

Стоит отметить, что на сегодняшний день российская космонавтика испытывает серьезный кадровый кризис, характеризующийся возрастным разрывом, снижением популярности космической отрасли среди молодежи [3; 4]. Еще пару десятков лет назад всё школьники мечтали стать космонавтами или инженерами. Сейчас же, в век информационных технологий, молодежь отдает предпочтение IT специальностям. Это обусловлено как сложностью обучения инженерным специальностям, так и низким стартовым уровнем зарплат и медленным карьерным ростом [1].

В ходе исследования кадрового состава на одном из предприятий, входящего в интегрированную структуру ракетного двигателестроения, был обнаружен недостаток в молодых специалистах (до 30 лет – 22%) и переизбыток представителей старшего поколения

(старше 55 лет – 31%). В свою очередь, через 5-10 лет это приведёт к отсутствию средневозрастной группы специалистов, являющихся движущей силой предприятия.

Ещё больше усугубляет ситуацию высокая степень зарегулированности космической отрасли из-за ее военной направленности. Процедуры допуска к секретной информации при трудоустройстве на предприятиях, уровень оплаты труда и неразвитость частной космонавтики (вся космическая деятельность контролируется государством) снижают привлекательность российской космической отрасли для молодых специалистов. Устаревшая производственная база обостряет кадровую проблему, являясь риском и сама по себе [3].

С целью предотвращения развития сложившейся ситуации, предприятие для привлечения молодежи, принимает участие в профориентационной работе с выпускниками школ и студентами [2]. Учитывая потребности подразделений, предприятие активно работает и заключает договоры на целевое обучение с такими вузами как: МАИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, РХТУ им Д. И. Менделеева, МИРЭА, МИЭТ, МГТУ «СТАНКИН». Еще одним мероприятием, направленное на привлечение молодых людей в космическую отрасль, является участие во всероссийских форумах посвященных космонавтике и авиации.

В целях удержания молодых специалистов предприятие активно развивает молодежную политику, предоставляя различные льготы и поощрения, и считает важным обеспечение развития научно-исследовательского и технологического потенциала молодежи, возможностей профессионального и карьерного роста, социальной поддержки молодежи. Тем самым, предприятие стремиться достичь эффективной передачи опыта от поколения к поколению, повышения производительности труда и уровня квалификации, вовлеченности и инициативности в деятельность предприятия и создать оптимальную возрастную структуру.

Список использованных источников:

1. Коган Е.А., Семенова Т.В. Отношение будущих инженеров к работе по специальности: престижность и востребованность профессии// Перспективы науки и образования. 2018. № 2 (32). С. 70-73.
2. Коган Е.А. Профориентационная работа со школьниками: проблемы и пути их решения // Социология образования. 2018. № 2. С. 4-11.
3. Российская космическая отрасль: ожидания бизнеса и общества – Платформа: центр социального проектирования – Москва. 2019.
4. Российская наука в цифрах / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Е.Л. Дьяченко и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2018.

Трансформация глобальности под влиянием освоения космоса

Ходыкин А.В.
Научный руководитель — профессор, д.соц.н. Звоновский В.Б.
СГЭУ, Самара

Начало космической эры, ознаменованное выходом человечества в космос, выводит на новый уровень философскую рефлексию относительно понятия глобальности. Проблема глобального и локального при освоении космоса ставит вопросы перед современной философией.

Несмотря на то, что освоение космоса – глобальная задача, на примере решения которой можно наблюдать международную интеграцию, существует ряд локальных аспектов и проблем космической деятельности. На освоение космоса влияют локальные задачи, национальные интересы, региональные экономические особенности и особенности международных отношений. Количество существующих в мире космодромов существенно превышает количество необходимых для космической деятельности человечества из-за желания государств иметь независимость в космической сфере, обеспечиваемую наличием собственного космодрома. Экономическое отставание расположенных вблизи от экватора стран препятствует строительству там космодромов (таких, как космодром Куру во Французской Гвиане, например), которые были бы более эффективными, чем «Байконур»

или мыс «Канаверал». Для освоения космоса большую значимость имеет локализация объектов космической отрасли на Земле. Среди таких объектов особо важно правильное размещение космодромов: они должны располагаться максимально близко к экватору, в наименее населённых, желательно прибрежных, районах, в районах с наименьшим природным разнообразием и при этом иметь всю необходимую инфраструктуру. Строительство космодромов меняет и в значительной степени формирует, как территорию их пространственного расположения, так и сообщества людей, связанных с данной территорией, создавая локальное измерение глобальной космической деятельности [1].

Что касается проблемы трансформации глобальности, возникающей с выходом человечества в космическое пространство, то в докосмическую эпоху «глобальное» понимается как синоним «всеобщего». Под глобальным понимается то, что характерно для всей Земли (слово «глобальность» происходит от латинского «globus» (шар), что отсылает к форме Земли, подразумевая характеристики, присущие всей планете в целом), и глобальным считается нечто самое обширное и всеохватывающее. Однако после выхода человечества за пределы Земли «глобальное» становится лишь частью «всеобщего», так как по отношению к космосу глобальное становится локальным: целокупность общих для всей Земли проблем не включает в себя проблем космоса, так как Земля – лишь его маленькая часть. Всеобщим же становится то, что характерно для всей Вселенной. Таким образом, освоение космоса локализует глобальное по отношению к всеобщему, делая его частью всеобщего. Кроме того, космические проблемы, в масштабах которых глобальные земные проблемы локальны, по отношению к Земле всегда становятся глобальными. К примеру, проблемы повышенной солнечной активности или астероидной угрозы касаются всей нашей планеты в целом и являются глобальными.

В контексте исследования трансформации глобальности стоит проанализировать эссе Мартина Хайдеггера «Вещь». К последствиям глобализации Хайдеггер относит сжимание пространственных и временных дистанций [2]. Философ ставит проблему деструкции дальнего, так как всё, что раньше было удалено от нас в пространстве и времени, теперь становится достижимо с меньшими затратами. Возможности эффективного преодоления дальних расстояний и интеграции в пространственно удалённые сообщества приводят к утрате дальнего. Утрата дальнего, по Хайдеггеру, приводит и к утрате ближнего, так как без дальнего не может быть и ближнего. Дальнее и ближнее понимается Хайдеггером, в первую очередь, в контексте пространственных дистанций. Применительно к обществу можно сказать, что социальные связи в «ближних» сообществах ослабевают, так как в них утрачивается необходимость, ведь в условиях доступности «дальнего» оно начинает конкурировать с «ближним», которое часто проигрывает конкуренцию. Хайдеггер написал это эссе в 1950 году, т.е. в докосмическую эпоху, поэтому философ анализировал дальнее и ближнее в пределах Земли. Однако выход человечества в космическое пространство позволяет переопределить феномены дальнего и ближнего: пространственно дальнее в пределах Земли становится ближним в космических масштабах, которые открывают перспективы невиданного доселе дальнего, находящегося на невиданных доселе дистанциях, деструкция которых невозможна. Освоение и присвоение космического пространства приводит к тому, что Земля становится коллективным ближним, находящимся в пространстве огромного дальнего – Вселенной. Таким образом, снимается деструкция дальнего – оно возвращается на новом уровне в новых масштабах. Такая постановка вопроса подтверждает утрату «всеобщего» значения у концепта «глобальное».

Список использованных источников:

1. Сивков Д.Ю. Шаги и скачки: антропология космоса в поисках масштаба // Этнографическое обозрение. – №6. – 2019. – С. 29-33.

2. Хайдеггер М. Вещь // Время и бытие: Статьи и выступления / сост., пер. В.В. Бибихина. – М.: Республика, 1993. – 447 с.

Люди с ограниченными возможностями здоровья в современном городе

Чернова М.О.
Научный руководитель — доцент, к.ф.н. Черненькая С.В.
МГПУ, Москва

Вопрос доступности городских объектов для лиц с ограниченными возможностями здоровья является особенно важным для современного общества. Доступность городского пространства - это равноправное участие людей с ограниченными возможностями здоровья во всех сферах жизни общества. В нашей стране меняется социальная политика в отношении людей с ограниченными возможностями здоровья, происходит изменение модели инвалидности от медицинской к социальной. Предполагается реализация социальной политики, направленной на признание права каждого человека на уровень жизни, необходимый для поддержания здоровья и благополучия, а также право на социальное обеспечение в определенных случаях. Под «людьми с ограниченными возможностями» принято понимать лиц, имеющих определенные ограничения в повседневной жизни, связанные с физиологическими или психологическими факторами. На 01.01.2021 в России 10298989 инвалидов, из них 6200177 – женщины, это 57% от общей численности инвалидов, 4728812 – мужчины, 43% от общей численности инвалидов. По группам инвалидности: 1 группа составляет – 1367579 человек, 2 группа – 4982434 человек, 3 группа – 4578976. В Москве на 01.01.2021 насчитывается 974432 инвалида, в Московской области – 406341 инвалид.

В рамках исследования «Доступность городского пространства для инвалидов» было проведено заочное анкетирование среди людей с ограниченными возможностями здоровья и опрошено 50 респондентов, из них 38 человек, проживающих в Москве, 10 в Московской области. 32% респондентов в возрасте 18 – 25 лет, 36% в возрасте 25 – 35 лет, 14% в возрасте 35 – 45 лет, 16% в возрасте 45 – 55 лет, 2% старше 55 лет. Имеющих высшее образование – 68%, среднее профессиональное образование – 12%, среднее общее (11 классов) – 12%, среднее общее (9 классов) – 8%. Женщин из числа опрошенных – 50%, мужчин – 50%. Инвалиды 1 группы – 46%, 2 группы - 20%, 3 группы – 34%. Основной тип ограничения жизнедеятельности: на опорно-двигательный аппарат указали 46% респондентов, на общее заболевание – 20%, зрение – 16%, слух – 16%, отсутствие конечности – 2%. Из числа опрошенных 43% указали на то, что способность к самообслуживанию снижена, 41% - сохранена, 16% ответили, что утрачена.

Самостоятельно передвигаться по населенному пункту могут 66% опрошенных, 34% указали на невозможность самостоятельного передвижения.

На оборудованность в населенном пункте необходимыми указателями зданий, тротуаров, переходов и дорог указали лишь 34% опрошенных, 14% респондентов ответили, что населенный пункт совсем не оборудован. 52% ответили, что оборудован частично.

На вопрос о доступности общественного транспорта 48% ответили, что транспорт доступен, есть возможность пользования без посторонней помощи, 34% ответили, что транспорт доступен частично, есть необходимость помощи других людей, 18% указали на недоступность общественного транспорта.

Из числа опрошенных 39% указали на доступность парков и других зон отдыха, 45% ответили, что доступны частично и 16% ответили, что парки и зоны отдыха для них недоступны.

На частичную доступность магазинов и торговых центров указали 50% респондентов, на полную доступность 42%, и на недоступность указали 8%.

Услуги социального такси доступны лишь для 28% респондентов, частично доступны для 26% и недоступны совсем для 46%.

Среди наиболее частых проблем, возникающих при выходе на улицу, инвалиды отмечают: грязь, плохо очищенные улицы, отсутствие лифтов, пандусы, которыми невозможно пользоваться либо их полное отсутствие, отсутствие перил, скользкая плитка, мелкий шрифт расписания автобусов. 2 респондента ответили, что никаких проблем у них не

возникает. 1 респондент выделил главной проблемой - отсутствие взаимодействия лиц с инвалидностью с остальным обществом.

Из числа опрошенных 70% получали средства реабилитации, указанные в ИПР, 20% получили не в полной мере, 8% не получили совсем, 2% в средствах реабилитации не нуждаются. Лишь 31% респондентов оказались удовлетворены качеством полученных средств реабилитации, 40% удовлетворены не в полной мере, 29% не удовлетворены совсем.

На вопрос о качестве жизни 48% ответили, что оценивают свое качество жизни, как среднее, 32% ниже среднего, 12%, как низкое, 4%, как высокое, 4% затрудняются ответить.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время городское пространство является неблагоприятным для людей с ограниченными возможностями здоровья: нет пандусов для колясочников в общественных местах, нет возможностей для передвижения в жилых домах, поэтому проблема беспрепятственного перемещения инвалидов в городе остается актуальной.

Личность П.А. Соловьева

Чесноков К.С.
Научный руководитель — Лихоманова А.А.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

26 июня 2021 года исполнится 104 года со дня рождения советского и российского конструктора Павла Александровича Соловьёва, основоположника газотурбинного двигателестроения в СССР, создателя пермской школы конструирования. Его именем назван двигатель ПС-90А (ПС-Павел Соловьев), последняя работа Соловьева, один из лучших моторов для дальнемагистральной авиации. Павел Александрович обладал профессиональными знаниями предмета в сочетании с великой человеческой и конструкторской скромностью. Не было ни одного совещания, на котором бы Павел Соловьёв вышел из себя, или делал какие-то громкие заявления. Его манеры, вежливость, интеллигентность располагали людей к общению с ним.

П.А. Соловьёв вырос в большой семье, в деревне Алекино, Костромской губернии. «Причём я был какой-то не совсем типичный для деревенской-то жизни», [1, с. 9] – писал Соловьёв о себе. В отличии от других детей в семье, он любил много читать. При свечке допоздна сидел с книгами на чердаке. Родители его ругали, потому что это могло привести к пожару. Десятый класс Соловьёв прошёл самостоятельно. Ему так хотелось учиться, что за год он выучил программу девятого и десятого классов, и подготовился к поступлению в институт. Правда, у Павла Александровича не было аттестата за 10 класс и при поступлении в институт он предоставил только справку, что закончил 9 классов. Подавал заявление без особых надежд, считал поступление трудной задачей. Однако его приняли в Рыбинский авиационный технический институт (РАТИ).

В институте ребята, старше его, ходили на танцы. Соловьёв же купил грифельную доску, брал задачники по механике и математике и с легкостью их решал. В 1937 году в институте сформировался аэроклуб. Соловьёв, узнав об этом, подал заявление. Однако, во время войны с финнами, его отправили преподавать конструкцию двигателя М-11.

После окончания института с красным дипломом Павла Александровича перевели в Пермский авиационный завод, где его директором и учителем стал Аркадий Дмитриевич Швецов. У них сразу сложились хорошие отношения. Они часто беседовали, и основной темой разговора были авиадвигатели. Аркадий Дмитриевич, при возникновении вопросов, сначала выслушивал коллег с их вариантами решения, а потом долго раздумывал сам, и приходил к верному ответу. «Для меня его аргументация была полным откровением», [1, с. 20] – писал Соловьев.

Нельзя не упомянуть о Дементьеве Петре Васильевиче, министре авиационной промышленности СССР. Соловьёв считал его исключительно талантливым и энергичным человеком. Дементьев быстро всё схватывал, мог указать на какой-либо дефект, неполадку,

и в шутку сказать какую-то мысль, оказавшейся решением возникшей проблемы. Он всегда помогал Соловьёву и его сотрудникам.

Знакомство Павла Александровича с Андреем Николаевичем Туполевым состоялось в конце Великой Отечественной войны. Соловьёва отправили исправить неполадку на самолете Ту-2. На аэродроме, во время его осмотра, они встретились, и Павел Александрович сразу указал на неисправность. Он объяснил, что причина дефекта понятна, и его можно устранить. Туполев ответил: «… хорошо, что понимаете, как это дело убрать» [1, с. 23]. Конструктор считал Туполева интересным человеком. Андрей Николаевич высоко оценивал новые идеи, и был одним из тех людей, с которым у Соловьёва сложились хорошие отношения.

Подводя итог, хочется отметить, что Соловьёв сделал большой скачок в прогрессе авиационных технологий. В настоящее время его двигатели можно встретить на пассажирских и грузовых самолётах. Его именем назван Рыбинский авиационный институт (сейчас Рыбинский государственный авиационный технический университет).

Такие люди, как Павел Александрович, уникальны. Целеустремлённый, всегда находил решение для любой проблемы, концентрировался только на получении новых знаний и воплощения их в жизнь. Павел Александрович любил не только технологии, но и природу. В свободное время он охотно прогуливался на свежем воздухе, чтобы уложить мысли в порядок. «Природа здесь красоты невероятной… А Волгу до сих пор люблю больше всего» [1, с. 190].

Список использованных источников:

1. Генеральный конструктор Соловьёв П. А. «О времени и о себе» / П. А. Соловьёв – ОАО «НПО «Сатурн», 2009 – 202 с.

Влияние «культуры отмены» на гражданскую авиацию

Шипилева А.Д., Коноплева П.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Токарева Е.М.
МАИ, Москва

На данный момент в нашей стране начинает развиваться такое движение как «культура отмены», которая пришла к нам с запада. В других странах оно известно как «Cancel culture». «Культура отмены» - явление осуждения, отказа от поддержки и «отмены» людей, брендов, шоу и даже фильмов из-за того, что некоторые считают высказывание или поступки оскорбительными и неприемлемыми в обществе. Данный процесс построен на том, чтобы лишить человека, бренд или компанию платформы, то есть люди начинают массово отписываться от социальных сетей и бойкотируют проекты. Обычно первая волна начинается в интернете, а точнее в Facebook, так как там легче собрать коллектив, который думает также. Это больше похоже на митинг или бунт, но только в социальных сетях, куда может присоединиться каждый желающий, а иногда это выходит за пределы интернет-пространства и напрямую наносит удар на карьеру человека.

Доктор Джилл МакКоркель, профессор социологии и криминологии в Университете Вилланова, сказал The Post, что корни культуры отмены присутствовали на протяжении всей истории человечества. По его словам, общество веками наказывало людей за поведение, выходящее за рамки общепринятых социальных норм, и это всего лишь еще один вариант.

Также данная тема не обошла стороной и авиакомпании. Существуют такие случаи, когда частично «отменяли» авиатранспортную компанию. Например, Korean Air оказалась в кризисе из-за «скандала с орешками». Под ударом оказалась репутация уже всей компании в целом, которая, как выяснялось, до последнего момента пыталась выгородить свое начальство, а также старалась заставить замолчать возможных свидетелей и участников инцидента. Это делалось как заслужено, так и несправедливо. И, конечно, в обоих случаях это приносило огромный удар для всех. Они прекращали свою деятельность, сотрудники начинали понимать, что компания умирает, после чего увольнялись, инженеры переставали сотрудничать с ними. Другими словами с помощью «культуры отмены» можно уничтожить

даже крупные авиакомпании. Например, общество может «отменить» руководителей авиакомпаний из-за того, что они не были профессиональными пилотами, а пришли из других сфер как: юриспруденция, экономика или торговля акциями на бирже. Люди с помощью показательного отречение от авиакомпаний, то есть они прекращают пользоваться ими и пишут гневные комментарии на всех социальных платформах, вгоняют их в кризис и уничтожают репутацию, и авиатранспортным перевозкам ничего не остаётся делать, как исправить возникшую ситуацию и отстранить или уволить некоторых сотрудников. Или множество американских авиакомпаний на данный момент «отменяют» из-за плохого обращения с животными на борту самолетов, из-за чего они калечатся и умирают. Например, компания United Airlines По итогам 2016 и 2017 годов заняла первое место по числу инцидентов со смертельным исходом с животными в багажном отсеке самолёта среди всех авиакомпаний Соединённых Штатов. По итогу это принесло большой ущерб репутации перевозчика. Конечно, в некоторых случаях наши братья меньшие пугаются и начинают биться о стенки клетки. Однако были замечены случаи, когда контейнеры для перевозки животных кидали со всей силой, как обычные чемоданы, в багаж самолета. Именно поэтому в Америке поднялась волна недовольства и многие перестали использовать такие авиакомпании.[5]

Таким образом, культура отмены, которая только зарождается в России, может влиять даже на крупные авиакомпании, и может быть как заслуженной, так незаслуженной. На данный момент некоторые не понимают, что переходят границы, бойкотируя авиакомпании особенно за действия, которые никак нельзя отнести к оскорбительным, унизительным и приносящим какой-либо вред. Люди не осознают, что таким образом наносят ущерб всем окружающим: потенциальным пользователям, сотрудникам, компаниям, которые ведут вместе с ними общую деятельность. Как мы знаем, в крупную авиакомпанию довольно сложно устроится или работать с ней, так как в этой сфере очень большая конкуренция. Именно поэтому надо обдумывать свои действия и применять культуру отмены только в том случае, если это заслуженно, или использовать ее умеренно, чтобы не допустить ухудшения ситуации.

Психологические инструменты формирования студенческих проектных команд

Якунина А.Д., Николаев М.С.
Научный руководитель — доцент, к.соц.н. Почестнев А.А.
МАИ, Москва

Проблема формирования проектных групп является крайне важной темой, и связано это с изменением форм организации труда в компаниях [1]. Практика управления проектными командами еще не апробировала достаточного количества инструментов, однако, в образование уже введены компетенции командной работы, и обучение уже требует проектных форм организации студентов. Практика показывает, что подбор участников команды чаще базируется на предчувствии руководителя проектов, что не приводит к ожидаемой эффективности. Руководитель чаще обращает внимание на профессиональные компетенции и не берет во внимание оценку психологической совместимости кандидатов. Это продуцирует неэффективные взаимодействия, приводящие к снижению эффектов проектной деятельности. Для решения проблемы оценки психологической совместимости руководитель не имеет подходящих инструментов. В качестве таковых могут стать научные психологические модели. Определение того, обладают ли они высокой предсказательной способностью, является целью данного исследования.

Для отбора модели необходимо было ввести ряд условий. С точки зрения создания рабочего комфорта, необходимо обеспечить физиологическую совместимость (темпоритмовые основы взаимодействия) и психологическое соответствие (манера взаимодействий и понимание). Этим критериям удовлетворяла модель «соционики» [1]. Таким образом, объектом исследования стала модель «соционики», а предметом

исследования – ее прогностическая способность при подборе студенческих проектных групп. Исследование осуществлялось на базе анализа 4х проектных групп, созданных в рамках прохождения студентами М6О-309б-18 дисциплины «Социология» в ФГБОУ ВО МАИ (НИУ). В исследовании приняло участие 15 студентов.

В ходе работы групп над проектами студенты были протипированы различными способами по выбранной модели. Результаты типирования совпадали не всегда, что свидетельствует об инструментальной сложности данной модели. В первой группе два человека оказались типа «Штирлиц». Согласно модели, они продуцируют тождественные отношения, где эффективность работы будет зависеть только от эффективности самого типа. Эти отношения и не способствуют, и не препятствуют работе. Это довольно трудолюбивые люди, они могут эффективно вместе работать над общим проектом. На практике так и оказалось. Для снижения возможных конфликтов, согласно модели, команде необходимы: «Достоевский», «Габен» и «Гексли», и третьим игроком как раз оказался «Достоевский». Естественным образом была создана правильная бесконфликтная команда, которая позволила достичь высоких результатов проекта. Во второй группе сложились два типа отношений: родственные (между «Робеспьером» и «Горьким») и тождественные («Горький» и «Горький»). Первые отношения сохраняют формальную форму общения друг между другом, но в компании эти отношения сильно улучшаются, поэтому на работе отношения между этими типами особо сказываться не будут. Оба типа являются логиками и рационалами, из-за чего их работа будет строиться вокруг расчетов, а результаты будут отличаться точностью и качественностью. Это отразилось на выборе темы проекта и результатах, которые содержали большое количество статистических данных. Тождественные отношения также не являлись препятствием в работе, и группа достигла также высоких результатов проекта. В третьей группе присутствовало три типа отношений: миражные («Джек» и «Горький»), зеркальные («Горький» и «Жуков») и заказные («Джек» и «Жуков»). Для совместной работы наиболее подходящими отношениями среди этих троих являются зеркальные. Миражные расслабляют людей, заказные приводят к конфликтам. Для такой группы нужен тип «Гамлет», который разбавит атмосферу, но его в команде не было, в работе были превышены сроки, команда не могла договориться о встречах и задачах проекта. Отношения складывались не идеально, результат проекта был ниже, чем в других группах. В четвертой группе оказались отношения активации («Бальзак» и «Драйзер»), тождественности («Драйзеры»). Первые побуждают людей к совместной работе и энтузиазму при выполнении задач, вторые не препятствуют работе. При работе над проектом никто не перехватывал инициативу, каждый знал, что делать и выполнял задачу максимально качественно. Группа собиралась очень часто для коррекции результатов, вся работа выполнялась совместно и согласовано. В итоге результаты проекта не содержали «серых зон» и были высокими.

Из полученных данных можно утверждать, что «соционика» обладает большим прогностическим потенциалом для формирования проектных групп - три из четырех групп соответствовали модельным группам и они достигли более высокого результата.

Список использованных источников:

1. Филатов А. С., Хрутьба В. А. Оптимизация внутреннего психологического климата проектных команд как путь повышения конкурентоспособности предприятия//Технологический аудит и резервы производства, № 2 (9), 2013, с. 33-37

Получение несанкционированного доступа к управлению беспилотными летательными аппаратами, как угроза национальной безопасности (с использованием английских источников)

Алавиев О.А.
Научный руководитель — доцент, Григорьева Ю.Г.
МАИ, Москва

When building security systems, it is necessary to determine what should be protected, from whom and from what. You should protect yourself from threats that come from intruders, including foreign intelligence agencies and industrial spying of international corporations. Threats arise when there are vulnerabilities in telecommunications systems, that is, such properties of the system that contribute to the violation of information security. Based on this, we will make a classification of vulnerabilities.

Hardware- software – vulnerabilities caused by the use of "embedded" devices, the introduction of viruses in the software.

Organizational – a consequence of the lack of organizational measures to protect information, as well as non-compliance with the rules and requirements of the operation of information protection systems.

Configurational – appears in the process of making the settings of the software and hardware.

Multifactorial – a synthesis of several disadvantages of different types.

Architectural – occur as a result of erroneous system design.

WHAT IS A UAV?

Unmanned aerial vehicle is an aircraft without a crew on board. For the first time, these devices began to be used in the XIX century for military purposes, after the discovery of electricity and the invention of radio. However, UAVs became widely known after the improvement of the global positioning system (GPS), which brought them to a new level of use.

THE PROCESS OF OBTAINING UNAUTHORIZED ACCESS

Radioprospecting is one of the most common types of passive radio interception. It is conducted using radio signals. The main task of radioprospecting is to obtain information by detecting and intercepting the open coded broadcasts of radio stations and determining their locations, as well as processing and analyzing the intercepted information in order to reveal its content.

If a "foreign" UAV is detected on the radar, an attempt will be made to intercept the control signal. If successful, it will be decoded using a powerful computer and special programs, then the communication channel with the operator will be completely cut off. This means getting the full control of the aircraft.

WAYS TO COUNTERACT UAA

The need to build reliable protection when using UAVs is one of the important objectives. Therefore, the information security system should provide protection against all types of accidental and intentional influences. This involves:

1. Organizational issues

These include measures and activities that are regulated by the internal instructions of the organization that operates the system. An example of protection is the assignment of secrecy labels to documents and materials stored in special premises, and the control of access to them by employees.

2. Engineering and technical

Engineering and technical means of information protection are understood as physical objects, mechanical, electrical and electronic devices. This also includes identification and authentication methods. The identification and authentication system is one of the key elements of the infrastructure of protection against unauthorized access to any information system.

3. Cryptographic data

Cryptographic methods are basic for providing reliable authentication of the parties to the information exchange, protecting information in the transport subsystem, and confirming the integrity of information system objects.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF COUNTERING UAA

Humanity is on the verge of inventing a quantum computer that could process large amounts of information with high speed and accuracy. The power of this technique will allow to decode the encrypted information in a matter of time. Therefore, a large-scale development of a new type of cryptography, post-quantum cryptography, is already underway. However, the experts are divided into two camps. Some still believe that now it is not the time to think about this type of cryptanalysis, while others believe that procrastination will lead to a loss of time for research**.**

CONCLUSION

The analysis of the above allows us to state with firm confidence that the problem of information security is becoming more and more urgent. First of all, this applies to ensuring the protection of information at the state level, as well as large corporations, various institutions and organizations. I think that the development of post-quantum cryptography should be considered now. The main reason for this is that to improve the efficiency and usability of p-q cryptography will take time.

Особенности реализации технических решений по градиентному модифицированию конструкционных углепластиков авиационных конструкций, обеспечивающих стойкость к удару молнии (с использованием иноязычных статей)

Александров А.А.
Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.
МАИ, Москва

In order to increase the weight efficiency of aircraft structures in the aviation industry, structural carbon-fiber reinforced plastics are increasingly used instead of aluminum and titanium alloys and steels. At the same time, structural carbon fiber reinforced plastics are weak conductors (their resistance is 3–4 orders of magnitude higher than that of metals) [1–2]. This fact determines the relevance of works aimed at ensuring the lightning resistance of composite aggregates.

The probability of a lightning strike in an aircraft in a fir tree is approximately 10-2, i.e. lightning can hit an aircraft once every 100 passes through a thundercloud.

Lightning poses a significant threat to aviation. In aircraft lightning causes spreading of high current on its constructive tive elements, which might cause them to fracture, crack formation, the fire in the fuel tanks, failure of electrical equipment, and as a consequence of the crash [3].

A feature of the problem is to provide an electric conductivity for the smooth run-off of the electric charge of the lightning, as well as static charge accumulating on the behavior rhnostyah LA.

Carbon nanotubes (CNTs) are widely used to modify polymer matrices. Features of the structure of CNTs (high specific surface area, strength, electrical conductivity, the possibility of covalent and non-covalent functionalization) determine the unique properties and high potential for the practical use of epoxy composite materials based on them [4]. The increased conductivity of the modified carbon plastic will be imparted to the first two packages located on the outer streamlined surface of the aircraft. The next packets will have a gradient less conductivity [3 - 6]. This will achieve a minimum decrease in the specific elastic- strength properties of the carbon plastic. The number of layers in the packages will be selected based on typical technical requirements.

In this case, the modification of the carbon fiber matrix is carried out by the method of surface spraying on the semifinished composites of the layer of carbon nanotubes, which are at this stage in the composition of the prepared emulsion. The problem of agglomeration of carbon nanomodifier is solved in the classical way by organizing ultrasonic action during the preparation of the carrier substance (emulsion) [7].

References:
1. Salamatin V.S., Nasonov F.A. Poisk putej obespecheniya molniestojkosti aviacionnyh ugleplastikovyh konstrukcij, soderzhashchih v svoyom sostave kleevye soedineniya. In the collection: Novye materialy XXI veka: razrabotka, diagnostika, ispol'zovanie. Materials of the I International Youth Scientific Conference. Moscow, 2020.pp. 196-199.
2. Salamatin V.S., Nasonov F.A. Vozmozhnosti realizacii svojstv molniestojkosti aviacionnyh ugleplastikovyh konstrukcij, imeyushchih v svoem sostave kleevye soedineniya.. In the book: 19th International Conference «Aviaciya i kosmonavtika». Abstracts of the 19th International Conference. Moscow, 2020.pp. 787-788.
3. Aleksandrov A.A., Nasonov F.A. Primenenie nanouglekompozitov dlya sozdaniya kompozitnyh aviacionnyh agregatov, stojkih k udaru molnii. In the book: 19th International Conference «Aviaciya i kosmonavtika». Abstracts of the 19th International Conference. Moscow, 2020.pp. 726.-728.
4. Kondrashov S.V. Epoksidnye kompozicionnye materialy s uglerodnymi nanotrubkami/ Abstract of the dissertation of Doctor of Technical Sciences, Moscow, 2019, 33 p.
5. Aleksandrov A.A., Nasonov F.A. Vozmozhnosti proektirovaniya ugleplastikovyh agregatov letatel'nyh apparatov, vyhodyashchih na vneshnij kontur, s uchyotom primeneniya uglerodnyh napolnitelej i polimernyh svyazuyushchih, modificirovannyh nanochasticami, obespechivayushchih stojkost' k udaru molnii. In the book: Molodyozh' i budushchee aviacii i kosmonavtiki - 2020. Abstracts of entries. 12th All-Russian intersectoral youth competition of scientific and technical works and projects in the field of aviation and rocket and space technology and technology. Moscow, 2020.pp. 216-217.
6. Dobryanskaya A.N., Anihovskaya L.I., Komarov G.V., Nuzhdin G.A. Modificirovanie polimernyh matric aktivnymi nanostrukturami. Nanoengineering. 2015. No. 5 (47). pp. 40-48.
7. Vermel' V.D., Docenko A.M., Titov S.A., Anihovskaya L.I., Kladova L.S., Tkachev A.G., Slepov S.K., Melezhik A.V. Sposob dispergirovaniya nanochastic v epoksidnoj smole. Patent for invention RU 2500706 C1, 10.12.2013. Application No. 2012114992/05 dated 17.04.2012.

Aviation Computer Games: Lexical Problems of Translation

Александрова С.А, Пославская В.Д.
Научный руководитель — д.филол.н., профессор Курбакова С.Н.
МАИ, Москва

The videogame market plays a huge role in the entertainment industry in the modern world. Every year it is gaining in popularity not only in the West, but in Russia as well. Since it is a growing in popularity and constantly changing industry, proper localization is necessary in order for it to gain success in Russia. That is why this topic is relevant as of right now. Besides, it is worth noting that there are a lot of games dedicated to aviation, so the translation of technical aviation terminology is of particular importance and use.

Localization seems to be an extraordinary job of a translator. It involves full adaptation of the product to a specific regional market. There are many types of localization (packaging, text, voice-over localization, etc.). It is crucial to have knowledge not only about the languages, but also the cultures of different countries in order to properly adapt the product, while taking into account all termilogical differences and cultural peculiarities of the countries in question [1], [2], [3], [5], [6].

At the localization stage translators face many challenges. For example, the vocabulary used in such texts always depends on the vast array of genres and themes that the game is devoted to. The approach to localizing relies as much on the platform as it does on the genre and theme of the game. It is important to consider the use of electronic dictionaries, which play a big part in high-quality translation within a limited period of time and increase the efficiency of translator’s work. For example, indie games and applications for iPhones and android devices will not take as much time in translating as large projects coming out on PC (personal computers) and consoles would. There are also difficulties in translation of professional vocabulary, including technical aviation terms. A prime example of that would be *Microsoft Flight Simulator* – a next-gen flight simulator that

includes a variety of highly-detailed recreations of airplanes – from light aircraft to wide-body airliners. The game contains a huge amount of aviation vocabulary, including different types of aircraft (commercial airliners: *Boeing 787-10, Dreamliner, Airbus A380*; civil aircraft: *Cessna Citation Longitude, TBM 930*; fighters: *Sukhoi Su-25T*, as well as helicopters), their internal and external structure (*Multi-Function Control and Display Unit (MCDU*), *Auxiliary power unit* (Вспомогательная силовая установка), *Traffic collision avoidance system* (*TCAS*, Система предупреждения столкновения самолётов в воздухе), aerodynamics (*wingtip vortices* (спутная струя), *empennage* (хвостовое оперение), air traffic control (*separation* (эшелонирование), *airport traffic control tower* (диспетчерская вышка)), etc. In addition, a series of space-themed games such as *Mass Effect, Elite: Dangerous and EVE Online* can be given as an example of special vocabulary in videogames. For instance, classification of warships: *frigates* (фрегаты), *cruisers* (крейсеры), *dreadnaughts* (дредноуты), *carriers* (авианосцы), *fighters* (истребители), *interceptors* (перехватчики), *etc.*

Development of translation skills is sure to promote high quality and comprehensibility of translation. [4], [7] Search for language equivalents in the process of localization of the text of computer and videogames, including those about aviation, is an interesting and complex task that requires the application of all translation abilities

References:

1. Бердникова Е.А., Курбакова С.Н. Особенности визуализации информации в текстах арт-бизнеса / в сборнике: Проблемы современного мира глазами молодежи. Сб. научных трудов. М., 2019. С. 41 – 55.

2. Князева Е.А., Курбакова С.Н., Мурог И.А. Особенности моделирования действительности в рекламном тексте. Вопросы психолингвистики. 2018. №37. С. 36-49.

3. Кудрявский П. А., Тейс Г. Н. Руководство по локализации программ – Курск – Великий Новгород, 2004. 219 с.

4. Курбакова С.Н. Дейктический потенциал языковых средств в речевой коммуникации. Москва, 2017. 228 с.

5. Пашутина А. Локализация компьютерных игр: суть, проблемы и решения. Электронный ресурс: URL: http://dailytelefrag.com/articles/read.php?id=1291. Дата обращения: 28.01.2021.

6. Тер-Минасова С. Г. Язык и межкультурная коммуникация: учебное пособие М.: Слово/Slovo, 2000. 624 с.

7. Catford J. C. A Linguistic Theory of Translation. Ldn., 1965. 110 p.

Роль Ю. Гагарина как посла мира (на материале зарубежных визитов первого космонавта)

Анисова Е.Н.

Научный руководитель — доцент, д.фил.н. Курбакова С.Н.

МАИ, Москва

This year the humanity celebrates the 60th anniversary of Yuri Gagarin's space flight. Our outstanding compatriot accomplished a dramatic breakthrough of mankind into space. Yuri Gagarin's mission as a peace diplomat also deserves accolade.

Yuri Gagarin's contribution to the progress of science and technology can't be overestimated. His flight paved the way to rapid development of aviation science and space exploration as well as to the hearts of people all over the world. Our cosmonaut was respected and welcome all over the world. The research is aimed at analyzing the coverage of Gagarin's flight by foreign mass media in order to assess the impact of Gagarin's flight on promoting the Soviet (Russian) science and its achievements in the international arena.

The research was held in the following fields: the great achievements of Soviet (Russian) science which made this flight possible; the rivalry between the Soviet Union and the USA in exploration of space; the coverage of Gagarin's victorious flight in the world press; the attitudes of the world community to our Homeland.

The research proves the altruistic – even heroic - work of the Soviet scientists, engineers, pilots and everyone who was engaged in the process of crafting and accomplishing the first man's flight into space. Gagarin's great flight was the impulse for the rapid technological development and new space discoveries in the coming years.

By way of concluding, we should stress that Yuri Gagarin played a great role of a diplomat showing the peaceful character of our nation, our openness and readiness to share technological advances with the whole world for the prosperity and well-being of all peoples on the Earth.

References:

1. Гагарин Ю.А. Дорога в космос: Записки летчика-космонавта СССР / Ю.А. Гагарин. — М.: Военздат, 1981. 336 с., ил.

2. День Гагарина: сборник / Л.В.Нечаюк; пред. В.С. Губарева. – М.: Современник, 1986. 485 с.

3. Митрошенков В.А. Земля под небом. Хроника жизни Юрия Гагарина / В.А. Митрошенков. Изд.2-е доп. – М.: Советская Россия. 1987. 484с.

4. Человек с обложки (как западные СМИ освещали первый полет человека в космос. Электронный ресурс: URL https://lenta.ru/articles/2011/04/11/gagarin/. Дата обращения: 12.02.2021.

5. Yuri Gagarin: First Man is Space. Электронный ресурс: URL https://tass.com/science/868892

6. Что означал полет Гагарина для мира Электронный ресурс: URL https://news.un.org/ru/audio/2016/04/1033251.

Применение композитных материалов в авиационной промышленности (по материалам англоязычных источников)

Антипов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Волкова Е.Б.

МАИ, Москва

For the last 40 years scientists have developed a wide variety of materials, that vary in different characteristics starting from hardness, elasticity and finishing with weight, flexibility and density. But it is very difficult to find the golden mean between them. For example, too hard materials are exposed to fragility and too flexible materials deform even at light pressure. The solution to this problem is composite materials which have higher strength, tensile modulus, wear and heat resistance, also they have less weight, density, tensile break and bending than alloys which are used in aviation industry. A part which is made of carbon fiber is less exposed to wear during operation, it has high corrosion resistance and also can withstand high pressure having light weight at the same time. That is why elements of fuselage, ailerons, aircraft empennage, principal structural elements, steering elements etc. are made of composite materials. And the planes having more than 30% of carbon fiber in their construction have high flight range, larger capacity, long-term operation period and less weight comparing with their competitors which do not have composite materials in their construction. Composite materials are made of polyacrylonitrile and the manufacturing process itself takes place in a few stages. At the first stage, polyacrylonitrile is drawn into long threads and then heated to 300 degrees Celsius being saturated with oxygen. At the second stage, the resulting fibers are stabilized and saturated with carbon at a temperature of 1500 degrees Celsius. At the output resulting threads are processed and intertwined. At the final stage sheets are glued together with a plastic polymer and fixed on a billet of the workpiece in multiple layers and placed in a special oven, where they are bind together and formed into the right shape. Thanks to this feature, composite materials can be given any shape depending on the purpose. Unfortunately, composite materials also have disadvantages. First of all, the technology for the production of composite materials is very expensive because of high price of polyacrylonitrile and equipment for carbon fiber manufacturing. If during manufacturing a composite part has defects, it has to be disposed of, because it is very difficult to repair this part in case of damage. Composite materials are extremely sensitive to spot hits and small deformations. Also, metal begins to corrode

in contact with composite materials, and in places of this contact the alloys must be protected by fiberglass. Currently, scientists and engineers are working to improve existing composite materials and create new ones with better properties.

Преимущества композитных материалов в авиапромышленности (по материалам англоязычных источников)

Асратян К.Д.
Научный руководитель — Жаркова Л.И.
МАИ, Москва

Composite material is a combination of two or more materials with different physical or chemical properties. Created material can be used in production and do a certain job, depending on whether the problem needs to be solved. The structure of these materials contains polymeric matrix with strong fibres. Due to its characteristics, it has more advantages over the materials that are usually used - low cost, low weight, electric insulation, etc. The examples of such materials are kevlar, fiberglass, carbon fiber, etc. Nowadays composite materials are widely used in different fields of production.

One of the primary problems of the aviation industry is reducing aircraft weight with saving its rigidity and strength and it is a place, where composite materials can be the solution. In the structure of the aircraft fuselage, wings, tail, engine nacelle, interior details can be produced from composite materials. Fiberglass is well known for its electric insulation and it's often using in a nose cone because it transmits radio waves, so it makes harder finding of the aircraft with locator. Another material that used in aircraft construction is CFPR or carbon fiber reinforced polymer, it conducts electricity and is lighter than fiberglass.

At the beginning of 90's Russian aircraft the Tu-204 created with these materials was 1200 kilos lighter than its metallic version, polymeric was 22% of the aircraft's weight. Another example of using composite materials is the Boeing-787, an American aircraft, and this model contains 50 percent of composite materials. In 2017 the MIG-21, a Russian aircraft, has composite elongated wings that were made from special created materials.

Despite all advantages that composite materials bring they can not be used in the production of engines because polymeric can't withstand high temperatures. The landing gear of aircraft deals with high pressure, so it also needs different materials, because polymers are brittle. But engineers continue to create new types of composite materials and statistic shows that market demand in these materials is growing rapidly.

Изучаем языки и культуры в Институте иностранных языков МАИ: к вопросу о древних праобразах летательных аппаратов

Афонин П.А.
МАИ, Москва

Актуальность данной темы определяется необходимостью изучения студентами переводческого института МАИ латинского языка и античной культуры, и – в контексте этого – освоения основ аэро-космической отрасти.

Цель работы: рассмотреть, как в разных странах в древности люди предпринимали первые попытки освоения воздушного пространства.

В древнегреческой мифологии, в легендах и сказаниях, эта мечта человечества впервые была изложена особенно ярко. Одна из самых знаменитых легенд о покорении неба человеком – это легенда о Дедале, который был величайшим изобретателем и построил знаменитый Лабиринт Минотавра, в который его вместе с сыном Икаром заточил царь Минос. Дедал соорудил крылья, чтобы выбраться из лабиринта. Сын был настолько восхищён творением своего отца и самой возможностью летать, что, увлёкшись, взлетел слишком высоко. Когда его крылья коснулись солнца, они расплавились. Икар упал в море и утонул. Так бог солнца Гелиос наказал его за неосторожность и легкомыслие. Полёт Дедала стал ассоциироваться с надежностью, безопасностью и успехом в летном деле.

Легенда о Пегасе – это ещё один пример того, как человек Древнего мира мечтал о покорении воздушной стихии и о полётах в небо. После убийства Медузы Персеем, из её крови появился неукротимый белый конь. Лишь герой Беллерофонт, которому сопутствовала Афина, смог обуздать его. После того, как Беллорофонт победил Химеру, герой возжелал стать богом и взлететь на Олимп. Зевс наказал его за дерзость и забрал у героя коня. Пегас стал служить отцу богов и стал символом бессмертия, так как его наездник мог с легкостью достигнуть небес или даже рая. Так Пегас символизирует яркое стремление людей возвыситься над землей и полететь.

Помимо Античной мифологии, в мифах Индии известны Виманы – колесницы богов, летательные храмы, используемые как транспортное средство для путешествия, транспортировки товаров и войны. Можно предположить, что на основе формы Виманов SpaceX сконструировали свой космический корабль «Dragon».

В еврейской мифологии имеются упоминания о Меркаве - божественной колеснице-троне, в которую запряжены четыре крылатых существа – тетраморфы, способные долететь до рая.

В классической ближневосточной литературе встречаются множественные упоминания летающих ковров.

В британском эпосе существует сказание о короле Бладуде, который был известен своим увлечением некромантией. Однажды, после очередного общения с духами о полетах, решил сделать крылья, после чего полететь через стену храма Аполлона в Тринованте. Король Бладуд ударился о стену и умер.

В классической китайской литературе есть сведения о летающем троне, созданным Каем Кавусем по заказу императора, чтобы свободно летать по всему Китаю.

Помимо легенд и мифов, в древности люди предпринимали попытки создания летательных аппаратов (ЛА). В 400-ых годах до н.э. греческий ученый Архит Тарентский изобрел первый деревянный ЛА и назвал его «Голубь». Он был похож на птицу и был способен пролететь более 200 метров. Чжугэ Лян, китайский полководец, подарил миру так называемые «Летающие фонарики», которые первоначально использовались исключительно в военных целях. Позже люди стали запускать их на фестивалях, и они перестали ассоциироваться с войной.

В начале 1000 года н.э. монах Эйлмер Малмсберийский провел эксперимент. Он, решив повторить достижение Дедала и Икара, надел на себя самодельные крылья и прыгнул с башни Малмсберийского Аббатства, пролетел 200 метров и остался в живых. Эйлмер даже предположил, что при помощи «хвоста» на конструкции можно было бы управлять полетом и пролетать дальше.

Выводы: стремление людей способствовало зарождению и развитию авиации. Великие умы человечества ставили опыты, экспериментировали, и, спустя время, одно из главных устремлений человечества было реализовано. В наше время изображения и упоминания Икара и Пегаса можно встретить по всему миру. В международной организации гражданской авиации используются настенные рисунки с их изображением. Многие авиакомпании используют их имена или изображения (например, турецкая авиакомпания «Pegasus»). Так, мифологические образы Икары и Пегаса используются в символике современной авиации.

Список использованных источников:

1. Голубева М., Зубанова С.Г. Использование текстов по истории лётного дела в формировании культурологической компетенции у будущих переводчиков. В сборнике: Секция «Актуальные проблемы социально-гуманитарного знания». Сборник докладов Московской молодёжной научно-практической конференции. Отв.редактор: Каллиопин А.К., 2015. С.27-37

2. Bryan H. Bladud Abides: The King Who Tried to Fly//EAA Aviation Center. URL: http://inspire.eaa.org/2017/04/02/bladud-abides-the-king-who-tried-to-fly/ (Дата обращ.: 21.02.2021).

3. Hatcher D.C. Fly the Friendly skies in Air India Vimanas //BibliotecaPleyades.URL:https://www.bibliotecapleyades.net/vimanas/esp_vimanas_4.htm (Дата обращ.: 21.02.2021)

Обзор применения квантовых компьютеров для увеличения эффективности криптографических вычислений на основе анализа зарубежной прессы

Бахарев В.Д.
Научный руководитель — Трембач Т.Г.
МАИ, Москва

Quantum computing is a relatively new field that holds important place in physics and computer science. It uses quantum superposition and entanglement as a foundation for performing complex computations. Nowadays, a broad range of researches are being carried out to improve efficiency of quantum computing and to reduce the cost, so quantum computers are affordable for commercial companies. Quantum computers are being used in particle physics, forecasting of various phenomena, finance, cryptography, and artificial intelligence. People, who use the power of quantum computing, pursue the common goal, which is accelerating various computations and seeking for more effective algorithms to do so. The objective of the present study is to give an idea why quantum computers are relevant in today's cryptography.

Encryption is heavily used in areas where transferring data in a secure way is necessary. That may be as simple as protecting messages from «spying eyes» or as complex and intricate as making sure, that the money transaction is issued successfully without leaking any form of personal information. In cases like these, Quantum key distribution is used, where data is encrypted and decrypted using a single shared key. Charles Bennett and Gilles Brassard invented this algorithm in 1984. It works on a principle that the key is distributed as bits of quantum data and whenever the encrypted message is being intercepted the integrity of data will be corrupted resulting in denial of decryption. Various researches and experiments have shown that QKD is not as efficient as seemed to be back in a day. Trojan-horse attacks have been discovered resulting in data leak. Vulnerabilities like these make this algorithm useless for a modern-day cryptography.

However, in 2010 computer scientists at the UCLA Henry Samueli School of Engineering and Applied Science discovered a more attack-proof quantum encryption algorithm based on geographical location. This interesting concept proved useful among military infrastructure, where the message is guaranteed to be received without spoofing at fixed locations. Further reading has shown, that this algorithm as not as versatile as more conventional ones, such as QKD. Depending on a fixed location makes its usage mostly static, meaning that it cannot be used anywhere at anytime.

In the early 1990s, Dr. Peter Shor at AT&T Bell Laboratories invented an algorithm named after him, that was optimized for use in quantum computers. "Shor's Algorithm" is based on factorization products of two large prime numbers. It makes use of two separate keys, one of which encrypts the data and another decrypts it. This invention completely purged QKD in both efficiency and time complexity. But as computers grew in performance, it became evident that algorithms must be either improved or made from scratch. US National Institute of Standards and Technology initiated one such step towards this. They have started to standardize brand-new public-key cryptography by gathering various research from different companies around the world. They have already filtered twenty-six proposals from a total of sixty-nine submissions. A new algorithm will be rolled out eventually, but it is just a matter of time.

Thus, in the course of my work, I have studied the information of various uses of quantum computing in a field of cryptography. During the research, a decent amount of information was gathered to provide a general idea of how quantum computers aid people to secure their data more efficiently. While there are algorithms that serve the system a great deal, there is more research being done by multiple companies to ensure the best encryption available for use.

References:

1. Microsoft. Cryptography in the era of quantum computers. 2020. URL: https://cloudblogs.microsoft.com/quantum/2020/02/26/cryptography-quantum-computers/
2. ScienceDaily. Position-based quantum cryptography: New method for securing location-sensitive data URL: https://www.sciencedaily.com/releases/2010/07/100726162123.htm
3. ScienceDaily. Just how secure is quantum cryptography? 2013. URL: https://www.sciencedaily.com/releases/2013/05/130528122435.htm

Технические проекты в рамках изучения иностранных языков в МАИ на примере темы «Машинный перевод»

Бахмин Н.А.
Научный руководитель — к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва

Machine translation is an extremely important technology in our time. The rapid development of the Internet in the nineties led to the fact that there was an urgent need to translate large amounts of information in the shortest possible time. Moreover, machine translation provides such an opportunity. Rapid development of machine translation technologies proves the relevance of the research. Today, thanks to new technologies, anyone with only a phone with Internet access can easily communicate with people in any language.

The aim of our research is to study the influence of machine translation on the process of learning and teaching foreign languages. In order to reach the aim we analysed the history of machine translation, the spheres of usage of the technology and the influence on the process of studying professionally oriented foreign languages.

The history of machine translation began long before the first machines appeared. First thought about machine translation have appeared from the teachings of two philosophic schools. The first school promoted the ideals of a secret language and codes for secret correspondence, when the idea of the second school was to create a universal language for general use without borders. The proponents of these two schools created the theoretical basis that in the 20th century was used together with the first computers to create the first machine translation systems. From the second half of the 20th century to the present day, the development of machine translation goes along with the development of computer systems.

There are three types of machine translation:

1. Rule-based machine translation (RBMT)
2. Statistical machine translation (SMT)
3. Neural machine translation (NMT)

RBMT systems analyse a text and build its translation based on internal dictionaries and pre-installed rules for a pair of languages used for translation.

SMT systems use statistics. The system determines the probability of a word appearing in a given context based on pre-loaded examples and selects which word is best suited for this place.

NMT systems are similar to SMT systems with one difference. NMT systems are constantly evolving, and the accuracy of their translation is highly dependent on how many examples it has been provided with. The system regularly analyses the data, so the more correct examples are uploaded to the system and the more times it translates them, the more accurate the translation will be.

Due to differences in the translation method, when translating the same text, significant differences in the final meaning of the resulting text can be revealed. To eliminate this drawback, hybrid systems were invented. Hybrid systems use two or more machine translation methods. After translation the system compares the options and selects the most suitable one. Such systems are the most accurate and promising.

Machine translation has come a long way from the first word-relationship theories and Becher's first mechanical translation system to modern systems based on deep learning. Apparently, in the near future people will no longer need to learn foreign languages in order to get the necessary information from primary sources or simply communicate with foreigners.

Our research found its implementation in the project prepared in the framework of studying professionally oriented foreign languages in Moscow Aviation Institute.

References:

1. Zhurbenko N.L. (2018). Modern pedagogical technologies used to improve the efficiency of teaching foreign languages to students of technical specialties. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 2(6). Available at:https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf (in Russian)

2. Neborsky E.V., Boguslavsky M.V., Ladyzhets N.S., Naumova T.A. (2020). Digital university: rethinking the model framework within stakeholder theory. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 6(8). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/22PDMN620.pdf (in Russian). DOI: 10.15862/22PDMN620

Ухудшение эксплуатационных характеристик воздушных судов, вызванное языковым барьером

Бердыгулова Аружан
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва

At present Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) has become a huge part of aircraft's life cycle. Commercial aircraft maintenance allows its parts and components to reach their potential reliability, which extends life of an aircraft and ensures passengers safety. This makes the service operations particularly important. On top of that, the aviation industry is interested in accomplishing them at the lowest price possible. Offshoring and outsourcing MRO operations can be one of the ways to cut down various expenses.

Aircraft Maintenance Technicians (AMTs) working outside of the English speaking countries usually perform their job communicating in their native language, whereas all the regulatory documentation is written in English, the universal language for aviation. Knowing only a few key words and phrases leaves technicians vulnerable during maintenance procedures as they work in limited time conditions. Ignoring the industry language standards can result in crucial service errors. That is when deterioration may occur.

MRO is a highly regulated field with myriads of technical documentation AMTs are required to read and use while performing service operations. For example, Aircraft Maintenance Manuals (AMM), Service Information Letters (SIL), Airworthiness Directives (AD), Illustrated Parts Catalogues (IPC), Service Bulletins (SB), etc. All of it represent the predominant use of the English language. In addition to that, aircraft systems and components repaired by AMTs all have English language computer interface. Glass cockpit, fly-by-wire, system monitoring to name a few.

Moreover, technicians need to document their work and justify in writing the actions they perform. Reports have to be filled out in a common language, which is invariably English. Airline technicians also edit and adapt documentation to the requirements of their own fleet. Besides, AMTs develop maintenance programs for each new type of aircraft based on previous experience with similar components. Thus, the lack of language skills may increase the risk of error for each new aircraft type.

It is no surprise that human factors are the largest contributor to aircraft accidents. For the last 30 years, language barrier has played a role in at least 10 major accidents killing more than 1500 people. To prevent more calamity, ICAO requires aviation personnel to fluently speak English. Nowadays, AMTs are required to be more of a multi-skilled operatives covering a wider range of techniques rather than the specialized craftsmen.

In order to ensure quality of operation and to lower maintenance deficiencies a single-language loop for both qualification training and performing service tasks needs to be created. Airlines and MRO companies need to train their personnel to avoid using wrong information or losing situation awareness.

A proficient mastery of the English language is one of the prerequisites of the economically effective maintenance that guarantee industry standards.

References:

1. English and Aircraft Maintenance (Электронный ресурс)
http://inglesaeronautico.com/index_htm_files/ingles_mantenimiento.pdf (Дата обращения: 10.02.2021)
2. Language Error in Aviation Maintenance (Электронный ресурс)
https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/maint_language_final.pdf (Дата обращения: 05.02.2021)
3. Do language barriers result in aviation maintenance errors? (Электронный ресурс)
https://www.faa.gov/about/initiatives/maintenance_hf/library/documents/media/human_factors_maintenance/do_language_barriers_result_in_aviation_maintenance_errors.pdf (Дата обращения: 12.02.2021)

4. Error potential related to the use of English in the maintenance environment (Электронный ресурс)
https://sassofia.com/blog/error-potential-related-to-the-use-of-aviation-english-in-the-maintenance-environment (Дата обращения: 10.02.2021)
5. Transmission of information and communication as a human factor crucial in aircraft maintenance (Электронный ресурс)
https://cyberleninka.ru/article/n/transmission-of-information-and-communication-as-a-human-factor-crucial-in-aircraft-maintenance (Дата обращения: 03.02.2021)

Англоязычный обзор технико-экономического обоснования ионных двигателей

Бокарева В.А., Ильина А.В.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва

The purpose of this paper is to tell about promising technologies of ion thrusters. Our task is to consider advantages and disadvantages of this engine type. And also to find out areas where thrusters are successful, and how ion engines can help space exploration.

The ion engine refers to electric rocket engines. Its work is based on the creation of jet propulsion using ionized gas, accelerated to high speeds.

The most important advantage of such engines is low fuel consumption. Also, the advantages of this engine type include a long operating time, the period of continuous operation of these engines is about three years.

The disadvantages of ion engines are the following: the first is low thrust, that does not allow an ion engine use for launching, it means, that this type of engine can’t be used independently. It is also worth mentioning that the power consumption of ion motors is extremely high. This means that it is quite difficult to solve the problem of high reliability due to the complicated design.

At the moment, the satellites can't maneuver without an ion engine. This means that in order for a spacecraft to change its course or avoid space debris, a thruster is required. There are several projects involving the ion engines usage also for long-distance space travel and cargo transportation. For example, the Russian tug "Nucleon", its first mission is planned for 2030.

In the first stage of this mission, it is planned to dock the tug with the payload module in space and direct it to the Moon, where the "Nucleon" is to leave a research satellite. At the second stage, a bundle of a space tug and a payload module are to fly to Venus, and on the way to the planet, it is possible to conduct tests on refueling the tug with xenon gas. In the proximity of the Venus the payload module must be separated, the research mission, and the tug with the remaining scientific instrument will finish gravity maneuver and proceed to the third stage of the mission on the flight to the end point — the Jupiter moons and its research.

The space tug project is considerably more promising then liquid rocket one due to its energy efficiency: according to the technical specifications, Nucleon can move a payload weighing up to 10 tons from low orbit to the moon's orbit in not more than 200 days. Although the flight time is much longer than usual (from 3 to 5 days), ion-powered rockets can afford more serious cargo transportation.

In the coming years, scientists around the world are planning to bring the design of the ion engine to maximum efficiency with minimal costs. «Roscosmos» has started the development of the "Nucleon" project for the convenience of cargo transportation without human participation: that is, the cargo is to be delivered to the destination before the researchers’ mission, that can ensure the people safety.

«Освоение космоса: частники или государство?» в тематике занятий английским языком в МАИ

Бондаренко С.А.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва

Целью данного исследования является анализ влияния на развитие космонавтики частных компаний и государственных агентств.

Гипотеза работы: анализ роли частных и государственных организаций в исследовании космического пространства будет способствовать более эффективному освоению космоса.

Рассматривается развитие государственных космических программ, традиционно включающих в себя астрономический аспект, наблюдение за циклами небесных тел, исследование межпланетного пространства, вопросы освоения и потенциала заселения космоса. Изучается становление частных компаний, их технологическое и социальное влияние на развитие космонавтики (внегосударственные сети спутниковой связи, планирование полноценных космических миссий).

Особое внимание автор работы уделяет изучению деятельности таких мировых госкорпораций, как Роскосмос, NASA и ESA, являющихся сейчас лидерами. Анализируются следующие факторы:

1. Роль крупной финансовой господдержки.
2. Наличие большого штата квалифицированных специалистов.
3. Регулярное техническое переоснащение предприятий.

Рассматривается ситуация в мировом госсекторе на 2020 год с успешным завершением ряда важных миссий, поддерживаемых госкорпорациями: в рамках мисси NASA 30 июля 2020 года для оценки жизнепригодности Марса и подготовке к его дальнейшей колонизации запущен марсоход «Perseverance» «Марс-2020» (предполагаемая посадка — февраль 2021 года); Китайское национальное космическое агентство успешно запустило межпланетную станцию «Тяньвэнь-1» 23 июля 2020 мира с целью глобального исследования климата и геологии Марса (ожидаемый выход на орбиту – февраль 2021 года); в рамках китайской Лунной программы 16 декабря 2020 года была завершена миссия на искусственном спутнике Земли, проводимая АМС «Чанъэ-5» по доставке новых образцов лунного грунта на Землю.

Делается вывод о постоянстве и результативности деятельности госкорпораций в освоении космоса.

Однако, автор подчёркивает, что, несмотря на результативные миссии государственных агентств, международное внимание сегодня сосредоточено на частных космических компаниях. Запуск SpaceX многоразового пилотируемого космического корабля Crew Dragon 30 мая 2020 года, основной функцией которого впервые в истории стала негосударственная доставка на МКС экипажа с последующим возвращением его на Землю, оценивается одним из самых перспективных событий мировой частной космонавтики.

Также анализируется развитие рынка спутниковой связи силами частных компаний: ярчайшим примером освоения космоса является развертывание глобальной спутниковой системы Starlink от частной компании SpaceX под руководством Илона Маска и Гвинн Шотвелл с целью обеспечения населения планеты высокоскоростным широкополосным интернетом.

В исследовании анализируется потенциал реализации космических программ частными и государственными предприятиями. Сделаны следующие выводы:

1. Государственные космические программы проводятся каждой страной в зависимости от финансовых возможностей, политических интересов и технологической составляющей. Например, Китай стал третьей страной, успешно осуществившей лунную миссию после России и США.

2. Частные космические предприятия, изучая государственные программы, дополняют и модернизируют их, создают собственные уникальные технические решения, приносящие прибыль. Однако, негосударственным космическим компаниям требуется активный поиск

финансирования. При удачном результате частные компании зарабатывают в космосе суммы, трижды превышающие расходы мировых государственных бюджетов, что показывает финансовую выгоду частных космических программ.

Сделан анализ перспектив слияния госкорпораций и частных агентств для дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества и покорения космического пространства с целью решения глобальных проблем мирового характера.

Автор исследования подчеркивает, что рассмотрение данной темы невозможно без изучения материалов на иностранных языках, из чего делается вывод о необходимости овладения специальной аэрокосмической терминологией. Знание иностранных языков является неотъемлемой компетенцией для будущего инженера космической отрасли.

Список использованных источников:

1.SpaceX-Dragon [Электронный ресурс.] // Доступ свободный. Заголовок с экрана. URL:https://www.spacex.com/ (Дата обращения: 22.01.2021)

2. Mars exploration program [Электронный ресурс.] // Доступ свободный. Заголовок с экрана. URL: https://mars.nasa.gov/ (Дата обращения: 11.01.2021)

3. Fernholz Tim (2019) Rocket Billionaires: Elon Musk, Jeff Bezos, and the New Space Race 1-317. Изд. Альпина Паблишер, - 2019. – 371 с.

4.Кравченко Д.Б., Баюров А.Ю. Государственно-частное партнёрство в сфере космической деятельности в период структурной реформы отрасли. // Научно-технические ведомости СПбГПУ, №3 (245), 2016, с.48-58. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvenno-chastnoe-partnerstvo-v-sfere-kosmicheskoy-deyatelnosti-v-period-strukturnoy-reformy-otrasli/viewer (Дата обращения: 18.01.2021)

Проблема многоразовой ракеты SpaceX. Дорогостоящее обслуживание повторно используемых блоков (с использованием материалов иноязычных исследований)

Боттаев Б.Т.

Научный руководитель — Жаркова Л.И.

МАИ, Москва

The use of reusable elements of the launch vehicle is one of the cardinal ways to improve launch vehicles.

Space X has spent at least $ 1 billion to develop reusable technology. The first stage of the Falcon-9 rocket costs 70%, the remaining 30% of the cost of the entire materiel falls on the second stage and the nose fairing, which costs $ 6 million, and it is easier to "save" it than other components. Since the first stage is separated at speeds not exceeding 1.8 km/s, exotic technologies and expensive materials can be dispensed with in some cases to protect it from heat flows when returning to the atmosphere. It is necessary to save the second stage, which adds no more than a third to the launch cost, at least from a near-circular orbit, which is an order of magnitude more difficult and expensive. At this stage, according to Musk, this can wait. From these considerations, the concept of a partially reusable launch vehicle was born.

The method of operation of the reentry stage is to use it to launch the payload in the active section of the trajectory, separation from the launch vehicle, control by means of steering chambers and return with the help of three out of nine main engines. Gas turbine engines are started in thin layers of the atmosphere, using an auxiliary gas generator to compensate for the lack of atmospheric air. The recoverable stage of the launch vehicle includes: the fuselage, oxidizer and fuel tanks, wings and one liquid propellant rocket engine.

One of the most important criteria is the unit cost of launching a payload into orbit. It consists of the costs of developing the system, its manufacture and operation. In the case of a reusable system, costs can be reduced several times. The costs of providing launches of transport rocket and space systems are made up of the cost of development, production and operation. In case of reuse, the price of disposable elements is deducted from them, which are replaced with reusable ones, but the cost of repair and restoration and maintenance work is added. The latter are necessary, since in

reusable systems - as opposed to disposable ones - reliability decreases due to resource consumption from launch to launch. It is the costs of repair, restoration and preparation for the next start-up that are the same indefinite amount, which in some cases is higher than the cost of a new stage. In modern mechanics, a holistic theory has not yet been fully formulated that describes the processes of destruction of materials, therefore, it is virtually impossible to accurately calculate how this or that part will behave after a flight into space. In addition, a complete check of all components and assemblies of the apparatus, and even more so their replacement, albeit partial, can result in considerable expenses.

The production of most parts is automated, which means that it can be much cheaper to manufacture them from scratch than mechanical intervention and the manufacture of individual parts "on an individual basis." The situation is about the same as with cars and, in fact, all modern technology in general: manufacturing a device is often much cheaper and more profitable than repairing it. But, it is worth noting that it is possible, in the not too distant future, that the landing of the first stage will be carried out in other ways and with higher accuracy, so that the total cost of repair and restoration and maintenance work will be much less than the current one.

Методы обучения студентов технического вуза различным формам речевого общения на занятиях по английскому языку на основе авиационной терминологии

Бронников В.Н.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ–КАИ, Казань

English is the working language of the international aviation community; therefore, an aviation specialist should demonstrate good knowledge of the language and communication skills to work with technical documentation and reference literature, periodicals of international aviation organizations, descriptions of new technologies and experiments in the field of aviation.

A high level of English gives a student of an aircraft engineering university an opportunity to participate in scientific conferences and aviation English contests.

The use of English as a means of communication implies the mastery of monologue and dialogical speech [1].

The latter presupposes the solution of the following tasks: the ability to convey information, formulate and answer the questions, express and exchange opinions [2].

In practical English lessons it is advisable to use activities that contribute to the formation and development of speaking skills: role-playing games, discussions, description of various phenomena, schemes and objects and other communication exercises.

The type of monologue speech used by technicians in their professional activities is a message (lectures, presentations, public speaking). A monologue implies the ability to express and logically argue thoughts and ideas, to state facts, to explain various events and phenomena.

In the English class various methods of teaching dialogical and monologue speech are used [3]:

a) introduction of the text-based aviation vocabulary;

b) exercises for memorizing aviation terminology;

c) making up and reproduction of a sample based dialogue.

When studying the topic "Computer simulation in aircraft construction", the teacher can invite students to explain the role and features of this technology. An effective option is to work in pairs: one of the students plays the role of a "professional", the other – a less competent interlocutor.

When studying the topic "Air navigation", the method "by contradiction" is used: students are asked to reasonably refute or agree with the statement "GPS is not the best means of air navigation." The task helps the students learn to express their agreement or disagreement with the interlocutor.

Discussion is an effective method of teaching speaking [4]. An actual problem in the field of aviation can be chosen as a topic, which students are invited to comment on, express their opinion or refute the opinion of the opponent, for example: "Environmental pollution by aircraft", "What

we breathe in the airplane ", "Causes of aircraft accidents with involving one airplane". The teacher can start the discussion with a question, answering which, the students express their opinion: "What happens if the plane..." Students formulate their own remarks, answer the interlocutor, and evaluate his argumentations.

When studying the topics "Quadrocopters" and "Problems and prospects of aircraft construction", students are invited to participate in a role-playing game, where the "journalist" talks with a "group of specialists" about the features and purpose of this technique. At the same time, the skills of composing questions, using aviation terminology are being improved.

When working with a topic "Life support systems for interplanetary expeditions' crews ", the method of compiling microdialogs is used. Students are encouraged to act out the communication situation between a young pilot and an aircraft equipment specialist, in which the pilot asks for advice on how to deal with a specific emergency.

In this communicative situation, the use of conditional types of sentences, lexical and grammatical constructions expressing a request or an advice are practiced, for example:

"What should I do if…?", "What would you advise me to do in case of …?", "You'd better do …", "I advise you to... ".

The listed methods help students to obtain the necessary speaking skills, develop speech culture and form their own individual style of communication.

References:

1. Pronina O. P. Features of teaching professionally - directed dialogic communication. Yaroslavl Pedagogical Bulletin. – 2004. – №3. – pp. 162-164.

2. Kobzeva N.A. Communicative competence as a basic category of modern theory and practice of teaching a foreign language. – 2011. - №3. – Vol.2. – p. 118.

3. Betretdinova I. Kh., Kogan Yu. N. Formation of the communicative competence of cadets at practical classes on the discipline "Foreign Language". Educational environment today: development strategies: collection of articles on the mat-lam V international Scientific and Practical Conference (Cheboksary, 17 Apr. 2016) – Cheboksary: CNS "Interactive Plus", 2016. - № 1 (5). – p. 133.

4. Dmitrenko T.A. Methods of teaching a foreign language at a university: a textbook. - M.: MELI, 2009.-- 92 p.

Изучение темы «Перспективы использования нанотехнологий в космическом материаловедении» на занятиях английским языком в МАИ

Васюк В.В.

Научный руководитель — Власова С.В.

МАИ, Москва

При эксплуатации космические аппараты (КА) подвергаются неблагоприятному воздействию целого ряда факторов: космической плазмы, электромагнитного излучения Солнца, высокоэнергетических ионов и электронов, космического мусора, т.д. Эти вредные аспекты в различных комбинациях оказывают значительное и не всегда предсказуемое влияние на конструкционные и функциональные материалы КА, приводя к уменьшению срока жизни и возникновению риска внезапных отказов в работе. [1]

Актуальность данной работы объясняется необходимостью анализа одной из основополагающих проблем развития ракетно-космической техники (РКТ) — создания материалов, обладающих свойствами, необходимыми для длительного и безотказного функционирования в условиях открытого космоса.

Целью данного исследования является рассмотрение перспектив использования нанотехнологий в космическом материаловедении – научном направлении, позволяющем на основании анализа неблагоприятных факторов создавать на наноуровне структуры, обладающие конкретно заданными свойствами, по эффективности во много раз превосходящими материалы, используемые ранее в РКТ.

На базе анализа научных трудов таких ученых как С.Н. Вернов, А.И. Акишин, Брэдли С. Эдвардс, Эрик Дрекслер авторы данной работы показывают, что с самого начала выделения космического материаловедения как самостоятельного научного направления параллельно решаются вопросы изучения и прогнозирования неблагоприятных факторов космического пространства, а также создания особых материалов, минимизирующих пагубное воздействие окружающей космической среды на КА. [2, 3]

Рассматриваются следующие аспекты использования нанотехнологий в аэрокосмическом производстве:

1. Разработка и применение конструкционных материалов, обеспечивающих достаточную прочность корпуса КА.

2. Эксплуатация указанных материалов для создания более сложного функционального оборудования для РКТ.

3. Разработка перспективных программ по внедрению элементов наноэлектроники за счет повышения квантовых эффектов, значительно увеличивающих эффективность и точность приборов.

На базе изучения научных исследований Лаборатории космического материаловедения (ЛКМ) НИИЯФ МГУ, Роснано, NASA Institute for Advanced Concepts, авторами выделены следующие проблемы использования нанотехнологий в космическом материаловедении:

• Значительное воздействие на корпус и системы КА радиационного излучения и других негативных факторов, в том числе возникновение «spacecraft charging» - радиационной электризации КА.

• Возрастающие с развитием нанотехнологий трудности в организации единообразных процессов проектирования, производства и эксплуатации наукоемких изделий. [4, 5]

Возможными способами решения могут стать:

• Создание материалов, обладающих высокой радиационной стойкостью, имеющих высокую радиационно-стимулированную проводимость (radiation induced conductivity).

• Внедрение CALS-технологий (Continuous Acquisition and Life cycle Support), способствующих созданию единой информационной среды.

Самые современные исследования, проводимые NASA, ESA, Роскосмосом и космическими агентствами других стран, нацелены на развитие всех направлений нанотехнологий и расширение областей их использования. В данном контексте принципиальным является изучение материалов международного сообщества, участие в интернациональных научных конференциях, работа с иноязычными источниками. [6]

Авторы исследования отмечают, что базовый англоязычный словарь по теме работы включает в себя следующие термины: «space materials science» — космическое материаловедение, «nanomaterials» — наноматериалы, «spacecraft» — космический аппарат, «space environment» — космическая среда, «adverse factors» — неблагоприятные факторы, «scientific area» — научная область, «single event upsets (SEU)» - одиночные сбои, «electromagnetic radiation» — электромагнитное излучение.

Подводя итоги исследования, важно отметить, что тенденции развития нанотехнологий дают основание полагать, что будущее РКТ лежит в использовании наноматериалов на всех этапах производства КА.

Данная тема требует дальнейшего развития в аспекте изучения стремительно развивающейся космической индустрии.

Список использованных источников:

1. Yang, Jiawei. (2020). Research Progress and Future Trend of Space Materials Science. Insight – Material Science. 3. 24. 10.18282/ims. v3i1.329.

2. Акишин А.И. Космическое материаловедение. Методическое и учебное пособие. – М: НИИЯФ МГУ, 2007, с. 209.

3. Fedorov, Pavel. (2020). Nanotechnology and material science. Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics. 11. 314-315. 10.17586/2220-8054-2020-11-3-314-315.

4. Новиков Л. С., Воронина Е. Н. Перспективы применения наноматериалов в космической технике. М., 2008

5. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. М., 2007.

6. Масютина Н.М. Опыт проведения видеосеминаров при дистанционном проведении занятий по иностранному языку в вузе. [Электронный ресурс] URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44467140 (Дата обращения: 11.02.2021)

Совместный институт МАИ-ШУЦТ: взгляд студентов (к проблеме межкультурной коммуникации)

Виноградова Е.С., Плешаков А.И., Рыжков А.И.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Коротаева И.Э.
МАИ, Москва

International Master's Degree MAI–SJTU is an international higher education program focused on training the personnel reserve of the Russian-Chinese project of a wide-body long-haul aircraft (CR929). The program was created in 2017. It offers you four different areas of training: Design of Aircraft Structures from Polymer Composite Materials; Product Lifecycle Management Technologies for the Design of Modern Aircraft; Spacecraft Engineering and Propulsion Engineering.

Length of education is two and a half years; all classes are in English. At the end of the education, we get two diplomas: Russian and Chinese (International).

Shanghai Jiao Tong University (SJTU) is one of the higher education institutions, which enjoy a long history and a world-renowned reputation in China. SJTU has an amazing International student service and well-trained tutors. There are two campuses in SJTU. Xuhui and Minhang. Minhang Campus is very big – a lot of laboratories and faculties buildings are located here.

SJTU conducts a lot of different events to create good relationships between all students and establish cross-cultural communication. They offer different sport and science events and different celebrations for national and international holidays.

SJTU Campus offers you good facilities for your free time. In SJTU's library and co-working zones besides studying you can spend some good time with your friends and play some games or just talk.

Chinese education system is quite different from Russian. Chinese approach is much more academical and theoretical while Russian education mainly focused on practice. Here is what I have got in two years of this program: Chinese classes were basic such as: System engineering, Introduction to Chinese Culture, Matrix theory, Chinese language, Flow dynamics and so on. There was some practical tasks in our homework but after all, you poorly understand how to apply this knowledge and have to figure out by yourself. So, basically, big part of your education is self-studying.

However, there was an important class – English for Academic Purposes. It was essential for us because in this class Russian and Chinese students had a great opportunity to develop their English skills and overcome the fear of public speaking. We had a good opportunity to talk to each other, ask different questions and make cross-cultural communication.

In the other hand, Russian education includes a lot of practical classes and laboratory works. It is easier for Russian students to understand basic principles of the subject when you see some parts of the engine of when you work in a specific computer program. By this, you can understand the process and remember it.

One of the important things for us was language. Some of our students did not have a lot of practice in technical and spoken English, thus it was hard for them to study in English. Especially when they firstly heard Chinese accent. Due to the language differences, Chinese people have a very special accent, which sometimes include a lot of hissing sounds. That is why it was sometimes pretty hard to understand some terms and formulas.

Despite all appeared problems, all classes were pretty interesting, and sometimes challenging. Professors always tried to explain us hard moments and answered our questions so we could successfully pass their subjects.

To sum up, MAI-SJTU Double Degree program is a very interesting and unique opportunity for both countries, which gives some great benefits for students such as:

1) both, Russian and Chinese students get a chance to live in another country and get to know its beauty and culture;
2) you also, get a chance to meet exchange students from other countries and speak to them in English and share experiences;
3) cross-cultural communication and establishment of good working relationships provides our country good opportunity to work with others and create new projects;
4) gaining new English skills.

English language is a key component of this program. It allows you to communicate with others, solve all the problems in the other country and study abroad.

Компьютерная лингвистика как один из аспектов языковой подготовки специалистов авиакосмического профиля

Витюк Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва

As society grows, it creates new challenges that yet to be overcome. One of those challenges is creating machines that can simulate human intelligence and use mathematical models so that they can define natural language. Thus, a new discipline was invented to resolve the task. The relevance of our research is obvious due to the fact of necessity of specialists with knowledge of Computational Linguistics in modern technological spheres including aerospace industry.

Computational Linguistics is a modern cross-disciplinary field that involves psychology, linguistics, and computer science. It focuses on creating systems that can deal with human language and interact with humans. A clear example of this is Text-to-speech software. It attempts to parse speech in order to convert it into digital data. However, Computational Linguistics is not about simply understanding human speech or digitalizing language. The purpose it holds is to create Artificial Intelligence that can hold a conversation with humans. Thanks to Computational Linguistics such functions as speech recognition, grammar checking, and text mining are so common.

In our research, we set the following aims – to identify the spheres in aerospace industry where Computational Linguistics is needed, to analyse what aspects should be studied and in what way it is possible while teaching computer specialists.

Unfortunately, Computational Linguistics has some obstacles that yet to be overcome. The first problem is the complexity of human languages. If you ever work with machine translators or interact with computer assistants you will probably notice that they use generalized phase structure and do not use the full potential of the lexicon. The second problem is encoding obtained information. Most people are usually imprecision and ambivalent in their casual speech. It may not seem like a big deal for us humans since our brain has the ability to restore missing text or resolve ambiguity using context, but machines cannot deal with it that easily. That is why Computational Linguistics is considered to be lagging behind discipline.

However, there is still much to be done by Computational Linguistics. In this, we will explore possible applications for this discipline and obstacles that Computational Linguistics has yet to overcome. For example, this discipline found its utilization in the aerospace industry as the need for conversational agents that can assist pilots increased. There are many kinds of conversational agents, but it is really difficult to estimate their usefulness. In this paper, we will look at different kinds of conversational agents and evaluate their usefulness

Since the DNA is language itself it should be possible to make it understandable for both humans and machines. The “DNA Linguistics” emerged from pioneering works in computational linguistics and molecular biology. One of the most significant works done in those fields was Genome Assembly Program (GAP).

Genome assembly is a process of taking a big number of DNA sequences and putting them in the correct order to represent the original chromosome. As simple as it sounds, Genome assembly is a very tedious job that requires a deep understanding of DNA Linguistics. In order to simplify this process implementation of Computational Linguistics was required. That is how the GAP was created. GAP allowed atomizing work of researchers, therefore, making work more efficient and providing faster vaccine creation in the future.

Overall Computational Linguistics has plenty of applications and has a bright future. This field contains benefits from both linguistics and computer science. Therefore, this discipline has many applications.

In conclusion, we must admit that the aspect of Computational Linguistics are required in the process of preparation of computer specialists for aerospace industry.

References:

1. Evaluation of Conversational Agents for Aerospace Domain [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://ceur-ws.org/Vol-2621/CIRCLE20_21.pdf -Заглавие с экрана.

2. The Oxford handbook of Computational Linguistics [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=yl6AnaKtVAkC&oi=fnd&pg=PP2&dq=computational+linguistics+&ots=_VSg25uIEf&sig=hg80TFvrQoW1SQmNvv2WZdSBfXc&redir_esc=y#v=onepage&q=computational%20linguistics&f=false -Заглавие с экрана.

3. Effective use of latent semantic indexing and computational linguistics in biological and biomedical applications [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2013.00008/full -Заглавие с экрана.

The Problem of Training Aviation English for Airline Personnel

Волков А.Г.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Волкова Е.Б.

МАИ, Москва

The work highlights the problem of training aviation English for airline personnel. Qualified specialists are the main criterion for ensuring flight safety. Analysis of accidents showed that the improper use of aviation English can be attributed to one of the main risk factors.

In this regard, there were requirements that the instructions received from the air traffic controller should be confirmed by the relevant actions of the crews. Experts also drew attention to the importance of the degree of proficiency in aviation English among pilots and air traffic controllers.

To solve this problem, a principle is proposed: Aviation English begins with an educational institution, which should have only one goal – to ensure the high-quality knowledge of aviation English to its graduates. At the same time, the educational institution must provide the learning process with everything necessary. The curriculum should provide for a sufficient number of hours of practical studies for the sound learning of the radiotelephony communication and technical aviation English

It is important to create a certain incentive for the student – the threat of "closing the barrier" on the way to gaining the desired profession. In this case, the option of developing foreign experience in training is offered. This experience consists in dividing students into groups according to their entrance level, and then, according to the results of tests, students can move with the help of an “elevator” along the departure and promotion groups.

It is necessary to conduct a thorough analysis of the incident with violation of radiotelephony communication rules each time. It is with the demonstration and analysis of these incidents that the first lesson with cadets in aviation English should begin.

Unfortunately, the organization of the educational process that we would like to see in the future has not been observed yet. The first changes in the training system of specialists must be carried out today. Let's hope that in the near future there will be a tendency to reorganize the educational process in institutions that train personnel for airlines. Flight safety directly depends on the qualifications of their graduates.

Орбитальный переход с баллистическим захватом — новый способ достичь Марсианского рубежа (на основе анализа англоязычных статей)

Волков К.А.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва

The issue of research and exploration of deep space has long been a great concern the humanity was anxious about, because some day the humanity is likely to use other planets' resources to survive. Mars exploration is a sophisticated and challenging mission as this planet is considered to be the nearest and quite suitable planet for a humanity to live on. Nowadays Mars has been already well investigated: several rovers are operating on its surface and the first manned mission is no longer seemed to be a fantastic one.

This paper deals with one of the incredible types of interplanetary transfer, called ballistic capture. It is able to save significant amount of propellant, to estimate launch windows which are more flexible and to reduce the cost of the mission. Apparently, it is very important, because it will help to speed up the exploration of the Red Planet.

A traditional simplest approach to reach the orbit, called a Hohmann transfer has some disadvantages. This transfer requires extra fuel to decelerate a spacecraft near Mars and to swing into the desired orbit. It is necessary to launch the spacecraft within launch windows to carry out this risky maneuver with the greatest efficiency. These factors impose some restrictions on Martian missions.

A Hohmann transfer could be replaced by a smoother, safer way to achieve the Martian orbit, which gives flexibility to the launch period.

For ballistic capture, the spacecraft is close to Mars orbit around the Sun, ahead of the planet. Over time, Mars comes up with the spacecraft and gently pulls it into a planetary elliptical orbit. This fact makes it possible not to use a risky slowdown maneuver with significant fuel consumption.

Ballistic capture or a low-energy transfer is not a new idea. A quarter of a century ago the fuel-saving, cost-cutting orbital insertion method was applied for coasting probes in Moon mission. Unfortunately, carrying out a similar maneuver at Mars seemed impossible because the Red Planet's velocity is much higher than the Moon velocity. The article considers a solution to this problem. The key idea is to proceed to ballistic capture far from Mars, several million kilometers away from Mars.

A special attention is paid to the advantages for ballistic capture over the current approaches during Mars mission. The spacecraft should no longer slowdown near Mars. This approach requires 25 % less fuel. The ballistic capture can start at many locations near the Mars orbit, so it becomes possible to avoid the need to launch the vehicle up during rare launch windows. The paper demonstrates an example of ballistic transfer with the capture start at a point of 1 million kilometers ahead of Mars.

It should be noted that the maneuver has several drawbacks such as: complex mathematical calculations and sometimes too long flight time of the spacecraft to reach the proper trajectory. It takes the spacecraft approximately a year to get to Mars using one of the ballistic capture trajectories. However, significant advantages of the new transfer make it possible to consider ballistic capture more effective in delivering the vehicle to Mars in comparison with the existing methods.

Summing it up – ballistic capture transfer will be soon applicable. This method will be suitable by sending new research satellites to a Martian orbit. The mission could become more challenging from the technological point of view due to the fact that satellite launch will be cheaper and less risky. And since there would be no need for launch windows, the use of ballistic capture would maintain a constant flow of delivery to the planet.

References:

1. Topputo F., Belbruno E. Earth–Mars transfers with ballistic capture. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy 121, 329–346 (2015). URL: https://doi.org/10.1007/s10569-015-9605-8

2. A New Way to Reach Mars Safely, Anytime and on the Cheap [электронный ресурс] // scientificamerican.com - 22 декабря 2014. URL: https://www.scientificamerican.com/article/a-new-way-to-reach-mars-safely-anytime-and-on-the-cheap/

3. Z.-F. Luo, F. Topputo, Capability of satellite-aided ballistic capture, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Volume 48, 2017, Pages 211-223, ISSN 1007-5704, URL: https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2016.12.021

4. Diogene A. Dei Tos, Ryan P. Russell, and Francesco Topputo Survey of Mars Ballistic Capture Trajectories Using Periodic Orbits as Generating Mechanisms. Journal of Guidance, Control, and Dynamics 2018 41:6, 1227-1242. URL: https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/1.G003158

5. Luo, ZF., Topputo, F. Mars orbit insertion via ballistic capture and aerobraking. Astrodynamics (2021). URL: https://doi.org/10.1007/s42064-020-0095-4

“The use of composite materials in various aircraft systems” project in the framework of teaching foreign languages in MAI

Глотова Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.п.н. Чалова О.А.

МАИ, Москва

At present, the use of composite materials in various areas of life in the aviation industry, has become widespread. The main task, which is: reducing the mass of the aircraft (AC), improving the corrosion and dielectric properties, as well as the thermal stability of the structure. This paper discusses examples of the use of composite materials in various aircraft systems and the advantages of their use. The project was prepared in collaboration of technical and foreign language teaching departments with the aim of developing the environment friendly for studying foreign languages in the technical university.

Studies have shown that the use of the anisotropy of the properties of composite materials (CM) in skins for a straight wing with a large aspect ratio of an unmanned aerial vehicle (UAV) allows to reduce the flow angles of attack of the wing section in the direction of reducing loads, which is an additional factor in reducing the weight of the structure. As a result, of the research, an area has been identified in which anisotropy can realize a significant effect in terms of reducing loads and, consequently, the weight of the wing structure. Analysis of the data showed that if the wing box, with the wing rotation angle in the direction of decreasing the angle of attack, will be maximum, this will lead to a significant decrease in the weight of the skins (by an average of 30%), the bending moment (by 50%) and the weight of the box structure (by 13 %). Elastic deformations in horizontal flight were also investigated by choosing the optimal anisotropy at the beginning and at the end of the flight. Thus, it has been established that for an aircraft of this class in the production process it is possible to realize the slipway of the wing along the midpoint of the flight.

Further, the design of the fuselage is improved, comprising a structural element with holes made of a composite material, which is a plastic, reinforced with fibers, and the specified structural element is elongated in one direction and is equipped with a hole. The proposed structure contains an adjacent structural element made of a composite material, which is a plastic reinforced with fibers.

It should be noted that the use of composite materials is an important aspect not only during flight, but also in aircraft maintenance on the ground. So, for example, during ground handling of an aircraft, blows on the fuselage by mechanized means for loading operations (ladders, tractors, loaders) are possible. If an impact on a metal surface results in a dent that can be easily repaired, then an impact on a structure made of polymer composite material (PCM) can lead to interlayer delamination, which is practically not diagnosed and cannot be repaired.

In contrast to metal, the surface of PCM, even reinforced with carbon fiber, has a significantly lower electrical conductivity. This leads to a violation of the equipotentiality of the aircraft surface due to the accumulation of electrostatic charges. Such charges can interfere with the operation of airborne electronic equipment, initiate the occurrence of lightning charges, which significantly reduces flight safety. The low thermal conductivity of the PCM causes higher heating temperatures

of the thermal elements of the anti-icing system, which can lead to local overheating and destruction of the polymer matrix of PCM.

In recent years, the aircraft industry has begun to use composite materials, namely, reinforced plastics, for the manufacture of structural elements, in particular the aircraft body or main wings, to reduce weight and correspondingly improve performance. For example, in a built-in tank made of the same components that make up the main wing, part of the tank or the entire tank is made of a composite material. In conventional fuel tanks made of metal, such as an aluminum alloy, electrification between the fuel flow and the fuel tank is unlikely due to the high electrical conductivity of the aluminum alloy. To solve this problem, a tank was invented made of a composite material, which provides suppression of electrification and electrochemical corrosion and at the same time prevents deterioration of strength characteristics.

This paper presents several structures and products in various aircraft systems, created with the joint design of Russian and foreign specialists.

Авиация в период пандемии (по материалам иностранных источников)

Горбунова Е.А.
Научный руководитель — Филинков А.О.
МАИ, Москва

Nowadays our life is developing very fast, new methods and approaches are being used, modern technologies are being invented. But all of these have impact on our health in the global world. Last year people faced one of the most unpredictable things, the pandemic. The virus has turned our life upside down and every sphere of our life has changed, especially the economic. For a while we cannot use aviation as the opportunity to move around the world, the main mission of planes was stopped without hesitation. One should be strong to manage economic sphere in aviation nowadays. The coronavirus pandemic has triggered a crisis like no other in history. It will change civil aviation forever.

The COVID-19 pandemic has disrupted international air travel having cut off business from customers, disrupted tourist travel, and disproportionately affected vulnerable population. Airlines and airports around the world are suffering losses, their financial position has fallen, their ability to provide a global supply of medicines, vaccines, humanitarian aid and other vital goods has been threatened.

Almost all countries put restrictions in aviation not to bring the virus and to have an opportunity to slow down streams of people. In that moment the most important thing was to stop people from communication with each other for the sake of their health. That is why such measures were good enough for people but not for aviation economics.

Pandemic caused the great crisis, people had to quit their jobs, some firms completely fired employees and they were forced to stay at home without income. Countries tried to support people, but their help was minimal. Thus, people's incomes decreased.

The inability of people to buy tickets, the lack of open borders and the global crisis are the reasons for the significant decrease in airline revenues. At present, more than half of the companies have left the market, while others continue to function at the expense of the accumulated reserve. The most important question arises as to how can airlines deal with their losses?

Despite the highest uncertainty, common sense says that aviation will not disappear. The market will be halved, lose some of its participants and be reborn. Airlines being determined to survive rely not only on public aid, but also on their own resources. It is necessary to reduce everything as much as possible but also not to spare resources to preserve the valuable and to introduce new, profitable ones.

The most important point is decommissioning of older aircraft and general reduction of the fleet. Wide-body aircraft such as A380 or B747 may be the first to retire. Revision of routes and business areas is done to keep only profitable ones. A separate issue is personnel. Many airlines have announced the abolition of management salaries and dividend payments to shareholders.

What is the value for carriers? All the same staff. The total number of employees of the world's airlines is 2.9 million people, of which 320 thousand are pilots. The pilot is considered to be one of the most sought-after professions. A salary of an aircraft captain reaches $ 20 thousand a month. There is a risk that the market will temporarily face a surplus of qualified personnel. The task of airlines is to keep pilots in the profession not to soon face their most severe shortage.

Further, passengers are the main source of income for airlines. Here it is necessary to work for the future. It looks reasonable to extend loyalty cards for a year and accrue miles while staying at home; introduce well-spaced seats in aircraft cabins (for example, leaving the middle seats free); offer antiseptics and masks on board, queuing while keeping distance only; and revise the fare policy. It is necessary to cancel non-refundable tickets so in case of suspected virus, one may return tickets without additional expenses.

While the passenger traffic curve is steadily trending downward, the cargo traffic is rocketing up. Airlines need to reorient to cargo as quickly as possible. The fastest of them are already engaged in the new business. They carry masks and other medical equipment directly on the seats of passenger aircraft.

Summing it up, the world will change greatly and the economics of aviation will not be the same. However, there are not only disadvantages in every point. That is why economy is ready to be saved. New technologies and operations will help make aviation better.

Загрязнение атмосферы продуктами горения авиационного топлива и возможные методы его устранения (по материалам англоязычных источников)

Гущин Д.Д.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ–КАИ, Казань

Nowadays the problem of environmental pollution by factories, cars and dumps, is actively debated, while most of us do not even realize how much harm aviation fuel – kerosene does. Globally aviation produced an estimated 2.4 % of total CO2 emissions in 2018" [1]. At first glance, this seems to be an insignificant volume, but if all commercial aviation were a separate country in the national carbon dioxide emissions rating, it would rank sixth in the world. Air flights currently use hydrocarbons more than any other human activity. For example, a passenger flying from New York to London and back produces more emissions than an average citizen in Paraguay during the year. Such exhausts are especially toxic – they contain sulfurous anhydride and nitrogen oxides (the so-called free radicals) which are notorious in the biochemical sphere. At the air traffic altitudes these substances are carried over great distances in the form of gases and small particles falling into the lungs of humans and the food chains of animals. "About 8,000 deaths a year result from pollution caused by planes at a cruising altitude of 10 kilometers" [2]. The United Nations World Health Organization reports that the most common causes of death due to air pollution are cardiovascular and respiratory diseases, including lung cancer.

Thus, the principle of modern aircraft construction requires fundamental changes. For example, using hydrogen (the exhausts of which would be water vapors) as an aviation fuel seems rather promising. In addition, hydrogen itself can be extracted directly from the water by electrolysis (Stanley Meyer's fuel cell). Electric motors could also be an alternative.

For a long time, this was hampered by the low power of such engines and the low capacity of storage batteries, but nowadays fundamentally new materials – composites and nanomaterials can become a good solution. Thus, many structural elements in air transport could be made of the so-called metal-graphene (a composite material that is an alternation of many layers of metal and graphene). Graphene increases the strength of the metal, compared to pure metal, but practically does not increase the mass (no more than +0.00004%). Supercapacitors (EDLC) could also be effective for vehicles working on electric motors, as they enable high "power effects per weight having a goal up to 10 kW/kg but a storage capacity around 10 Wh/kg" [3]. And with the help of graphene nanotubes, which have the highest electrical conductivity of all materials, it is possible to

increase the power of electric motors if using nanotubes instead of wires, since the power of the electric motor is directly proportional to the current and the quantity of turns through which the current flows. At the same time, the addition of fullerenes to lubricating oils increases their effectiveness.

The microworld which is located at the junction of classical physics and quantum physics, makes it possible to develop a huge number of composites and nanomaterials of various properties and purpose and modern technologies already make it possible to use these materials for changing the very basis of aircraft construction to improve the ecological situation on our planet, as on an uncontested closed system.

References:

1. Jeff Overton, Fact Sheet: The Growth in Greenhouse Gas Emissions from Commercial Aviation, Part 1 of a Series on Airlines and Climate Change // Environmental and Energy Study Institute URL: https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-the-growth-in-greenhouse-gas-emissions-from-commercial-aviation (accessed 27.02.2021).

2. Mason Inman, Plane Exhaust Kills More People Than Plane Crashes // National Geographic URL: https://www.nationalgeographic.com/science/article/101005-planes-pollution-deaths-science-environment (accessed 27.02.2021).

3. Toshihisa Funabashi, Soshi Shiraishi, Lei Zhou and others, Electric double-layer capacitors // ScienceDirect URL: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electric-double-layer-capacitor (accessed 27.02.2021).

Трудности перевода интернациональной лексики на примерах искусственных спутников земли

Гюлалиева Д.Г.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кузнецова А.В.

МАИ, Москва

Целью данного исследования является обнаружение сложностей перевода интернационализмов на примерах искусственных спутников земли.

Автор работы уделяет внимание исследованию интернационализмов в области технической терминологии, а также анализу спутников разных стран, характеристик спутников и частоте потребления интернациональной лексики в контексте описания спутников земли.

Проблема исследования трудности перевода такой лексики в том, что переводчик сталкивается с ложным отождествлением отдельных элементов систем иностранного и родного языков при переводе.

Анализируется следующая особенность: автор рассматривает особенности проблематики перевода и функционального использования интернационализмов в технической терминологии.

Приводятся примеры научной узкоспециальной лексики, терминологии, изучение которой позволяет не только штудировать высококлассную литературу на английском языке, но и вести переговоры, обмениваться мнениями с иностранными коллегами.

Автор работы анализирует специфику перевода интернациональной лексики на примерах таких спутников как «GeoEye-1», «Galassia», «Galileo FOC Series», как перспективных исследований в сфере космических технологий.

Автор исследования анализирует ряд факторов. Интернациональная лексика – это слова всеобщего происхождения, имеющиеся во многих языках с одним и тем же значением, но естественно утверждаемые созвучно в соответствии с фонетическими и морфологическими нормами предоставленного языка. Например, structure-структура, system-система, segment-сегмент, orbit-орбита, infrastructure-инфраструктура, navigation-навигация, integration-объединение.

Псевдоинтернационализмы- лексические единицы в разных языках близкие по форме, но отличающиеся по значению. Предоставленной лексике теоретики перевода дали название

«ложные друзья переводчика». Например, airline-авиакомпания, но не исключительно авиалиния, argument-спор, а не только аргумент, engineer-моторист, машинист (не только инженер).

Перейдём к описанию спутников. Galileo navigation program: FOC (Full Operational Capability)-это европейская глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС). Характеристики: Орбитальное построение ГАЛИЛЕО предполагает, что на орбите будет 27 КА на трех циркулярных орбитах высотой 23 229 км, периодом обращения 14 ч.

Galassia- это спутниковая связь 2U CubeSat, разработанная студентами бакалавриата Национального университета Сингапура. Для обеспечения эффективной передачи данных между OBC и другими подсистемами интерфейсы данных между ними проходят через шины I2C EPS. В состав EPS функции для работы Galassia помещается интегрированная литиево-полимерная батарея мощностью 20 Вт/ч, четыре стороны солнечных панелей GaAs, а также блок управления и распределения мощности.

GeoEye-1 — космический спутник, предназначенный для фотосъёмки плоскости Земли. Принадлежит корпорации GeoEye. Запущен 6 сентября 2008 года. Первые снимки получены в начале октября 2008. Характеристики: масса-1955 кг, мощность-3862, промежуток функционального существования 7—15 лет.

В исследовании пристальное внимание уделяется предназначению и возможностям реализации рассматриваемых программ, сделан анализ всех превосходств и недостатков, а также поиск в их описании особенностей перевода интернациональной лексики.

Делается вывод о том, чаще всего интернациональная лексика использовалась при описании Японского спутника. Значительно реже она встречалась при описании спутника ЕО. Также встречаются псевдоинтернационализмы при перечислении характеристик спутника США, которые значительно затруднили перевод и заставили проверять несколько значений одного слова, чтобы не сделать ошибку.

Обобщая, сформулируем выводы: 1. переводчик сталкивается с определёнными сложностями при переводе аэрокосмической лексики, в частности - терминов. 2. Наряду с языковедческими особенностями, существенное значение имеют не лингвистические моменты– ориентир на адресата, а достижение цели, установленной в переводе.

Список использованных источников:

1. Sharing Earth Observation Resourses [Электронный ресурс.] / Доступ свободный. Заголовок с экрана.URL: https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/g

(Дата обращения 16.02. 2021)

2. Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс.] Доступ свободный. Заголовок с экрана.URL: https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/galileo.php (Дата обращения 17.02.2021)

3. Геопространственное агенство ИННОТЕР [Электронный ресурс.] Доступ свободный. Заголовок с экрана.URL: https://innoter.com/sputniki/geoeye-1/ (Дата обращения 16.02.2021)

Обзор разработки двигателя БПЛА на уроках английского языка

Данилова П.Д.

Научный руководитель — к.филол.н. Анурова О.М.

МАИ, Москва

The purpose of this paper is to distinguish the concept of drones and UAV.

A drone is a robot with a camera that is controlled remotely by a human using a remote control or via an on-board computer.

UAV - an aircraft without a crew on the ground.

Drones are used in journalism, film and aerial photography. Drones are used in sports photography and cinematography. They were used at the 2014 Winter Olympics in Sochi for filming skis and snowboards. They are also used by journalists. The ability to collect footage and information for live broadcast use is a real possibility in the near future. aerial photography for the

real estate market is also very popular. Other companies such as Amazon, UPS, DHL use drones to deliver small packages, pizza, letters, medicines, drinks, etc. over short distances.

UAVs can solve reconnaissance tasks (today this is their main purpose), be used to strike land and sea targets, intercept air targets, perform radio interference, fire control and target designation, relay messages and data, and deliver cargo.

The drone consists of an engine, a speed controller, a propeller, a flight controller, and a frame.

The UAV consists of a battery, a screw speed control device, a propeller, an engine, a flight controller, and a frame.

Drone engines are divided into two types:

Collector and Brushless

Collector motors are used primarily on low-end entry-level drones and for entry-level shooting quadrocopters. The fact is that they can not develop significant speed and power, which means that they will have a small lifting force. They are more bulky and more prone to breakdowns, as such motors have more rubbing parts. The principle of operation of collector motors: the motor consists of a housing, inside the housing there are magnets – plus and minus, the housing is stationary, and the rotor with a winding is driven by brushes that supply electricity to the winding.

Brushless motors are used on racing and professional drones. They are distinguished by huge capacities, significant revolutions and traction. Such engines are more compact, about the same weight, have durability due to a minimum of moving parts, and even those on bearings.

But UAVs mostly fly on piston engines. The APD-115T is one of them. It is a piston opposed four-stroke internal combustion engine with a volume of 1.7 liters. The cooling system is combined (the cylinder jackets are cooled by the incoming air flow, and the heads are cooled by a special liquid)

I think that UAV production development is a very promising and profitable. Russian army is armed mainly with reconnaissance drones ("Orlan-10", "Leer" and others). In part, the developments of the Kronstadt group, for example, Orion (the first serial contract was signed in 2020) and the UAV of the Luch Design Bureau - Korsar (not yet contracted) are considered as a great advancement of Russian aviation industry. In addition, the Russian Armed Forces have small-sized kamikaze drones "Cube" and "Lancet". The raise of new development and productions is a great evidence of promising technologies and new ways of their application.

Экспериментальный завод МАИ как база переводческой практики студентов ИИЯ

Дебдина Е.Г.
МАИ, Москва

Today, in the modern world, the training of technical specialists is vital. For the implementation of high-quality professional training of such specialists, a combination of theoretical knowledge and practical skills plays a special role. Therefore, industrial internship is an integral part of the main educational program of higher professional education and is one of the forms of organization of the educational process, which consists in the professional practical training of students on the basis of industrial organizations. [Spirina, O. V. 2019.]

Moscow Aviation Institute (Scientific Research University) is one of the leading universities of engineering and technical orientation. It has wide connections with industry. (According to 2018 data, the target reception in the interests of the Ministry of Industry and Trade of Russia, State Corporations Roscosmos, Rosatom, Rostec and other departments amounted to more than 720 people.)

On the basis of MAI, educational and research projects are implemented in the field of aerospace engineering design, advanced propulsion and power plants, UAVs, artificial intelligence systems and mathematical modeling, IT and control systems, BigData technologies, Machine Learning, Internet of Things, electrification of engineering systems, composite materials, additive technologies, robotics, etc. However, this is not the only thing that makes MAI a popular university.

The Institute of Foreign Languages of MAI is the only one in Russia that provides basic translation training on the topics of the specialized technical departments of the Institute, as well as retraining of translators for organizations and enterprises of two important professional spheres in Russia: aerospace and aircraft construction. [Zubanova S. G. 2019]

Experimental plant is a separate division of MAI and research part. It does not have a permanent product range. The plant can produce completely different products in the amount of one or several copies, or in small batches (several dozen pieces, several hundred).

The most striking examples include the Department 101, which is engaged in the development of aircraft fuel system units (valves, bursting fittings, etc.). Customers are both divisions of MAI and external enterprises.

Experimental student design bureau of experimental aircraft construction designs and manufactures light aircraft, including using composite materials. The plant makes mandrels for the manufacture of composite parts.

MAI Research Institute of Applied Mechanics and Electrodynamics - another dedicated division dealing with electric rocket engines. For this organization, MAI EP produces equipment for conducting experiments (brackets for fixing measuring instruments in a vacuum chamber), parts of electric rocket engines (for the magnetic system of a stationary plasma engine). However, from time to time, the factory has to make things like railings, window grilles, etc.

Thus, MAI EP is a promising internship base for the linguistic students. Thanks to the active support of the International Department of MAI (today the university trains students from 59 countries of the world), linguistic students can take part in practical training as interpreter and get to know the industrial technical environment better. MAI linguistic students attend classes with foreign students, who mostly do not speak Russian, since MAI exchange program provides training in English, and carry out a two-way exchange of information, translating both the teacher's speech and students' questions, acting as intermediaries between them.

Such a format of work gives a certain experience in a "combat" environment, when a student tries himself in simultaneous or sequential translation, while at the same time gaining experience in communicating with native speakers (for most foreign students from India, Bangladesh, Malaysia, Zimbabwe, South Africa, English is the native language). In addition, the MAI linguistic students have an opportunity to get acquainted with technical terms from the field of production.

Thus, the learning process turns into a process of acquiring skills, knowledge and experience in order to achieve professional competencies. Industrial internship should become a key basis of the educational process of the university.

References:

1. Zubanova S. G. Development of linguistic education in an aviation university: problems and prospects of implementing the main educational program of the linguistic Master's degree. Society: sociology, psychology, pedagogy. 2019. No. 3. S. 120-123.

2. Spirina O. V. The role of industrial practice in the educational process.Higher and secondary vocational education as the basis of professional socialization of students. Materials of the 13th International Scientific and Practical Conference. Under the general editorship of R. S. Safin, E. A. Korchagin. 2019. P. 252-255.

Развитие беспилотных летательных аппаратов и их роль в деятельности человека (на основе англоязычных статей)

Деева Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Денисова О.И.

МАИ, Москва

The most topical innovations in modern aviation are unmanned aerial vehicles (UAVs). UAVs are a class of aircrafts that can fly without the onboard presence of pilots [2]. They are small, more invisible, can fly in difficult conditions which are not available for aircrafts with people on board.

The first UAV was developed in 1944, during the Second World War. [4] Traditionally, UAV systems were used for military purposes and applications. The UAVs era has come with the

appearance of good-quality remotely-controlled cameras, after that UAVs began to be massively used for military purposes. Only recently UAVs were started to use for civilian goals.

The applications of drone technology depend on the character of its payloads. UAVs are suitable for an incredible number of potential application fields even where the users are not particularly skilled in aeronautics system [1]. UAVs are widely used for military, commercial and private purposed. In the military sphere UAVs are used as target decoys, for combat missions, research and development, for supervision [4]. The most common commercial applications of UAVs include their performance in agriculture, entertainment, meteorology, delivery, geodesy, traffic control and film-making [3, 4, 5, 6].

Drone technology is constantly evolving. It has seven potential generations, and the majority of current technology sits in the fifth and sixth generations. The next generation of drones, generation 7, is already being developed and such drones will provide new opportunities in all spheres of their application [4].

Prospective UAVs are autonomous and have the ability of self-learning. Such technical goals are possible through equipping UAVs with artificial intelligence.

The popularity of UAVs is rapidly growing but they still haven't large usage now. Nevertheless, UAVs have already broken through rigid traditional barriers in industries which otherwise seemed impenetrable by similar technological innovations [4].

The development trend of UAVs has highly increased in recent years, what is caused by the success of the use of these devices, especially in military operations by developed countries such as Israel, the United States, China, Turkey and Iran.

Nowadays UAVs are believed to be a standard research instrument for the acquisition of images and other information in different fields [1].

Список использованной литературы:

1. DanieleGiordanMarcS. Adams, IreneAicardi и другие. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for engineering geology applications [Journal] // Bulletin of Engineering Geology and the Environment. - 2020. - pp. 3437-3481.

2. Ram Gopal Lakshmi Narayanan Oliver C. Ibe. Joint Network for Disaster Relief and Search and Rescue Network Operations [Journal] // Wireless Public Safety Networks 1. Overview and Challenges. - 2015. - pp. 163-193.

3. AUTOMATED DRONE APPLICATIONS FOR INDUSTRIAL PURPOSES [Online] // Ariobotics. - 25.01.2021. - https://www.airoboticsdrones.com/applications/.

4. Drone technology uses and applications for commercial, industrial and military drones in 2021 and the future [Online] // Business Insider. - https://www.businessinsider.com/drone-technology-uses-applications.

5. Pilotless Aircraft. - 25.01.2021. - https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/pilotless-aircraft.

6. 10 stunning applications of drone technology [Online] // Allerin. - https://www.allerin.com/blog/10-stunning-applications-of-drone-technology.

Искусственный интеллект и освоение космоса (на основе англоязычных источников)

Дмитроченко Б.А.

Научный руководитель — Черпакова Л.А.

МАИ, Москва

The process of space exploration begins on Earth. Leading engineers design innovative equipment that can function normally in extreme conditions of outer space and accurately fulfill the assigned tasks. The process of designing and assembling this equipment requires high precision, and most importantly, sterility - any small particle can disrupt the operation of a huge mechanism. That is why even now many complex production processes lie on the shoulders of artificial intelligence. Using well-trained algorithms and collaborative robots ("cobots"), human involvement in the assembly decreases and its sterility increases.

In addition to designing the equipment, preliminary calculations of future flights are also carried out on the ground. But if earlier the construction of complex trajectories and consideration of various cosmic factors depended on the painstaking work of outstanding physicists and mathematicians, now this process has become less resource-intensive thanks to artificial intelligence. AI is already helping to calculate the landing site for research modules on Mars by performing sophisticated analysis of the planet's topography and choosing the most appropriate areas.

We created the equipment, calculated its flight trajectory and launched it into outer space, but the work of artificial intelligence does not end there. AI is an integral part of many space structures, from simple satellites to the ISS. This technology allows predicting solar storms and protecting from asteroids, tracking radiation, and AI is an important companion for astronauts. Despite the fact that robots are soulless machines, you can have interesting conversations with them or learn something from them. In conditions of space isolation, this helps astronauts maintain mental balance. Therefore, in the future, when humanity colonizes several new planets, robots, endowed with artificial intelligence, will actively help the pioneers in their development.

But how to discover the planets suitable for life? Here again, artificial intelligence will help us. In 2009, NASA launched the Kepler Telescope, an artificially intelligent telescope whose mission was to search for exoplanets in the Milky Way galaxy. It is safe to say that the mission was successful: in 10 years of operation, the telescope discovered 2,600 habitable planets, including a twin of the solar system. Even after the completion of the work, scientists, based on the collected data, as well as information from the Gaia telescope, were able to discover 106 more planets. This fact shows how powerful AI is and how much it can advance and accelerate space researches.

However, space technologies help not only discover new planets, but also monitor their own. Over the past century, the population of African elephants has declined sharply. At the end of December 2020, researchers at the University of Oxford Wildlife Conservation Research Unit and Machine Learning Research Group have detected elephants from space with comparable accuracy to human detection capabilities. Artificial intelligence was able to detect both large groups of elephants and individuals among rugged African terrain and calculate their exact number. This research opens up great opportunities: now we will be able to track the population of many endangered species, and in the future, after training at the "ground", AI will look for signs of life on the already mastered planets.

But the main question that interests many people is whether artificial intelligence can completely replace humans? Today it`s impossible - although the AI has the ability to educate itself, sometimes it can come to a dead end, and then it needs human help. In addition, it`s the person who is currently engaged in setting and adjusting algorithms that help him in his future work. In addition, humanity should not completely rely on technology, because one day the moment may come when it will be necessary to think outside the program and make risky decisions, and artificial intelligence will never be able to acquire such qualities. Therefore, no matter how they frighten us that robots will enslave humans, we should not be afraid of this, and we need to strive for cooperation between people and machines.

Роль алюминия в авиации и космонавтике (по материалам англоязычных источников)

Зудов Ю.Н., Ерофеева А.Н.
Научный руководитель — Жаркова Л.И.
МАИ, Москва

Aluminum is used to produce a huge number of different vehicles, from scooters to spaceships. This metal makes it possible to move at high speeds, cross oceans, fly through the sky, and even travel outside of our planet. The largest part (27%) of the world's aluminum consumption is in the transport sector, and this figure is growing every year.

From the point of view of history, aluminum is the metal thanks to which people were able to fly. Lightweight, durable and ductile, it proved to be an ideal material for creating controlled aircraft. It is not surprising that the ego is also called "winged metal".

Now about 75-80% of the total weight of the aircraft is aluminum. And the use of this metal in aviation is recorded even before the invention of airplanes. After all, aluminum alloy frames were made for the famous Ferdinand Zeppelin's airships.

Aluminum instantly gained the status of a key structural material in aviation, and it is still so. Despite the technological progress, the main task of aircraft designers remains unchanged: the creation of a strong, roomy, light and long-term aircraft with minimal fuel consumption. All these desired characteristics are realized by engineers with the help of aluminum.

"Winged metal" proved to be irreplaceable not only in flights across the sky, but also in the vastness of the galaxy, where the strength and weight of the aircraft is of great importance.

The important criteria for the production of aluminum alloys are the huge range of operating temperature, the tolerance of vibration loads and radiation exposure.

Based on this, the body of the first artificial space satellite of the Earth was made of aluminum alloy (1957, USSR).

In all modern spacecraft, aluminum structures account for 50% to 90% of the total weight. Alloys of this metal are used in case of the Shuttle Space Shuttle, telescopic beam antenna space telescope Hubble, the nasal part of missiles, designs boosters, body orbiting space stations.

Even solid-fuel rocket boosters run on aluminum. Such accelerators accelerate the first stage of spacecraft and consist of aluminum powder, an oxidizer in the form of perchlorate of the same aluminum, and a binder. For example, the most powerful launch vehicle in the world today, the Saturn-5 (it can take a 140-ton cargo into low-Earth orbit), burns 36 tons of aluminum powder during the flight.

Особенности перевода рекламных сообщений в авиационной сфере

Илбуть М.В.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Лысенко С.В.
МАИ, Москва

Изучение особенностей перевода рекламных текстов в авиационной сфере представляется актуальным в связи с развитием международного сотрудничества в сфере гражданской авиации, и, как следствие, возникновением рекламы, которая требует перевода на различные языки, с целью привлечения большего количества пассажиров. В процессе перевода рекламных текстов, переводчику необходимо решать не только лингвистические, языковые проблемы, обусловленные различиями в семантической структуре и особенностями использования двух языков в процессе коммуникации, но и проблемы социолингвистической адаптации текста.

В силу своей специфики рекламный текст имеет яркую стилистическую окраску. Создатели рекламы прибегают к различным стилистическим приемам для того, чтобы получить наибольшую эффективность от рекламного сообщения. Рекламный текст, полученный в процессе перевода, должен сочетать в себе лингвистические и экстралингвистические компоненты. Рекламу можно считать эффективной, при условии, что в ней используются различные средства выразительности, которые придают ей еще большую эмоциональность. Главная задача переводчика состоит в том, чтобы учитывать этнические и культурные особенности реципиента, а также использовать все знания теоретических основ перевода для передачи коммуникативной функции оригинала.

В процессе анализа рекламных текстов в авиационной сфере мы изучили и сопоставили их структурно-семантические особенности и выявили характерные лексические, грамматические и фонетические средства выразительности. Кроме того, нами был проанализированы основные приёмы, используемые при переводе рекламных текстов.

Результаты проведенного исследования показывают, что выбор приема перевода рекламных сообщений зависит от многих факторов: целевая аудитория в рекламной

коммуникации, специфика переводимого текста, психологический подход переводчика и его личное отношение к определенной литературной традиции.

Список использованных источников:

1. Комиссаров В. Н. Современное переводоведение. -М., 2001.
2. Блакар Р. М. Рекламный текст, семиотика и лингвистика. -М., 2000.

О составе лексико-семантического поля «Aircraft»

Каралюнец К.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва

Возросший в последние годы интерес к проблемам авиации и авиастроения обусловил необходимость изучения лингвистических особенностей специального языка данной сферы.

Чрезвычайно актуальным представляется исследование авиационной и авиастроительной терминологии с целью определения и упорядочения ее состава, уточнения значений слов, корректировки словарных определений, обоснования специализации терминов, выявления словообразовательных моделей, гармонизации семантических отношений и установления связей между терминологическими лексемами [1].

Базовым понятием для авиации и авиастроения, занимающим существенное место в его лексической системе, является концепт «Aircraft». Несмотря на свою значимость, лексико-семантическое поле «Aircraft» как средство вербализации одноименного концепта до настоящего времени не являлось объектом глубокого и всестороннего исследования, за исключением работы М.А. Столбовской [2].

Учитывая недостаточную степень изученности вопроса, мы посчитали необходимым определить состав лексико-семантического поля «Aircraft» на основе анализа 50 публицистических текстов ряда ведущих газетных изданий Великобритании и США, посвященных актуальным вопросам авиации и авиастроения.

Нами были использованы следующие методы работы с эмпирическим материалом: метод лингвистического анализа, метод контент-анализа, описательный метод, метод сплошной выборки.

Понимая под термином «лексико-семантическое поле» экстралингвистическое (психологическое или логическое) явление, находящее отражение в языке [3. С. 99], и характеризующееся наличием совокупности языковых единиц, обладающих семантическим единством, мы рассматривали единицы разных уровней языка и проанализировали не только однокомпонентные, но и многокомпонентные термины.

В лексико-семантическом поле «Aircraft» мы выделили ядро, центр и периферию. В состав ядра и центра включили лексику, максимально точно характеризующую ключевое слово, а в состав периферии лексику, которая в меньшей степени используется и ассоциируется с ключевым словом. Группировка лексики внутри поля осуществлялась на основе общего объединяющего семантического признака. Между лексемами ядра и периферии были установлены парадигматические, синтагматические и ассоциативные отношения.

В состав ядра лексико-семантического поля «Aircraft» были включены ключевая лексема aircraft и ее синонимы: plane, airplane, airliner, airship, jet.

В состав центра вошли следующие лексемы: aerial vehicle, passenger aircraft, transport aircraft, military aircraft, cargo aircraft, commercial aircraft, enemy aircraft, combat aircraft, fighter aircraft.

К периферической лексике были отнесены: glider, helicopter, spacecraft, spaceship, dirigible, blimp, zeppelin, aerostat, vessel, chopper, flying machine.

Установленный нами состав лексико-семантического поля «Aircraft», безусловно, не является полным, подлежит дополнению и уточнению, но в определенной мере отражает восприятие концепта в конкретный период времени.

Список использованных источников:
1. Зайченко А.А. Методика сопреподавания языка и перевода. Пятигорск: Изд-во ПГЛУ, 2006. 271 с.
2. Столбовская М.А. Семантические группы слов и словосочетаний (на примере авиационного английского языка) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2018. № 10 (88). Ч. 2. С. 356-360.
3. Кривченко Е.Л. К понятию «семантическое поле» и методам его изучения // Филологические науки. 1973. № 1. С. 99-103.

Grammar Aspects of Popular Scientific Texts on Aviation (in Russian and English)

Киселев Д.Н., Лебенко Э.К.
Научный руководитель — д.филол.н., профессор Курбакова С.Н.
МАИ, Москва

Publications on scientific and technological issues are gaining popularity. Experts in science and technology, particularly, scientists and engineers in the the aviation industry have been publishing their research works not only to share their experience with each other, but also to illuminate the public on the problems and developments in aviation [3]. There is a great choice of journals in English which provide a deep insight in aviation issues. Specialists in the field of science and technology, in particular, scientists and engineers in the field of aircraft engineering often provide less prepared readers with the opportunity to get acquainted, study, and even delve into their field of activity. This is due to publications in popular science journals. By researching into linguistic features of professional texts it is possible to study verbal means, especially terminology, grammar structures, academic style of writing a scientific text (monograph, article, review) as well as an instructive text (text-book, instruction, reference book) and a nonfiction text (article, feature story) [1], [5], [6]. The study of the linguistic features of such texts is relevant both from a theoretical and practical point of view.

Popular scientific texts are assumed to constitute a separate subgenre of nonfiction and educational literature because they are designed to attract the readership's attention and interest in scientific developments and achievements [2]. This subgenre is characterized by a special way of introducing complex issues and complicated topics: the authors intentionally summarize and somewhat simplify the scientific issues for better comprehension by the reciepient. The authors of popular scientific or science educational publications also make use of metaphors and analogies to explain complex or abstract conceptions. These articles are coherent, informative as well as persuasive and short.

These texts are characterized by generalization or simplification of scientific concepts to maintain the interest of the recipient, who has no scientific training; the use of metaphors and analogies to explain complex or abstract concepts; logical sequence of presentation; an ordered system of communication between the parts of the statement to achieve maximum accuracy, conciseness and at the same time maintaining the fullness of the content. The author of a popular science text about aviation faces difficult tasks: to convey and adapt a complex scientific language without distorting the content, while at the same time captivating and not overloading the audience, using all possible language means, grammatical constructions. Thus, the authors face a big challenge: to demonstrate the achievements in science, to study the problems and to invigorate the explorer's initiative and interest among the readership [4]. To tell the undereducated public about new technological developments the author should possess a profound knowledge of the subject and a good command of verbal means and linguistics as a whole to express his/her thoughts adequately. Much attention is paid to grammar features of popular scientifical texts. The authors prefer to use all forms of infinitive, gerund, participle as well as complex sentences with different clauses.

The research has demonstrated the frequent usage of aviation terms and professional slang, non-finite forms in different syntax functions, multi-component terminology collocations and

definitions. These verbal means are aimed at crafting a laconic informative text which is easy to comprehend by the readership.

Refences:

1. Гальперин И.Р. Стилистика английского языка: учебник для студентов институтов и факультетов иностранных языков. Изд. 3-е, М.: Либроком, 2010. 331 с.
2. Курбакова С.Н. К вопросу изучения статусно-ролевой структуры межличностного общения. В сб.: Коммуникация в современном поликультурном мире: диалог культур. Ежегодный сборник научных трудов. Отв. ред. Т.А. Барановская. Москва, 2014. С. 12- 23.
3. Пуков В.Н., Толкачев А.Н. Энциклопедия авиации. 2-е изд. М.: Эксмо, 2015. 272 с.
4. David McCullough. The Wright Brothers. 2016. 320 p.
5. Krivova A.I., Kurbakova S.N., Afanasev V.V., Rezakov R.G. Capabilities of cloud services and webinars effectiveness of teaching humanities students. Utopia y Praxis Latinoamericana. 2020. Т. 25. №Extra5. С. 135-146.
6. Kurbakova S. Cognitive aspect of intercultural communication. Journal of language and Education. 2015. Т.1. № 3. С. 52 – 62.

Сравнительно-сопоставительный анализ ономастических номинаций в авиационной терминологии от истоков к современности

Климакова Д.Е.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Захарова А.Н.
МАИ, Москва

Представленная работа посвящена изучению авиационной ономастики начиная с истории возникновения и трансформации авиационных терминов в результате длительного употребления в языке-источнике или в связи с заимствованием из других языков; на протяжении истории изменения данных терминов, что прослеживается в современном трактовании собственных авиационных наименований летательных аппаратов.

Целью работы является исследовать изменения ономастических номинаций в авиационных терминах с точки зрения современной тенденции развития языков.

Главными задачами научной работы являются: исследование исторических изменений названий летательных аппаратов, анализ и сопоставление трансформации значений при переводе, выявление и объяснение подобной эволюции в языке источнике и заимствованных языках.

Тенденция развития изменения языка возвращается к истокам древних цивилизаций, их истории, культуры, национальной самобытности, традициям, обычаям, нравам, нормам, табу и культурному коду. Лингвистические инструменты дают возможность проследить и изучить возникновение авиационных терминов, предугадать появление подобных слов и объяснить их зарождение. Данные положения способствуют актуальности заявленной темы.

Одним из самых древних летательных аппаратов является Виман. Данное название встречается в индийской литературе, в санскрите, и даже в северном диалекте русского языка. Раньше это слово читалось как «повисман», что обозначает «повис (в воздухе) человек». Со временем слог «по» и буква «с» перестали произносить. Слово стало читаться как «Виман» и означает аппарат для перемещения по воздуху. Также, есть упоминание о подобных кораблях «вайликси», принадлежащим Атлантам или «Асвинам». Частица «Ас» встречается также в слове «астра», которое переводиться с санскрита как «звезда», если является существительным, в случае, если это слово является глаголом, то оно переводиться как «вооружаться». В настоящее время, «астрами» называют звёзды и летательные аппараты. Частица «ви» переводиться с санскрита как «Птица», встречается в морфемах «вини» означает «уводящие от...чего-либо» и «вины», что обозначает «без», «мимо», «кроме», «вне». «Асвины» в переводе с санскрита означает: «Самые лучшие птицы без чего-либо». Этот термин используется в значении: непреодолимый, умеющий уводить от чего-либо. В русском языке до сих пор осталось такое выражение: «он «ас» в своём деле!» т.е. он лучший.

Один из виманов назывался Капото-вайя (в переводе с санскрита - "воздушный голубь".) Словом «голубь» в русском языке называют голубые просветы в небе между облаками, а птицу, которая влетала и вылетала из этих просветов, также, назвали голубем. Другие летательные аппараты назывались по имени птиц: «Ибис», «Зимородок» и т.д. В настоящее время самолётам тоже дают названия птиц: «Стриж», «Ястреб».

Одним из главных летательных средств в современной авиации является самолёт. Слово самолёт в русском языке обозначает: объект, который сам летит. В немецком языке слово самолёт das Flugzeug состоит из двух слов: der Flug - полёт, перелёт и das Zeug – инструменты, снаряжение, оснащение. Слово самолёт означает: оснащённый полёт или перелёт с снаряжением и инструментами.

В сказках встречается летательный аппарат «Ковёр-самолёт». В английском языке слово «cover» используется в виде глагола в значении «покрывать», а сама форма слова произошла от существительного.

Подобная тенденция прослеживается во многих языках. Ономастические проблемы перевода сказываются на дальнейшем изменении слова, исторических изменений названий летательных аппаратов, эволюции и трансформации языка. Это зависит в первую очередь от региона, фонологических особенностей, диалектов, миграции и эмиграции населения, различных заимствований из других культур и цивилизаций. Таким образом, сравнительно-сопоставительный анализ ономастических единиц позволяет проследить связь слов в разных языках.

Анализ семантических особенностей аэрокосмической терминологии при переводе узкоспециальных текстов

Кокутина А.С.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва

Актуальность данной работы объясняется тем фактом, что для грамотного перевода аэрокосмической терминологии требуется семантическая раскодировка узкопрофильных лексических единиц (ЛЕ), составляющих словарь специальности. [1]

Целью данного исследования является анализ семантических особенностей специальной аэрокосмической лексики – этимологии терминов, вариативности интерпретации ЛЕ в инженерном языке специальности.

Гипотеза исследования состоит в предположении о принципиальной важности понимания переводчиком семантики термина, являющегося аналогом оригинала при сохранении полного смыслового содержания. [2]

Автор исследования на базе работы таких лингвистов как В.Н. Комиссаров, Б.Н. Климзо принимает формулировку понятия «семантика», как «обозначение» (от гр. semantikos – «обозначающий»), отношение смысла содержания языковых выражений, их отношения к предоставленным объектам – в нашем случае, к реалиям аэрокосмических специальностей. [3] Понятие «термин» в данной работе принимается как слово, точно обозначающего определенное понятие специальности [4], а узкоспециальные аэрокосмические термины – это точные ЛЕ, имеющее строгое значение и при помощи логического определения семантически раскрывающие сущность. [2]

Рассматривая семантические особенности аэрокосмической терминологии, автор работы вслед за Б.А. Ольховиковым, Т.А. Амировой, Ю.В. Рождественским выделяет следующие категории:

1) Семантические признаки, являющиеся компонентами лексических элементов в языке, вошедшие в авиационную терминологию, изменив лексическое значение: jacket – кожух/контур/куртка, to load – заряжать/нагружать, jar– конденсатор/кувшин.

2) Языковое значение, исторически возникшее из-за характерных отличий и контрастов в определенной языковой системе: салон - a cabin (но не кабина), шасси - landing gear (но не chassis).

Семантические особенности объясняют принадлежность термина к одной семантической группе слов, имеющих разное значение, но обладающих общими характеристиками: «pilot», «airport», «engine», входят в семантическую область «авиация» (aviation), различаясь индивидуальным смыслом.

Автор выделяет следующие семантические сложности в переводе аэрокосмических терминов:

• Омонимия. Например, работник таможни - не customer (покупатель), a customs officer (омофоны), land – земля, а уже to land – приземляться/высадиться (омографы), grain – это зерно, но в ракетной лексике - шашка твердого топлива (абсолютные омонимы).

• Заимствования, сохранившиеся в первоначальной форме (термины латинского, французского происхождения). Например, business class — бизнес-класс, trajectory — траектория, autopilot — автопилот, stewardess – стюардесса, navigator — навигатор).

• Сокращения. Например, AACS - Airways and air communications service, Служба воздушных сообщений, AAR - Aircraft accident report, Отчет о воздушном происшествии, FADECA - Full authority digital engine control of aircraft, Автономная цифровая система управления двигателем летательного аппарата.

• Неправильный перевод термина вследствие малой осведомленности в предмете перевода. Например, a chute - желоб для спуска в аварийной ситуации, неверно переводят как мусоропровод или парашют; port - левый борт самолета (если смотреть в направлении носа), но не порт, канал, гавань; pitch – тангаж, а не поле или подача.

Выводы:

1. Изучение семантических особенностей аэрокосмических терминов (их семантических признаков, являющихся компонентами лексических элементов, а также языкового значения слова, исторически возникшего из-за характерных отличий и контрастов наряду с другими словами в определенной языковой системе) принципиально важно для качественного перевода узкоспециальных текстов.

2. Для максимального отражения семантики оригинала переводчику важно иметь представление о логических цепочках, уметь «читать между строк», понимая картину в целом, без вычленения отдельных слов из текста.

3. Переводчику необходимо понимание реалий аэрокосмических профессий, научных инженерных явлений, технических процессов в области авиации и космонавтики.

Список использованных источников:

1. Amarasinghe, Harsha & Senevirathne, H. (2020). A Comparative Study on the Different Perspectives of Technical Translation: Influence of Technical Terms in Defining Technical Translation with Special Reference to selected English Non-Literary Documents. Volume IV, Issue VI, June 2020|. 2454-6186.

2. Комиссаров, В.Н. Теория перевода (лингвистические аспекты) - Репр. изд. - Москва: Альянс, 2013. - 250, [3] с.

3. Климзо, Б.Н. Ремесло технического переводчика: Об английском языке, переводах и переводчиках научно-технической литературы. 2-ое изд., переработанное и дополненное. - М.: Валент, 2006. - 508 с.

4. Гусева Л.А. О точности семантики терминов. [Электронный ресурс.] // Verhnevolzhski philological bulletin. Научный журнал. 2015 – No 3, с.8-15. URL: https://vv.yspu.org/wp-content/uploads/sites/4/2016/05/VFV-3-2015.pdf (Дата обращения: 27.01.2021)

Англоязычный обзор перспектив криогенных реактивных двигателей

Коновалова А.А., Гайдай С.М.
Научный руководитель — к.филол.н., доцент Анурова О.М.
МАИ, Москва

Hydrogen meets many fuel requirements. Hydrogen provides a minimum of environmental pollution. It also has high mass heat of combustion (about 2.8 times the heat of combustion of kerosene), its high combustion efficiency improves the engine efficiency, reduces fuel

consumption, reduces weight and size of the motor. The following should be added to the advantages of hydrogen as an aviation fuel. Hydrogen evaporates easily and spreads throughout the entire volume of the combustion chamber quickly, which contributes to a quick start of the engine. The low energy and wide ignition limits of the hydrogen-air mixture also contribute to the rapid start of the engine at different temperatures and at different altitudes. It is also worth noting a significant drawback, the presence of hydrogen on board makes special strict requirements for the pressurization of the fuel system, since hydrogen is extremely flammable and explosive. All these factors complicate the creation of passenger aircraft with hydrogen engine significantly. A liquid hydrogen plane can be 25% lighter and 30% cheaper. Its engines are more durable and reliable than engines running on kerosene with the same load capacity and flight range. Also, such an aircraft are eco-friendly. It should be taken into account that the airplane structure weight may be increased due to the necessity for thermal protection of hydrogen from heating and evaporation. To do this, most of the engine parts must be made of composite materials. They bring a lot of useful features to aviation - they increase the parts strength, decrease their weight and susceptibility to corrosion, and reduce the number of parts. The thermal protection problem can be solved on the basis of thermal insulation, which will minimize losses during long-term storage. Almost all researchers came to the unanimous conclusion that it is necessary to use designs based mainly on the screen-vacuum principle of thermal protection. Also, speaking about the disadvantages of hydrogen fuel, it is worth noting that this element, although very widespread on Earth, but not in its pure form. It is very energy-intensive to produce hydrogen using an eco-friendly method. This was the reason for the refusal to use the NK-88 engine, made in the USSR, in the future. Based on assumptions, it can be said that number of hydrogen engine will not be sufficient, due to hydrogen availability, since it is very expensive to extract, it's much cheaper to use kerosene. There is also an open question of safety, since hydrogen has a very large detonation range when exposed to oxygen. Based on the statements above, we have come to the conclusion that hydrogen is really difficult to store on board. It means it is necessary to make a choice between an efficient, environmentally friendly, but dangerous engine and a safe, but less efficient one. In our opinion, we would prefer second variant, because safety is a priority.

Использование мобильных и компьютерных приложений в рамках обучения иностранному языку специалистов авиакосмической отрасли

Корольков М.А.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва

Programming is widespread profession where you should work with your mental abilities and develop them life long. Programs for mobile apps, computer programs, websites and operation systems are created by programmers. They write code for everything what will work on any computer, smartphone and in the internet. All this happens by using programming languages the most popular of which wrote in English, the big part of computer corporation and employers are located in Europe and North America. Therefore, in programming deals and conversations with other people in this sphere around the world happens in English. The relevance of the research is proved by the fact that the most part of programmers vacancies employers requires knowledge of English language and every good programmer must learn English and we should try to find new ways of studying.

As you know programmers are busy people because they must learn, practice at different tasks and work all the time. It means programmers have not much time for learning language and mobile apps will very good for them because you can use your phone everywhere. You can read articles about English learning and use apps at transport while you going to the work, eating, doing something at home. It is a good decision for busy people.

So, the purpose of my work is finding and analysing the best apps for English learning for specialists in IT sphere and in aviation and space fields and give some recommendations about learning for beginner programmers. Specification of English for programmers consists in

knowledge of technique terms and designations. Programmer must know big quantity of programming special words besides ordinary grammar, vocabulary and other things. These things are very widespread at compilers and software environments. There is no point to translate some terms to your language because many professional terms untranslatable because they have not analogues for other languages. These words contain names of patterns, procedures, functions for every programming language. In our scientific work we consider mobile apps in play market's English learning rating. We explore good and bad sides of every app and use these apps and review user's experience. Majority reviews compares only information from internet about these apps, we review our experience. This is the specific feature of this scientific work. An app which includes all sides of English learning does not exist because it is very difficult to create app which combine studying grammar, listening, vocabulary, speaking and reading skills. For every aspect, different apps exist. We consider grammar and vocabulary at first because it is very important for communication with employers in the Internet. Of course, also I show apps for listening and learning words. The work briefly discusses websites where programmers and future specialists in aviation sphere can listen podcasts and watch video, read the articles in which they can find new terms and learn these.

As a result of our research, we made a list of apps recommended for additional studying of English for students of technological specialities.

References:

1. Ramya Gangaiamaran, Madhumathi Pasupathi. Review on Use of Mobile Apps for Language Learning. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562. (2017)

2. Chen, Xiaojun. Evaluating Language-learning Mobile Apps for Second-language Learners, Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE): Vol. 9: Iss. 2, Article 3. (2016)

3. Zhurbenko N.L. (2018). Modern pedagogical technologies used to improve the efficiency of teaching foreign languages to students of technical specialties. World of Science. Pedagogy and psychology, [online] 2(6). Available at: https://mir-nauki.com/PDF/50PDMN218.pdf (in Russian)

Роль международного опыта в исследованиях влияния толщины клеевых соединений композиционных материалов на прочностные характеристики (с использованием англоязычных источников)

Костин В.А.

Научный руководитель — к.т.н. Насонов Ф.А.

МАИ, Москва

One of the priority tasks in the design of aviation equipment is to reduce the weight of aircraft. Adhesive joints of elements of aircraft structures have an undeniable weight advantage over mechanical joints. For adhesive joints, the strength and durability largely depend on the thickness of the adhesive layer. Therefore, the purpose of this work is to study the effect of the thickness of the adhesive layer on the load-bearing capacity and resource of structural carbon fiber joints used in the aircraft industry.

The wide application of polymer composite materials (PCM) in various industries has become possible due to their inherent complex of structural and special properties that are not achieved in traditional metal materials. The features of composites and the specifics of the operation of aircraft make increased demands on the strength and durability of adhesive joints. Effective replacement of fasteners with adhesive joints [1 - 3] can be achieved only if the levels of strength, durability and operational survivability are not lower than the same properties of mechanical joints.

For adhesive joints, the strength and durability largely depend on the thickness of the adhesive layer. Therefore, the purpose of this work is to study the effect of the thickness of the adhesive layer on the load-bearing capacity and resource of structural carbon fiber joints used in the aircraft industry [4].

The main problems that stand in the way of effective implementation of high-strength adhesive joints are:

1. There are requirements to ensure the strength and durability of adhesive joints, performance characteristics and durability of adhesive joints to environmental factors;

2. Necessity for complex technological preparation of the glued surfaces of the connected nodes;

3. Obvious degradation of the properties of adhesive compositions in the event of violations or even minor deviations in the technological processes of gluing parts;

4. Necessity to ensure non-destructive testing of adhesive bonded joints in various design options.

For adhesive joints, it is characteristic that static strength, strength and durability under repeated static loads largely depend on the thickness of the adhesive layer. Therefore, the purpose of this work is to study the effect of the thickness of the adhesive layer on the load-bearing capacity and resource of structural carbon fiber joints used in the aircraft industry, as well as to reduce the specific weight of mechanical fasteners for aircraft components due to the widespread introduction of high-strength adhesive joints.

References:

1. Nasonov F, Zinin A, Bukharov S, Kharchenko K, and Piskunov G 2020 Increasing the strength of the point mechanical connections of composite parts by constructive-technological method, Advances in the Astronautical Sciences, 170 p. 701

2. Adhesives, adhesive binders and adhesive prepregs: uch. pos. / A. P. Petrova, G. V. Malysheva; under the general editorship of E. N. Kablov. - M.: VIAM, 2017. - 472 p.

3. Korneychuk A N, Bukharov S V, Ivanova S M and Shul G S 2020 Improvement in Thermal Stability of Glass Fiber-reinforced Polyimide Honeycombs, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 709 p 172 doi: 10.1088/1757-899X/709/4/044106

4. Kostin V A, Nasonov F A and Zinin A V 2020 Investigation of the influence of the thickness of the adhesive layer on the strength and resource indicators of carbon fiber adhesive joints. Proc. of International Conf. New materials of the XXI century: development, diagnostics, use (Moscow) p. 178

5. Kostin V. A., Nasonov F. A. Methods of research the influence of the thickness of the adhesive layer on the strength characteristics of adhesive joints//In the book: The 19th International Conference "Aviation and Cosmonautics". Abstracts of the 19th International Conference. Moscow, 2020. P. 753-754.

Особенности синхронного перевода с испанского языка на русский

Кострова К.А.

Научный руководитель — Банкожитенко Е.В.

МАИ, Москва

Целью данной работы является рассмотрение особенностей синхронного технического перевода с испанского языка на русский в сфере авиации.

Актуальность темы определяется важностью для будущих переводчиков – выпускников Института иностранных языков МАИ овладевать мастерством профессионального синхронного перевода, который предполагает безупречное владение иностранным языком, авиационной терминологией и достаточными познаниями в областях проектирования, производства и эксплуатации летательных аппаратов, а также особую лингвистическую и психологическую подготовку.

Синхронный перевод является одним из сложнейших видов переводческой деятельности. Такой перевод предполагает быструю реакцию, поскольку его процесс непрерывен и происходит одновременно с речью говорящего.

Если сравнивать перевод с испанского языка на русский с переводом с русского на испанский, то можно выделить ряд особенностей. При переводе с русского языка переводчик прекрасно понимает произносимую речь, и сложность состоит только в

корректной формулировке на испанском. Задача в этом случае – передать основную мысль, пусть и с ошибками.

При переводе с испанского языка основная трудность состоит в самом понимании речи, а не в передаче основной мысли на русском. В первую очередь сложным является высокий темп испанской речи. Поэтому скорость восприятия текста и переводческой реакции должны быть также высоки и предполагают особую функциональную подготовку. Кроме того, фонетика испанского языка существенно отличается в зависимости от национального варианта, например, кубинского, мексиканского, аргентинского. Переводчик должен хорошо ориентироваться и учитывать эту специфику, иметь опыт общения с носителями.

Помимо фонетики могут возникать трудности с лексикой и грамматикой испанского языка. Переводчик должен изучить не только лексику и терминологию, относящуюся к авиационной сфере, но и к другим, смежным, областям.

Трудности в понимании могут вызывать стилистические особенности испанского языка. Профессиональный синхронный перевод предполагает безупречное владение синтаксическими конструкциями, как современными, так и устаревшими. Необходимо учитывать и другие грамматические особенности испанского языка, как, например, нехарактерную для русского языка позицию членов предложения.

Таким образом, синхронный переводчик с испанского языка на русский в авиационной сфере должен быть эрудирован и с легкостью ориентироваться в сфере производимого перевода, иметь широкий опыт общения с носителями различных национальных вариантов испанского, быть стрессоустойчивым и обладать высокой скоростью реакции.

О семантической классификации аэрокосмической терминологии в английском языке

Кузнецова П.М.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва

Стремительное развитие современной авиации и космонавтики обуславливает появление в данной сфере новых знаний, понятий, явлений, наименований. Это, в свою очередь, неизбежно приводит к изменениям в языке, которым пользуются специалисты для профессионального общения.

В структуре любого специального языка, как известно, особое место отводится терминологической лексике [1. С. 82]. Не является исключением из правила и язык аэрокосмической отрасли, лексический состав которого, в силу своего динамизма, продуктивности, гетерогенности и инновационности, требует глубокого и всестороннего изучения. Так, например, исключительно важным представляется исследование структурно-семантических и стилистических особенностей аэрокосмической терминологии (упорядочение ее состава; уточнение свойств, признаков, функций; определение закономерностей формирования, словообразовательных моделей и пр.).

Одной из актуальных задач исследования состава аэрокосмической терминологии в современном английском языке является семантическая классификация терминов, под которой понимается группировка слов, представляющих одну часть речи (преимущественно имя существительное), соответственно их корневым лексическим значениям [2. С. 174].

Научная классификация терминов как упорядоченный способ ассоциации и диссоциации, а также умственной организации идей, которые представлены в форме понятий, необходима для оценки и переоценки лексической системы специального языка, выявления иерархии понятий, установления взаимоотношений между ее компонентами [3. С. 138].

Основными принципами систематизации и классификации терминов являются следующие: принцип системности, принцип логичности, принцип классификационной отчетливости, принцип соблюдения видо-родовых отношений, принцип семантического единства, принцип контекстности (тематической общности).

Проведенный нами в целях семантической классификации анализ корпуса оригинальных текстов из английских и американских учебников по авиации и космонавтике, а также ряда периодических изданий, позволил установить в семантическом поле аэрокосмической терминологии такие тематические группы как:

• Обозначения наук: aviation, propulsion design, aerobatics, aeronautics, flight dynamics, и т.д.;

• Наименования субъектов аэрокосмической деятельности: pilot, aviator, airport technician, spaceman, air traffic controller и т.д.;

• Наименования отраслевых организаций и предприятий: Boeing, Airbus, SpeceX, ICAO, NASA и т.д.;

• Обозначения действий и состояний, связанных с пребыванием в воздушной среде и космосе субъектов аэрокосмической деятельности: take off, landing, docking, spacewalk, launch и т.д.;

• Наименования пространства, в котором совершается аэрокосмическая деятельность: atmosphere, space, airport, aerodrome, heliport и т.д.;

• Летательные аппараты, наземные и космические станции и их разновидности: aircraft, spaceship, helicopter, quadcopter, satellite и т.д.;

• Обозначения составных частей, совокупностей и деталей летательных аппаратов и космических станций: fuselage, wing, engine, gear, frame и т.д.;

• Обозначения характеристик летательных аппаратов, станций и образующих их «деталей»: reliability, rigidity, maneuverability, vibration resistance, noise immunity и т.д.

Осуществленная нами классификация терминов будет способствовать расширению представления о семантике современного авиационного английского языка. Однако заметим, что она, безусловно, не является полной и всеобъемлющей и подлежит дополнению, уточнению и коррекции.

Список использованных источников:

1. Зайченко А.А. О некоторых приемах обучения специальной лексике переводчиков в сфере профессиональной коммуникации // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2006. № 1(5). С. 81-84.

2. Смирницкий А.И. Лексикология английского языка. М.: МГУ, 1998. 260 с.

3. Суперанская А.В., Подольская Н.В., Васильева Н.В. Общая терминология: Вопросы теории / Отв. ред. Т.Л. Канделаки. Изд. 6-е. М.: Либроком, 2012. 248 с.

Новый метод обнаружения сталкивающихся чёрных дыр и их значимость в науке (на основе анализа англоязычных сайтов и зарубежной прессы)

Куликов П.С.

Научный руководитель — Трембач Т.Г.

МАИ, Москва

1. What is a black hole? Event horizont — the point(border) of no return; singularity is very interesting object for each physicists and mathematicians, because this object doesn`t have precise physical and mathematical properties.

2. Recently, 12.02.2021, the Hubble telescope discovered a black hole, but later it turned out that there were hiding several smaller black holes instead of a single one.

3. In september 2020 was invented a new method for detecting colliding black holes, which may be very relevant not only for recent detection, but also for studying black holes in the future. This method was opened by researcher Xingjiang Zhu at Monash University. This method is based on the fact that colliding black holes emit huge energy that can be detected from the Earth. If we can find a pair of merging supermassive black holes, it will not only tell us how galaxies evolved, but also reveal the expected gravitational-wave signal strength for pulsar watchers. This method could predict how black holes interact with each other and how much energy is released in a collision moment.

4. Why is it important to study black holes and try to get to know properties of this cosmic object. Its important because due to properties we can get more information about the birth of the Universe about singularity - one of the most mythical and interesting black hole`s component.

5. What would happen with human if he was near the black hole, and what would we see, if we could reach the event horizont and not die.

Анализ акции авиакомпании S7 «Летайте дома» (на основе англоязычных источников)

Кунгурова А.С.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Рябкова Г.В.
МАИ, Москва

The aviation industry has been hit hard by the coronavirus pandemic, but not all companies have been affected by the crisis.

A marketing research on the topic "Analysis of the S7 airlines' "Fly at Home" campaign was conducted. At the beginning of the work, the terms of the S7 airlines' "Fly at Home" campaign were studied.

The Promotion gives a participant the right to receive up to 3,000 bonus miles for the entire Promotion period. To receive miles, the Member must click on the "I'm home" button on the Promotion Site. For one click of the button, 100 bonuses are credited, which are also counted towards obtaining the status in the S7 Priority Program. The participant is obliged to allow the transfer of geo-location in the browser and in the mobile device. Otherwise, the miles will not be credited. Depending on the number of accumulated bonuses - miles, members can partially pay for tickets or even pay in full for their trip.

The author monitored comments of subscribers in social networks about the action. Airline passengers who took part in the promotion write in their reviews that the points are awarded as indicated in the terms and conditions and note that no shortcomings have been identified. There are also negative reviews, or rather, in which participants say that the conditions of the promotion were not met.

Publications about the promotion were posted on the official website of S7 Airlines, in the official Instagram group (April 21, 2020), in the official Facebook group (March 30, April 16, 2020), as well as in the official Vkontakte group on March 30, 2020).

The channels for disseminating information about the action are television (news programs), social networks and the Internet. Detailed information about the ongoing campaign can be found on the official website of the airline.

S7's "Fly at Home" campaign was positively received by its participants.

References:

1. Official website of the airline S7 Airlines. [Electronic resource] - Access mode: https://www.s7.ru/ru/

2. Official page of S7 Airlines on the social network Instagram. [Electronic resource] - Access mode: https://www.instagram.com/s7airlines/

3. The official page of S7 Airlines in the social network Vkontakte. [Electronic resource] - Access mode: https://vk.com/s7airlines

4. Official page of S7 Airlines on the social network Facebook. [Electronic resource] - Access mode: https://www.facebook.com/watch/S7Airlines/

Поддержание англоязычной среды в МАИ в контексте изучения проблемы космического мусора в англоязычных источниках

Кэлих А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кузнецова А.В.
МАИ, Москва

The purpose of the research is to analyze the problem of space debris in the international sphere, it's possible danger and reduction options. Space debris is a term for objects that are made by human but no longer useful for any purpose, therefore it is left in space – mostly in Earth orbit – without any function.

The author of the work pays special attention to the study of the fact that the problem needs a united

solution of the countries.

In the modern world, the study of this topic takes place on a global scale, and the working language of conferences and publications today is English. The author examines the latest developments in this industry on the example of the opposition of the domestic and foreign markets, focusing on the need to build a scientific dialogue at the international level, including understanding, tolerance and professional ethics.

In this context, mastering the terminology in English on the topic has importance for the formation of a future successfully working in space industry human.

Examples of highly specialized scientific vocabulary, terminology are given, the study of which allows not only studying professional literature in English, but also negotiating, participating in international conferences, exchanging views with foreign colleagues.

For example, the vocabulary on this topic contains the following basic terms: pollution – загрязнение, satellite – спутник, spacecraft – космический летательный аппарат, solid motor – твердотопливный двигатель.

The problem of space debris itself becomes more and more relevant due to the fact that trash may self-propagate by random collisions. Even the coolant may freeze into droplets of solid sodium-potassium alloy, forming additional space debris. That way of pullulation is the most dangerous because of the size of new rubbish. It is mostly less than one centimeter. And inventions, that are in good working order are just the worst to cope with that particular type of debris.

The study pays special attention to the purpose and implementation possibilities of the programs under consideration, that are developed to cope with space debris problem, including the analysis of all the advantages and disadvantages. The most popular means are scoop-net, laser ray and aerogel, mounted on a grid or even scoop-net.

According to data published by the UN Office for Outer Space Affairs in October 2009 about 300 thousand debris orbiting the Earth. Researches are endless actually because of the smallest parts of the junk. There are several options – laser ray, for example – that are created to destroy fragments of more than 1cm. But parts that are less than 100mm are representing a huge problem for all scientific community.

All in all, there is a need in international cooperation in the framework of space researches, taking into account the context of globalization. Also new technology programs of this level are possible only by combining the efforts of the leading space powers. Consequently, learning special aerospace vocabulary becomes even more essential.

The program for english language learning enhancement in civil aviation educational institutions

Лаврентьев А.В.
Научный руководитель — Казакова М.А.
СПбГУ ГА, Москва

«If you talk to a man in a language he understands, that goes to his head. If you talk to him in his language, that goes to his heart. » — Nelson Mandela. This quote stresses the significance and the necessity of learning languages. Knowledge of foreign languages provides infinite possibilities not only for travelling and discovering cultures, but also for international labour activity.

Nowadays, there are plenty of companies, which collaborate internationally, therefore, knowledge of English is an entry requirement. The ultimate example is a principle «Working Together», which helped not only to unite production forces of «Boeing» in USA, but also helped to establish international collaboration with suppliers all over the world during «Boeing-777» program.

However, it should be noted that English is an integral part in certain areas, such as aviation. Thus, sufficient level of English knowledge is necessary to provide a high level of the flight safety.

In general, the language training is conducted in civil aviation educational institutions. Therefore, it is proposed to establish an additional educational source, such as an electronic device program, to increase the quality of English learning.

This program will enable to:

• Provide studying of some subjects in English;
• Check individually the degree of assimilation by using a testing system;
• Provide an opportunity to review necessary material at any time;
• Continue educational process according to curriculum in case of distance learning;
• Check enrolment rates and the degree of assimilation by learning society and professors.

Summarizing the research, the using of an additional program during any kind of educational process can significantly simplify learning of a foreign language, especially technical or specialized terms and common phrases. Moreover, the implementation of a new educational source can seriously enhance the level of English after an education program.

Институциональность делового авиационного дискурса в современном английском языке

Лаговская Е.В.
Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва

Использование делового английского языка в качестве основного инструмента профессионального межкультурного общения представителей различных языков и культур в значительной степени обусловило его роль и важность в глобальном мире [1].

В авиационной сфере английский язык также прочно занял лидирующее положение, являясь не только языком общения пилотов, авиадиспетчеров, сотрудников аэропортов и авиакомпаний, но и основным средством общения специалистов международных организаций: Международной организации гражданской авиации, Международной ассоциации воздушного транспорта, Европейской организации по обеспечению безопасности аэронавигации и многих других.

В течение последних тридцати лет деловой английский язык подвергся существенным трансформациям. Так, например, видоизменился его статус, появились новые модели и жанры, расширился словарный состав, был модифицирован сам характер делового общения.

Указанные изменения привели к повышению интереса лингвистов к изучению структурных, семантических и стилистических особенностей делового английского языка. Особое внимание ученых было уделено исследованию вопросов генерирования, функционирования, понимания и интерпретации делового дискурса как формы устного коммуникативного взаимодействия представителей бизнес-сообщества [2].

Деловой дискурс специалистов авиационной отрасли обладает набором специфических атрибутов, параметров и характеристик, имеет свою предметно-объектную область, структуру, терминологический состав и понятийный аппарат.

Одним из важнейших дискурсивнообразующих параметров, лежащим в основе лингвокогнитивной модели современного делового авиационного дискурса, является его институциональность.

Институциональность предполагает использование членами делового сообщества в процессе речевого общения комплекса определенных лингвокогнитивных моделей, образцов, стратегий, схем, норм.

Институциональность придает деловому дискурсу членов конкретной социальной группы или социального института официальность, статусность, конвенциональность, клишированность, регламентированность, шаблонность, рациональность, ритуальность и нормативность.

Институциональность стандартизирует речевое общение, подчиняет его фиксированным правилам и ограничениям, обеспечивает управляемость, способствует соблюдению делового

этикета, употреблению характерных оборотов и выражений, клишированных фраз и шаблонов, позволяет избежать конфликтных ситуаций.

По мнению Д.С. Храмченко свойственная деловому дискурсу институциональность речевого поведения позволяет на основе типовых представлений о жанрах бизнес-общения, их традиционных нормах и правилах, с большой долей вероятности предвидеть возможные речевые действия партнёра для того, чтобы подобрать оптимальные языковые средства реализации поставленной коммуникативной цели, определённым образом выстроив функциональную перспективу дискурса [3].

Вывод: Деловой авиационный дискурс в современном английском языке обладает типичными для профессионального дискурса институциональными признаками, которые обусловлены его основными функциями, предметной спецификой сферы испрльзования, номинативной нормативностью, маркированными речевыми стратегиями и пр., и которые определяют его особенности применительно к коммуникативной практике специалистов авиационной отрасли.

Список использованных источников:

1. Зайченко А.А. Методика сопреподавания языка и перевода. Пятигорск: Изд-во ПГЛУ, 2006. 271 с.

2. Ширяева Т.А. Структурно-содержательная и функциональная парадигма современного делового дискурса: дисс. д-ра филол. наук. Нальчик, 2014. 421 с.

3. Храмченко Д.С. Функционально-прагматическая эволюция английского делового дискурса: дисс. д-ра филол. наук. Москва. 2015. 448 с.

Разработка компьютерной системы обработки и анализа биоэлектрических сигналов человека в аэрокосмической медицине (на материале иностранных источников)

Лахминов К.Д., Ларшин М.Л.
МАИ, Москва

На данный момент в мире крайне мало компьютерных систем обработки биоэлектрических сигналов человека, адаптированных для работы в условиях атмосферного или космического полета.

Стандартные компьютерные системы обработки и анализа сигнала, которые применяются в медицинских учреждениях, не могут в полной мере обеспечить такое же качество работы в условиях атмосферного полета или космического полета. В этих условиях мы сталкиваемся с менее предсказуемыми и более сильными электрическими помехами от бортовой электроники и нюансами работы бортовой электрической системы. Сталкиваемся с возникновением механических артефактов в сигнале из-за возможной тряски во время полёта.

Система, разработанная нашей командой, обеспечивает удовлетворение требований к регистрации биоэлектрических сигналов человека в условиях атмосферного или космического полета за счёт того, что система анализирует окружающие помехи и адаптируется к ним.

Система проводит Фурье разложение входящего сигнала по частотам, после передает эти данные нейросети, нейросеть же анализирует данные Фурье разложения и определяет, какие данные – помехи, а какие – биоэлектрическая активность. В самом начале работы система получает на вход фоновый сигнал без биоэлектрических сигналов человека на протяжении минуты, этот сигнал раскладывается по частотам и передается нейросети для обучения. При каждом включении системы нейросеть обучается определению фоновых помех и увеличивает свою базу данных помех. Как только система покажет точность определения помех в 90%, она переходит к работе. Нейросеть на данный момент обучена определять ЭКГ и ЭМГ сигнал и очищать их от помех.

В рамках анализа сигнала нейросеть имеет для ЭКГ сигнала данные об отклонениях в работе сердца, а для ЭМГ сигнала – данные о сигналах при различных жестах.

По результатам тестирования в условиях сильных низкочастотных и высокочастотных электрических помех система с точностью 100% распознает различные жесты. Используя данные из открытых источников ЭКГ исследований пациентов, мы также проверили систему на способность определять паттерны биоэлектрической активности сердца, от нормальных до патологических. По результатам исследований результат оказался 89%.

На данный момент мы работаем над снижением времени обучения при запуске, отладкой программы, увеличением точности анализа ЭКГ сигнала, добавлением в систему возможности обрабатывать и анализировать ЭЭГ сигнал. Также проводим переговоры с ФНКЦ РР о возможности совместных испытаний на большой группе людей.

Международное партнерство и инновационное сотрудничество в совместных проектах России и NASA (по материалам англоязычных источников)

Леонтьев В.В.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ–КАИ, Казань

Scientists, engineers and space explorers from all over the world throughout the entire history of astronautics have jointly developed in the field of space exploration. The relevance of the chosen topic is conditioned by the rapid development of technologies and new discoveries in astronautics.

Cooperation between Russia and NASA cannot be called steady throughout the history of the space partnership, since it was influenced by both economic and political factors. Therefore, in the history of joint activities of two superpowers, there were both long-term projects (docking and joint flight of the Soyuz-19 and Apollo spacecraft, the Shuttle – Mir joint work on the ISS, etc.), as well as the suspension of cooperation between NASA and Roscosmos because of the US sanctions against Russia, and many controversial issues, of which the Pentagon's possible protection of NASA bases on the Moon according to the publication of the "The Wall Street Journal".

"The driving force behind change," says Andy Pastor in a February 1, 2021 article, “are the actions of Moscow and Beijing to challenge US space interests through anti-satellite weapons, jamming and other potentially hostile technologies” [1]. In contrast to the American position, Faizan Hashmi in the "Urdupoin" edition dated February 2, 2021 informs that the head of Roskosmos D. Rogozin has declared that the "militarizing the Moon" and lunar research is inadmissible[2].

In the past years, the partnership between Roscosmos and NASA has become even more complex. Since after the end of the use of American shuttles in 2011, the delivery of NASA astronauts to the ISS was carried out only by Russian Soyuz spacecraft, it made the Americans dependent on Russian partners and cost them from 60 to 90 million dollars for 1 astronaut. Later this the gap was filled by active involvement of private commercial companies such as Elon Musk's SpaceX, and the launch of his Dragon spacecraft on May 30, 2020. “Following the successful mission of the commercial crew Demo-2 to the ISS by SpaceX's Crew Dragon spacecraft in 2020, NASA showed no interest in purchasing future Soyuz seats,” Mirage News reported on January 21, 2021. [3]

However, the indisputable contribution of Russia to the ISS should be noted: it is the Zvezda service module, launched in July 2000; the docking bay launched in September 2001; regularly launched Progress supply ships. In addition to these contributions, Russia built and launched the first element of the ISS - the functional cargo block Zarya under a contract with Boeing for NASA [4]. Some of the current innovation projects focus on the usage of Russian in-struments on NASA robotic probes aimed on the Moon and Mars, as well as on Russian space-craft research.

Also significant joint advances in space science have been achieved as a result of NASA's collaboration with Soviet and Russian astronaut scientists in the exploration of Mars since the 1980s. In recent years, NASA's Mars Odyssey and NASA's Mars Science Laboratory (MSL) have hosted joint events that still work today. The Russian instrument IKI Dynamic Albedo of Neutron (DAN), which searches for the water is actively used on the Curiosity rover, as well as the Lunar Exploration Neutron Detector (LEND) instrument, which searches for water from NASA's lunar

reconnaissance orbiter (LRO) in lunar orbit - according to the official web-site of the US Embassy and Consulate in the Russian Federation.

Thus, the joint activities of Roscosmos and NASA have a huge impact on space exploration, innovative technologies and the development of their mutual enrichment. However, the struggle for primacy in the field of research and innovative development complicated partner-ships between Russia and NASA throughout the history of their cooperation, and in recent years, the separation of the two states has been especially active.

References:

1) https://www.wsj.com/articles/pentagon-nasa-knock-down-barriers-impeding-joint-space-projects-11612187500?mod=searchresults_pos7&page=1

2) https://www.urdupoint.com/en/world/roscosmos-ceo-rogozin-says-militarization-of-1157237.html

3) https://www.miragenews.com/nasa-sunsetting-collaboration-with-russia/

4) https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/elements/zarya-cargo-module

Терраформирование Марса (на основе англоязычных источников)

Менчиков А.Л.

Научный руководитель — доцент, Вечеринина Е.А.

МАИ, Москва

The depletion of natural resources on Earth becomes more and more discussed problem nowadays. In fact, every day we use that much number of resources that can be renewed only in a century. Also, the amount of people increases every year so that one day there will be not enough space for each person. However, we can look at the skies and discover that there are other planets in our Solar system. Each planet has resources that we need for our demands. But only Mars can give us a new place for home because of similar to our planet conditions.

But before moving to Mars we need to do a big job. Despite the fact of its similarity Mars is much colder than Earth within an average temperature of -62 degrees Celsius and the atmosphere is so thin than it cannot protect itself from radiation. Also, Mars has different gravity conditions (about 38% of Earth's) so we don't know whether it will be enough to prevent health problems connected with weightlessness. Terraformation is a process that will have to solve these problems. Here are some methods of Mars' terraformation:

- Orbiting mirrors;
- Asteroid bombardment;
- Producing halocarbons on Mars;
- Nuking Mars;
- Producing silica aerogel.

The first method is to produce big mirrors called «sail». These sails are to reflect the sunlight to the areas with frozen CO2. The thing is these sails weigh too much and they have to be at least with a 125 km radius so that they could heat the area by 5 degrees.

The second one is to «throw» ammonia asteroids to Mars. Theoretically, we could use special lasers for directing ammonia asteroids so that when they bomb on Mars the heat goes up. Also ammonia could be used as a special greenhouse gas.

The next method is about building plants on Mars. As we can see from our experience, plants on Earth have caused climate change. We could locate similar plants on Mars but in bigger amount. However, if we use this method we will not be able to breathe on Mars because there will not be required amount of oxygen.

Nuking Mars sounds more like a joke than a solution of Mars terraformation. American engineer Elon Musk says that we could nuke frozen south and north poles to bring the temperature up and increase the amount of oxygen in the atmosphere.

Last but not least is producing silica aerogel. Aerogel is a solid substance with low density. Aerogel almost completely consists of oxygen. NASA uses it on their rovers nowadays. A thin layer of aerogel could easily protect Mars from the UV radiation and melt frozen water. The

problem lies in its fragility and it needs to be produced somewhere. Still at the moment it is the best method for Mars terraformation.

All of the methods lead us to heating up Mars. The problem is that terraforming Mars is a much sophisticated problem than we think - we need such amount of material and financial resources that we have never used before. Silica aerogel looks like an easy method, but we do not know all its properties. Personally, I think that terraformation of Mars with the current level of technologies is a problem to be solved in future.

References:

1. Jackson Ryan. Mars could sustain life under thin layer of 'frozen smoke' / Jackson Ryan // [Electronic resource] - https://www.cnet.com/news/Mars-could-sustain-life-under-thin-layer-of-frozen-smoke (date of the application: 02.02.2020)

2. Mars Terraforming Not Possible Using Present-Day Technology [Electronic resource] - URL: https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2018/mars-terraforming (date of the application: 02.02.2020)

3. Robert M. Zubrin, Christopher P. McKay. Technological Requirements for Terraforming Mars [Electronic resource] // Journal of the British Interplanetary Society. Geography, Environmental Science, Physics. - URL: http://www.users.globalnet.co.uk/~mfogg/zubrin.htm (date of the application: 02.02.2020)

Психолингвистическая теория перевода

Нестерова О.Р.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Лысенко С.В.

МАИ, Москва

Психолингвистика – наука, занимающаяся изучением и описанием особенностей порождения, понимания, функционирования и развития речи.

Психолингвистический подход к процессу перевода основан на понимании перевода как речемыслительной деятельности.

Психолингвистическая модель перевода определяет направление внутреннего мышления переводчика и поэтапное движение от исходного текста к готовому сообщению на языке перевода.

Психолингвистическая модель актуальна для перевода текстов авиационно-космической тематики.

Описание типа мыслительных операций, с помощью которых переводчик находит нужный вариант перевода — задача, которую ставит перед собой психолингвистическая модель.

Согласно психолингвистической модели перевода, переводчик преобразовывает свое понимание содержания первоисточника в свою внутреннюю программу, после чего развертывает эту программу в текст перевода.

Внутренняя программа переводчика представляет сжатое содержание исходного сообщения, поскольку при осуществлении профессиональной деятельности переводчик не создает персональных высказываний.

Психолингвистическая модель перевода изучает те обстоятельства, которые влияют на мыслительное заключение переводчика при выборе наиболее оптимального пути перевода.

Психолингвистическая модель перевода отображает условное представление процесса перевода, которое основано на попытке возложить общие положения лингвистики и психологии на перевод.

Психологическую сторону перевода, отражают три этапа: восприятие текста оригинала, избавление от форм исходного языка, выбор пути передачи текста оригинала на язык перевода.

Психолингвистика помогает описывать разные подходы к осуществлению переводческой деятельности, обосновывать использование тех или иных методов,

задействованных в переводе, а также прогнозировать ее реализацию, в основе которой лежат уникальные поведенческие реакции переводчика в тех или иных ситуациях.

Переводческая деятельность со всеми входящими в нее компонентами имеет трехфазовую структуру: фазу разработки плана в условиях деятельности, фазу его реализации и, наконец, фазу сопоставления начальной цели с конечным результатом.

Психолингвистическая модель помогает описать те факторы, под влиянием которых переводчик делает окончательный выбор способа семантической и грамматической реализации высказывания.

Психолингвистическая модель объясняет наличие мотива самого переводчика и тех факторов, которые влияют на формирование этого мотива.

Структурно-семантические особенности атрибутивных словосочетаний в техническом тексте

Нифтулина А.В., Петянина О.Е.
Научный руководитель — Пожидаева Е.И.
МАИ, Москва

Особый интерес у переводчиков технических текстов вызывает перевод различных словосочетаний с одного языка на другой, поскольку в языке перевода могут отсутствовать некоторые термины из исходного языка. Тексты авиационной тематики включают в себя специфический пласт лексики, обогащенный новыми терминами и новыми значениями. Нередко термины в техническом тексте сопровождаются разнообразными атрибутивными словосочетаниями, иногда существенно изменяющими их значение.

Атрибутивная группа – это цепочка определений, состоящая из нескольких элементов. Она включает в себя существительные в общем падеже, прилагательные, а также причастия и располагается в препозиции к антецеденту. В зависимости от структурно-семантических особенностей атрибутивные словосочетания делятся на 4 группы, из которых, как было выявлено в ходе исследования, наиболее активно в техническом тексте используются сочетания прилагательного или причастие с существительным и существительного с существительным. Примером особого отношения между членами атрибутивной группы и антецедентом может послужить словосочетание «assault troops», состоящее из двух существительных, первое из которых является определением ко второму. Переводиться оно будет как "десантные подразделения", а не как отдельные переведенные компоненты "штурмовые войска".

Для выполнения исследования были поставлены следующие задачи:

• Выявить структурно-семантические особенности атрибутивных словосочетаний в техническом тексте авиационной тематики.

• Показать разнообразие атрибутивных словосочетаний в технических текстах авиационной тематики.

• Определить группу атрибутивных словосочетаний, наиболее часто встречающихся в техническом тексте авиационной тематики.

В данной работе используются материалы, взятые из разных зарубежных научных изданий, а также из учебников по авиационной тематике как на английском, так и на русском языке.

Список использованных источников:

1. Https://www.key.aero/aeroplanemonthly

2. V. Bulk. European Aviation Environmental Report 2016

3. Быкова В.Д. Перевод терминов-словосочетаний с атрибутивной связью в научно-технической литературе. Национальный исследовательский университет «МИЭТ». М. 2019

4. Ванягина М.Р., Канатаев Д.В. Перевод военных многокомпонентных терминов. Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева № 4, том 1, 2018

5. Гейко Н.Р. Гуманитарные исследования. 2015. № 2 (6)

6. Нестерова К.А., Тихонова Е.В. Философия и наука в культурах Запада и Востока. Томск. 2018

7. Пилявских Ю.А., Баскакова Е.С. Особенности перевода атрибутивных групп с английского языка на русский язык. Интерактивная наука. 2016. УДК 347.78.034

Функционирование терминологических единиц в современном английском языке (на материале научно-технических текстов авиационной тематики)

Новоселов И.В.

Научный руководитель — доцент, к.фил.н. Денисова О.И.

МАИ, Москва

Nobody can doubt that science and technology is the future of humanity, as if it is our future, then aerospace is a huge part of it. Every year amount of publications in this sphere rises, so that means the importance of aerospace publications is very promising. Recently, Russian scientists developed a rocket engine using the digital blueprint, and applied all the documentation to it fully digital too, so who knows how in the subsequent years science will evolve? Because the language reflects the culture and the level of science, so to answer this question we need to inspect how terminological units function in the modern English on the basis of science and aerospace publications.

Terms are the basis of scientific and technological texts. The main thing is that the terms form the content that leads to logical descriptions and the key of understanding the idea, the thing that the author wants readers' attention and cognition to be concentrated to. The main function of any term is nominative – i.e. any term needs a description.

It was previously noticed that "In modern English, terminology shouldn`t be considered as the sum of terms, though as a structurized language subsystem, which includes microsystems of terms".

There are several types of terms and they are classified due to the aerospace sphere (or any other sphere of science and technology) i.e. aeronautics, aviation, rocketry and astronautics; and by linguistic or language means. Also, there are several ways of term-formation: semantic, syntactic and morphological. The semantic one is based on giving the existing word a new meaning or a new shades of meaning e.g. a stick (the controller of a plane),wings (the composite part of the plane), an oil (as petrochemicals, fuel for a plane). The second one is the syntactic way, which is based on compounding, a combination of two or more morphemes as roots in separate words. Such words as an aircraft, aerodynamics and stratosphere are all the results of a stem joining. The last way of term-formation is the morphological one, which is aimed at building new words by the means of affixation, conversion, contamination, truncation and abbreviation.

To prove the point that the main function of terms is a nominative one, we should precisely examine functions of terminological units, as well as they function in a link with terminological system to which they relate to. Any text has its system of terms, which depends on the author`s style in lesser degree than the sphere or the point of the text focused on. This is because science and technology publications have lexical, grammatical and the other peculiarities specific to them: the brevity of statements, the logical completeness and the rigorous selection of the language means including terms.

To draw a conclusion, terms are special the words with the special meaning which always need a description. If so, all the connections between terms in the terminological system of the one text should be correlated with the main idea of the publication, without it the logic of an utterance in the given text, and the integrity of the text will be broken.

References:

1. Яковлева Е.Б. Язык делового общения как лингвистическое и культурное явление / Яковлева Е.Б. // Вестник МГУ. Сер.19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – М.,1998. №1. С. 82-84.

2. Денисова О.И. Особенности формирования и перевода авиационной терминосистемы с английского языка на русский.: Вестник МГОУ. Серия: Лингвистика, 2015.

Using Artificial intelligence in medicine perpose (с использованием иноязычных источников)

Новосельцев А.В.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва

Artificial Intelligent (AI) – is a field of science that aims to creating different algorithms, which based on neural networks, machine learning etc. to solve problem that requires creative thinking and human intelligence. Warren Sturgis McCulloch and Walter Pitts introduced this term in 1943. A rapidly developing interdisciplinary science has a huge impact on modern technological progress.

Many algorithms of AI is used in many sphere of life. For example, ads that's you see on web sites is promoted by many advertising service based on personalized recommendation that consist of your previous searches and online behavior. Self-driving cars already have safety functions that use AI-powered algorithms. One of the most perspective and helpful field to use these technologies is medicine and healthcare.

There are many advantages to implement smart machine into medicine. It is necessary to consult with medical history and analysis to find out the reason for ill and to determine course of treatment. Sometimes skilled doctors cannot make right diagnosis because they don't have sufficient information about sick man. Unfortunately, one in ten suffer from the effects from wrong treatment. Using of AI will allow us to avoid these mistakes. Medicine system will have complete data about patient and special smart algorithm will diagnosticate and prescribe treatment.

In addition, establishing diagnosis is very time-consuming process. However, AI-programs is intended to help in solving this problem. Trained machine can define on scan benign or malignant tumor in a second. For doctors this time increases many times. Also, his chance to make mistakes is bigger. Scientist from Google has proved it.

In conclusion, Artificial Intelligent will never replace high-qualified specialist in healthcare field. But new technologies can significantly help in reducing different time-consuming processes and increasing the accuracy in the diagnosis.

Использование НЛП для улучшения и персонализации пользовательского опыта в интернете путем обработки письменных отзывов на английском языке в различных областях

Овчинников И.С., Дронов Р.А.
Научный руководитель — доцент, Вечеринина Е.А.
МАИ, Москва

By the end of 2020 the global ecommerce market had sales reaching $3.5 trillion and represented 14% [1] of the total share of global retail sales. However, other industries showed a noticeable loss. Tourism and air transportation had to adapt to the recent changes to survive.

Most of the market players are trying to attract potential users with big discounts and sales. Conducted research revealed that almost 80% of the users tend to take into consideration other's experience (feedback), even if offer is very taking.

The task of understanding and extracting information needed from the text in most of the solutions relies on either statistical methods or natural language processing. The first requires almost unlimited resources to store and process information. Since the neural turn, statistical methods in NLP research have been largely replaced by neural networks. However, they continue to be relevant for contexts in which statistical interpretability and transparency is required. In that exact case informal unstructured language prevails [2].

The feedback processing system focusses on processing written advantages and disadvantages of a product, a service, etc. Collecting all the mentioned characteristics and finding distribution features, mode, mean and median using data analysis help to enhance user experience and understand demand and tendency. As an example, we can consider the usage of the mode to

provide information about the most favorite and the worst features discovered by other users or clients. Multi-modality is used to reveal the set of users (clients) complaints or recommendations.

Because of the absence of a suitable pretrained neural network, teaching on a prepared amount of data using close taught in advance solutions took place. Named-entity recognition approach revealed to be less resource intensive and less development time consuming [3]. Another approach, text-based emotion detection, required to store product characteristics that might be mentioned. Which went against the idea of an Open API for different services and types of products like an online store and a travel agency.

The ability to expand has been reached by the Open API and tree tier architecture in the form of application, server and provided DB. Nevertheless, only developed e-commerce application would be able to store data, others would only use data processing features. In other words, travel agency feedback processing module would represent tree tier architecture, but without any NLP networks inside due to the usage of the given external one.

Taking into consideration the results of the research conducted in the form of the poll the developed system provides new unique experience in the fields of users interaction and personalization.

References:

1. E-commerce sales to jump 18% in 2020, but not enough to offset retail's decline // Techcrunch URL: https://techcrunch.com/2020/06/08/u-s-e-commerce-sales-to-jump-18-in-2020-but-not-enough-to-offset-retails-decline/ (date: 2020-02-15).

2. Mark Johnson How the statistical revolution changes (computational) linguistics // ACL Antology. Athens, Greece: Association for Computational Linguistics, 2009.

3. Lakoff, George Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Philosophy // Appendix: The Neural Theory of Language Paradigm. New York Basic Books. 1999 pp. 569–583

Спутниковая система коммуникации и её применение в авиации (по материалам англоязычных источников)

Огольцова Н.Д., Стулова Е.В.
Научный руководитель — Мусина Е.Д.
МАИ, Москва

What is the satellite? A satellite is an object in space that orbits or circles around a bigger object. Now we know two kinds of satellites, the first one is natural and the second - artificial.

We'll consider artificial objects that put into orbit. There are some examples how we really use satellites in our everyday life. They are conductors between television stations and our homes, but they are also used for the network TV and backbone of cable. One of the best well-know example is the Navstar Global Positioning Systems. Anyone can determine their location by using satellite-based navigation systems. One of the problems that we have know is dispersed locations. Here communications satellites come to the rescue, they they can quickly exchange data over long distances. Satellites also help us for climate change research. Satellites are often the main decision for rural areas and in moments when phone lines are damaged due to emergencies. And of course recent open opportunity is that satellites can provide in-flight phone communications on airplanes.

A satellite system delivers the connectivity. Now airline passengers can stay in touch during the flight and do not need to break their daily routine. Research has shown that more passengers are using this opportunity for messengers. Of course they also watch TV, use video conference, listen to music and much more.

One of the benefits of using satellites is that we can save money by delivering high-speed cockpit and cabin connectivity by using an air-to-ground system.

Not many satellite communications provider capable of providing such safety voice and data service for airlines. More over, most equipment is rather large enough for installation without complications. (But total lifecycle is long-range, so it means low costs maintenance).

There is another problem in our country. Broadband speed increases with radio frequency spectrum expansion. Ka-band satellites using the Gigahertz frequency spectrum can reach high data rates, but Ku-band is used. It s already overloaded and and can not ensure reliable data link coverage of the whole territory at the capacity levels required.

Satellite networks play an indispensable role in air-ground aeronautical communications.

But the possibility of using the Internet on board of aircraft is not found among the services of every commercial airlines.

Nevertheless, new technical solutions and more compact equipment appear in this area. these projects in the future will be able to provide more free Internet access for passengers. Satellites in space have done much for us so far and, in the future, they will offer much more.

1. https://www.iridium.com/solutions/aviation/commercial-aviation/
2. https://aerospace.honeywell.com/en/learn/about-us/blogs/2019/06/5-ways-satellite-communications-can-benefit-your-business
3. https://algnewsletter.com/aviation/satellite-communications-in-aviation/
4. https://www.ucsusa.org/resources/what-are-satellites-used
5. https://www.space.com/24839-satellites.html

Трудности в работе международных авиасалонов во время пандемии (на основе анализа англоязычных статей)

Павловичев И.А., Гришанова Ю.В.

Научный руководитель — Гойкочеа М.Л.Б.

МАИ, Москва

В настоящее время в связи с распространением короновирусной инфекции (далее — COVID-19) в работе международных авиасалонов и авиавыставок возникает ряд проблем. Целью данного исследования является рассмотрение особенностей работы международных авиасалонов в период пандемии, её влияние на обстановку в мире и возможные способы избежать отмены мероприятий.

В 2020 году организаторы многих выставок технических инноваций, автошоу и авиасалонов приняли решение о переносе мероприятий на следующий год. Во многом это связано с решением правительств государств запретить проведение мероприятий, на которых будет присутствовать большое количество людей — например, как это было в Швейцарии, где организаторы Женевского автосалона отменили выставку после публикации запрета правительства на собрания более одной тысячи человек.

В ходе проведённого исследования были проанализированы решения организаторов таких предстоящих авиасалонов, как «Фарнборо» в Англии, «Ле-Бурже» во Франции и «МАКС» в России, а также правительств данных стран с целью выявления основного перечня проблем, возникших в период пандемии, и дальнейшего поиска возможных решений во избежание отмены или переноса мероприятий.

Результаты исследования показали, что в короткие сроки и без предварительной подготовки возникает много препятствий для изменения формата проводимых мероприятий, вследствие чего организаторами авиасалонов и выставок было принято решение об их переносе на 2021 и 2022 год. Однако уже в ближайшем будущем существует вероятность их проведения в ином виде с соблюдением мер и рекомендаций по профилактике заболеваемости в период пандемии COVID-19 и увеличением потенциальной аудитории.

Особенности перевода терминологии в документах по международному космическому праву

Парабек Е.И., Суетина В.А.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кузнецова А.В.
МАИ, Москва

В наши дни необходимость изучения терминологии бесспорна, так как именно термины являются важнейшей частью науки и связующим звеном среди различных областей знаний. Более того, они способствуют четкому разделению понятий.

Предметом исследования выступают правовые аспекты в космической деятельности и их особенности. Целью исследования является комплексный анализ международного космического права, рассмотрение правового регулирования космической деятельности в России.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что поддержание мирной и безопасной среды имеет значение не только на нашей планете, но и за пределами Земли. Это важно для предотвращения новых угроз человечеству.

Процесс нормообразования в этой отрасли международного права в основном проходит в рамках ООН. В данной сфере, как и в иных отраслях международного права, в большинстве случаев, процесс принятия норм либо предшествует практике, либо протекает единовременно с ней.

В России проводится большое количество исследований, с участием нашей космической инфраструктуры на орбиту запускаются десятки спутников на орбиту. Космонавты многих стран проходят подготовку к полету на территории нашей страны. Говоря о деятельности Российской Федерации в различных международных организациях, стоит отметить членство в Международном союзе электросвязи («МСЭ»), где Россия, безусловно, принимает активное участие. МСЭ является международной межправительственной организацией. Она координирует во всемирном масштабе работу спутников, управляя использованием ресурсов спектра и орбит, обеспечивая передачу телевизионных программ, навигацию с использованием глобальной системы определения местоположения (GPS), морскую и воздушную связь, метеорологическую информацию и др., организуя связь даже в самых далеких уголках нашей планеты. Кроме того, Российская Федерация является членом таких организаций, связанных с регулированием космической деятельности, как: Международная организация космической связи «Интерспутник»; «Роскосмос» и некоторые другие.

Международное космическое право определяет правила поведения, которых должны придерживаться субъекты международного космического права в своих отношениях друг с другом по поводу деятельности в космическом пространстве, а также правила, непосредственно относящиеся к использованию человечеством самого космического пространства. Научно-технический прогресс и вооруженность – два ключевых инструмента сокращения разрыва между правоспособностью и дееспособностью стран в космосе.

Таким образом, знание особенностей перевода терминологии в документах по международному праву чрезвычайно важно, так как для создания прочной базы международного сотрудничества необходимо правовое регулирование международных отношений, возникающих в связи с освоением космоса. Для перевода подобных документов необходимо владеть терминологией космической отрасли.

Список использованных источников:

1. Васьков, С.А. Нормативно-правовое обеспечение космической деятельности [Текст]: моногр. / С.А. Васьков, С.П. Малков. – СПб., 2003
2. Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела. 1967 // СДД СССР. Вып. XXV. С. 41–45.
3. Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах. 1979 // Международное космическое право. М., 1987. С. 52–62.
4. Устав Организации Объединенных Наций, 1945 г.
5. https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2017/stspace/stspace61rev_2_0_html/V1703166-RUSSIAN.pdf

Актуальное состояние мирового аэрокосмического рынка в тематике занятий иностранным языком в МАИ

Петрова Д.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва

Современная аэрокосмическая промышленность является неотъемлемой частью развития международных экономических, политических и социальных отношений.

Актуальность данного исследования состоит в изучении противоречия между уже, кажется, состоявшейся олигополией на глобальном аэрокосмическом рынке, где ведущие мировые компании, обладающие крупными финансовыми и научно-техническими ресурсами, разделили господство, и появлением всё большего числа новых компаний и стартапов, успешно интегрирующихся в аэрокосмическую отрасль, популярность которой дает молодым компаниям потенциал развития.

Целью данной работы является рассмотрение аэрокосмического рынка с точки зрения конкуренции представленных на нем компаний, а также анализа основных составляющих функционирования данной области, таких как: 1) подготовка квалифицированных кадров для проведения исследований и обеспечения коммуникации; 2) проведение космических экспериментов; 3) эффективное использование результатов в решении фундаментальных и прикладных задач. Также одна из важных задач отрасли – популяризация космической науки и инженерии в молодежной среде.

На базе изучения научных работ Ф.А. Кузнецова, Е.В. Суминой автор исследования отмечает, что коммерческая привлекательность присутствия на аэрокосмическом рынке всё больше возрастает. Государства интенсивно вовлекаются в процессы международного сотрудничества, и, как следствие, растет число интернациональных кооперaций, примером которых служат проект «Коспас-Сарсат» или Международная космическая станция. Также появляются и успешно развиваются частные компании (Blue Origin, Interstellar Technologies), создаются научные центры (CNES, ФГУП ЦАГИ, “AVIATEST LTD), чья деятельность ускоряет процессы разработки и внедрения новых технологий в аэрокосмическом кластере.

Предлагаются основные векторы изучения современной ситуации в аэрокосмическом сегменте:

1. характеристика структуры мирового авиастроения в целом;
2. анализ особенностей размещения мирового авиастроения;
3. изучение отношений между мировыми авиастроительными компаниями-лидерами.

Данные процессы способствуют развитию аэрокосмической индустрии, упрощению входа новых участников на рынок: в виде стартапов, в лице стран, присутствие которых ранее было трудно представить на аэрокосмической арене; путём сотрудничества с международными лидерами и благодаря активному финансированию всевозможных инициатив. К примеру, Airbus SE, одна из крупнейших авиастроительных компаний в мире, подписала меморандум о взаимопонимании с малоизвестной на данный момент Green Africa Airways на приобретение 50 самолётов A220-300, что после подтверждения станет одним из крупнейших заказов на самое компактное семейство европейского концерна и позволит Green Africa Airways выйти на мировой уровень и составить конкуренцию Ethiopian Airlines – крупнейшей авиакомпании Африки.

Для точного понимания критериев оценивания и сравнения резидентов мирового аэрокосмического рынка, проведен анализ современных тенденций и автором выделены следующие позиции:

• Активное развитие инженерно-технической составляющей по конструкции планера, бортового электрообрудования, на рынке реактивных двигателей;

• Создание автономных систем;

• Внедрение технологических инноваций (в частности, аддитивные технологии), стремительная цифровизация в материаловедении;

• Повышенное внимание к мониторингу всего жизненного цикла изделия, развитие процессов техобслуживания, ремонта и эксплуатации.

На основании анализа вышеуказанных направлений развития автор сравнивает оптимальность современных идей в данной области.

Особый акцент сделан на тот факт, что энергичное развитие аэрокосмической сферы предполагает активную коммуникацию не только между отдельно взятыми компаниями, но и целыми странами, когда идет активное сравнение 1) конкурентоспособности партиципантов; 2) расширения сфер влияния мировых лидеров; 3) увеличения спектра интересов и предметов изучения.

Очевидно, что международное сотрудничество предполагает под собой активную коммуникацию представителей разных стран, выводя аэрокосмическую лингвистику на новый уровень востребованности, поскольку переговоры, перевод документации, изучение достижений конкурентов являются неотъемлемой составляющей в современной аэрокосмической отрасли.

По результатам исследования делаются следующие выводы:

1. Участие на рынке компаний разного ранга позволит более полно рассмотреть ситуацию на мировой арене, выяснить потенциал развития государственных корпораций и частных компаний в аэрокосмической отрасли.
2. Анализ господства таких стран как США, Россия и Китай, доминирующих в аэрокосмической промышленности сегодня, позволяет точнее определить основные тенденции развития мирового состояния аэрокосмического кластера, что даёт возможность определить основные векторы развития отрасли, обеспечить грамотное целеполагание, выявить сферы, которым сегодня уделяется недостаточно внимания.

Рекомендательная система в социальных сетях с лингвистической фильтрацией друзей (по материалам иностранных источников)

Петросян В.А.
Научный руководитель — к.ф-м.н. Морозов А.Ю.
МАИ, Москва

It is a well-known fact that social network is a part of everyday life. The most popular social network in Russia is, no doubt, VK. It was designed by Pavel Durov. Now it is a part of Mail.ru Group Company. Millions of people especially young ones every day use VK to communicate with friends and colleagues. Milliards of messages every day go through VK servers. Back-end developers have to solve complex tasks every day. Among the most important or often occurred tasks are: How to securely transfer information from one user to another? Where should old messages be stored? In a way, there are some interesting details that got my attention.

Let me bring your attention to my research I have made in this field and overview friend recommendation problem. Friend recommendation system is basis of social network. Obviously, that without friend recommendation system social network will degrade and then disappear.

Sometimes, it is necessary to estimate the probability that two people are friends. Of course, you can just look at the information in their social network profile, but what to do when this information is hidden? For example, in VK, you can hide some friends (they become invisible to others) or simply remove a person from the friends' list, if we are talking about less advanced social networks. Anyhow, there are circumstances that intervene you from gaining the necessary information. To illustrate what I mean I will bring an example. Accidentally you come across someone who is a socially dangerous element, so our solution will help you find their hidden friends, who are also likely to be socially dangerous. Recommendation systems of large companies such as Facebook, VK have access to all account data. We want to make an algorithm that works only on open data.

It is undeniable and no secret that computers have become very powerful so far. First of all, humanity has improved the power of processors by increasing the number of transistors on them. According to Moore's law, the numbers of transistors are doubled every 24 months. Way before

there were so many of them that it brought to a problem of excessive heat generation. In other words making more powerful processors has become unprofitable. It made people come up with the idea of combining computers into computing clusters, distributing the load equally across all the computers. The problem of parallelization has become relevant.

So, for my research project the main part of software complex was written in C++ and Python. Certainly you have to get a big social graph. To do this, we use the VK API. Note that getting the data is not as easy as it seems to be. Some users have powerful privacy settings that prevent the VK API from retrieving data. After that step, it is necessary to transform the data into a large sparse graph and run the Floyd-Warshall algorithm. The execution takes a lot of time, because the asymptotic behavior of the algorithm is V^3 where V is number of vertices in the graph.

The idea of using this software complex has a place to be. In fact, for a single global launch on the server. After that, you can independently recommend friends to all the participants of the graph. The only thing that does not suit us is the running time of the algorithm. Let's parallelize it to solve this problem. MPI technology will help us with this. Using MPI technology, you can solve a computational problem getting the resources of more than one computer. According to Amdahl's law, if we parallelize a task on a cluster consisting of P processors, then at best we can get an increase of no more than P times. Apparently, on several personal computers, you will not perceive the result, but if we are talking about a cluster consisting of at least 50 processors, the result will be noticeable. During my research, I have used a cluster consisting of 48 processors connected by a Gigabit Ethernet cable. The results have shown almost 48-times increase in performance. Indeed, we have come close to the theoretically possible limit of parallelization.

To summarize, what the advantages of my idea are. Firstly, the program finds friends for a large number of people at once. One launch will be enough to recommend new friends to thousands of people. Secondly, the algorithm works in parallel, so if you want, you can always speed it up even more by buying a couple of computers to the cluster. Thirdly, the algorithm works on open data, which makes it much more attractive than other commercial realizations.

Дроны — космические исследования с перспективой на будущее (на основе англоязычных статей)

Пирматова С.В.
Научный руководитель — Абрамова О.В.
МАИ, Москва

Any unmanned aircraft or ship that is controlled remotely is called a drone. Drones have been around us for many years. They can be applied for different purposes and can be rather helpful in many areas. In recent years drones have become extremely popular as they are used in various fields of applications. Drones are really easily controlled and people do not need any driver or radio-controlled pilot license to operate them. Drones are great fun and in all countries people really admire them. The four-propeller autonomously flying quadcopters are called drones. They are fast and flexible. They consume little power and can easily reach remote areas and after all easily get out being on the safe side. The only problem is that they can operate only in the atmosphere where they need to be propelled.

Raven X - the most powerful drone in the world was designed to deliver satellites to space every 3 hours. It is 80 ft. long, 18 ft. tall and it weighs 55,000 lbs. Its wingspan is 60 ft. This massive autonomous drone can be launched from any 1-mile runway. It uses the same jet fuel as an airplane does. Raven X is the only reusable launch vehicle that has been built from the initial stage. In the nearest future it will be reusable up to 95 %. Upon the payload delivery to the low- earth orbit the drone will return back to the earth without any problem land autonomously on a runway and park itself in the hangar.

The JEM Internal Ball Camera also known as Int-Ball is a maneuverable ball camera. It is an experimental, autonomous, self-propelled camera that is deployed in the Japanese module of the International Space Station. In 2017 it was delivered aboard SpaceX CRS-11. The Int-Ball is designed to draw up some photo and video documentation aboard the ISS. It was built by the

Japanese Aerospace Exploration Agency. This camera is controlled and monitored by a team of JAXA ground controllers.

In the station's zero-gravity environment the Int-Ball naturally floats maneuvering freely within the ISS. It weighs 1 kg and it is 15 cm in diameter. An array of 12 small electric fans is located on the ball's outer surface of the camera. This unit shares many similarities with the Earth-based drone with motion control systems and drone cameras as well. Its motion control system can fulfill a rotation at any axis and it is also capable to make any movement in any direction. The outer body of the Int-Ball and its internal elements were produced with the help of 3D printer. The simulated "eyes" situated on the exterior of the ball represent the direction of the "gaze" of the Int-Ball. In fact a single camera is situated in the center of two "eyes".

There is also a research work going on in the field of reconnaissance unmanned vehicles that ultimately may be used for space multi-planetary colonization or space mining as well as path finding and hazard avoidance. There is no gravity aboard the ISS and the engines can operate as properly as they can in regard to the mission. It is possible to consume battery stock to safe the battery life-time. There is no strong noise and it can be considered as a good advantage. The ISS itself is a rather noisy place, but drones along with the engine moderate-mode of operation are estimated as quiet. Drones will not produce any annoying sounds for people at the station. So, it means that there are a lot of perspectives for drones' applications and sophisticated challenges in the nearest future.

References:

1. ISS Utilization: Int-Ball (JEM Internal Ball Camera). URL: https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/iss-int-ball

2. Aevum unveils ravn X, the world's biggest, fully autonomous orbital rocket launching drone. URL: https://www.designboom.com/technology/aevum-ravn-x-drone-12-04-2020/

3. DRONE USES: THE AWESOME BENEFITS OF DRONE TECHNOLOGY. URL: https://www.mydronelab.com/blog/drone-uses.html

4. A dynamic ISS prepares for its future. URL: https://thespacereview.com/article/4061/1

Колонизация Марса (по материалам англоязычных сайтов)

Поливаха М.А.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Волкова Е.Б.

МАИ, Москва

Humanity has begun exploring space since the half of the last century. There have been done a lot of discoveries, just as an example – in 1957 USSR launched the very first artificial satellite into space, in 1961 the first human was sent into space – Yuri Gagarin. In the same year, 1961, USA astronauts landed on the Moon. This list can be continued further, but it is worth mentioning that more than half a century has passed since man landed on the moon, and man has not gone further than a natural satellite of the Earth. Thus, Mars inhabiting is important in a conceptual way – it is definitely a benchmark of progress. However, it is completely unacceptable to believe that this does not have any practical sense.

However, it is unacceptable to believe that Mars inhabiting does not contain any practical sense. Humanity has already obtained a lot of troubles during its activity. Just a couple of them are listed below.

First of all, it is important to keep in mind, that Earth has been serving humanity for many and many years, but the vigorous activity of industrial enterprises and all progress in general cause serious damage to the environment. The ecological situation on the planet is really getting worse year after year, and no prerequisites for improvement in the foreseeable future will come. In this context, the development of new planets is vitally important, since if the rate of environmental pollution increases with the growth of production, then, unfortunately, humanity will inevitably have to explore new planets in search of a new home.

Secondly, the world's population is growing every year, and, according to various forecasts, by 2050 the world's population will reach 9.7 billion people. There are no exact estimates of how

many people our planet is capable of supporting with its resources, but one thing can be said with certainty – the more people there are, the faster the planet's resources will be depleted.

So, humanity has understood its conditions and troubles, that actually are essential and go hand in hand with progress. Therefore, a question about choosing a planet has arisen. Honestly, our civilization has little choice now, because the capabilities of our modern spaceships are limited to flying only to the nearest planets. And here the choice of Mars has a number of weighty arguments. Compared to Mercury and Venus, Mars is the most “friendly” planet for humans.

Taking into account all of the above, SpaceX has announced Mars inhabiting program, according to which in 2050 a city with population about 1 million people will be built on the surface of our “Red neighbour”. Without any doubts the program schedule is rather ambitious, but it will be honest to emphasize some obstacles that we can encounter during the program execution. For example, the cost of development of such a space rocket will amount to tremendous sum of money.

However, humanity still have some kind of development impetus and also resources for it. What is really needed are engineers who can turn the foreseeable future into an everyday reality.

Особенности терминологических словосочетаний в специальных англоязычных текстах авиационно-космической отрасли

Преснова В.Н.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Денисова О.И.
МАИ, Москва

Анализ перевода научно-технического текста, выявляет затруднения, связанные с постоянным обновлением и расширением терминосистемы в авиационно-космической отрасли. Для процесса кодификации новых научно-технических терминов в сфере авиации и космонавтики данный вопрос остается одним из главных. Детальное изучение специальных научно-технических статей авиационной и космической тематики позволяет выявить структурно-сематические особенности данной научной подсистемы.

При наличии многообразных определений понятия «термин», здесь подразумевается непосредственно слово или словосочетание специальной сферы употребления, создаваемое для точного выражения специальных понятий и основанное на дефиниции [Ахманова, 2012, с. 467]. Особенностью назначения термина является его моносемантическое назначение, которое проявляется в четком определении специальных понятий. Англоязычная терминосистема характеризуется значительным количеством терминов в сфере авиации и космонавтики.

В специальных научных текстах употребляются как моно так и многокомпонентные термины, в том числе значительное количество аббревиатур. Аббревиатуры- это образования, состоящие из усеченных компонентов слов, входящих в словосочетание. Денисова О. И. выделяет «аббревиацию как особый способ словообразования в современном английском языке» [Денисова, 2015, с. 81]. В авиационной терминологии выделяются несколько структурных типов, в том числе:

1) Аббревиатуры инициального типа (ASR- Airport Surveillance Radar).

2) Аббревиатуры, состоящие из начальных частей слов, «слоговые» (командир эскадрильи – комэск).

Говоря об авиационной терминологии, можно отметить сходство терминообразования в английском и русском языках. Для примера можем взять английскую аббревиатуру LHA – Local Hour Angle, которая имеет эквивалент в русском языке: МЧУ – местный часовой угол. Можно рассматривать термины основываясь на формальных критериях: семантике, структуре и их функционированию в тексте.

Наличие большого количества терминов является одной из особенностей научно-технического текста. Они направлены на обеспечение четкого обозначения объекта и исключения дополнительных значений. Термины чаще всего образуются от других слов с помощью двух основных способов: собственно лексический и морфологический.

Проанализировав термины, употребляемые в специальных текстах авиационно-космической отрасли можно сделать вывод о том, что они образуются разными способами.

Перфиксальный способ словообразования. Aircraft interchange- обмен воздушными судами между авиакомпаниями. Слово interchange образовано аффиксальным способом от слова change- обмен, с добавлением префикса inter.

Словосложение. Jetway- телетрап (that connects a plane to the terminal). Образовано сложением слов jet- реактивный самолет и way- путь. Термин был придуман с развитием авиационной отрасли и в основном в ней и используется.

Аббревиация. ATC – air traffic control (управление воздушным движением).

Многокомпонентные термины. Tail rotor − рулевой винт. Состоит из слов tail- хвост и rotor- винт. Поскольку именно хвост самолета отвечает за его гидравлику, он и является по своей сути «рулевым».

В результате исследования были выявлены особенности семантики приведенных терминов, которые являются характерными для авиационно-космической терминосистемы в современном английском языке. Также были рассмотрены особенности структуры и терминообразования: лексико-семантический и морфологический. Можно сделать вывод, что, являясь открытой системой терминология авиации и космонавтики достаточно консервативна, поскольку на уровне языка изменения отражены словосложением как однословных, так и многословных терминов.

Особенности современного английского авиационного языка

Пурин В.А.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ–КАИ, Казань

English became an international language in modern aviation. The importance of the English language in this area is so great that the special term "English Aviation Language" was formed. The main document that regulates the use of the language for special purposes in normal flight situations is Chapter 12 of the ICAO Airspace Management document.

The relevance of the article consists in studying Aviation English specificity which makes possible to face the challenge in the current context of the world globalization and variability.

The goal of this research is to disclosure the features of the Aviation English language.

The analysis of incidents related to the "human factor" in the operation of the Controller-Pilot system using the English language has become a serious argument for the International Civil Aviation Organization (ICAO) to classify aviation English as one of the risk factors, along with errors in piloting, aircraft failures, difficult meteorological conditions, etc.

Good command of Aviation English is extremely important because even a small mistake can cause tragic problems. A sad example that has already become a textbook: the controller's command: “Descend two four zero zero feet”, the pilot understood as “descent to four zero zero feet”, and, having dropped to the wrong altitude, led the plane to a collision with the ground [1].

The specificity of Aviation English is as follows:

1) The specifics of terms.

The most important thing for the pilot and the controller is to speak correctly and state their thoughts, without allowing for different interpretations. The instructions provide examples of terms used by radio exchange participants. For instance: “air” is a “gas mixture composing the atmosphere”; “an aircraft” is “any mechanism capable of being held in the atmosphere by any interaction with air, other than the interaction of air with the earth's surface”; “angels” are “echoes caused by physical phenomena invisible to the naked eye, (...) sometimes attributed to insects or birds flying through the radar beam” [3].

2) Limited vocabulary (nearly 400 words).

The document contains the rules for radio exchange (words and sample sentences).The instructions give meaning to how to pronounce certain words, for example, “three” as “TREE” and “nine” as “NINER”, and “25 thousand” as “TOO FIFE TOUSAND”. These modified forms are less

likely to be misheard. When the controller knows that the pilot wants to answer something, he will not say “go ahead”, because it may look like approval in response to a question that he did not hear. Instead, he will say: “Pass your message”.

3) Brevity of conversation and vocabulary forms.

Brevity is paramount because the dispatcher and the pilot talk to each other taking turns.

Clarity of the message and clarity of pronunciation are equally important, since English is often not the native language for both the speaker and the recipient of the message, and the quality of communication is not always ideal. And on the top of it, nobody knows whom he or she is talking with because of lack visual contact. Dispatcher usually addresses to many pilots without seeing them.

4) Abbreviations; for example:

ASDA (Accelerate Stop Distance Available) is an important characteristic of runway

BKN (broken) is a gap (not in an airplane, but in the clouds).[2].

It should be noted that memorizing all aviation terms does not guarantee flight safety. Stress tolerance as well as excellent knowledge of terminology is the main aspects which both sides should possess.

Technical expertise in the aerodynamics, aircraft exploitation, navigation, various equipment, as well as intensive English language studies and command of English in stressful situations is imperative for people who work in aviation, since the cost of error is too high.

References:

1. Gorelikova S.N. The nature of the term and some features of terminology in English// Vestnik OGU. 2002.№6.

2. Tyulenev S.V. The translation theory: training manual.- M.: Gardariki, 2004.

3. [Electronic resource]. – Access mode: http://slovari.yandex.ru/dict/krugosvet/article/0/09/1007732.htm.

An overview of modern speech recognition methods regarding tonal and pitch-accent languages

Радченко Э.Р., Кирсанов Г.Р.
Научный руководитель — Трембач Т.Г.
МАИ, Москва

In the modern world, speech recognition is widely used in search engines, translation software, computer-aided language learning, and even automatic subtitling.

The approach taken to analyzing speech can be sorted into three main groups:

1) Pattern recognition approach, which seems to be the most popular at the moment, utilizes statistical models such as HMMs (Hidden Markov Algorithms).

2) Machine learning approach, in which words taken from a database containing all of their definitions, are transmitted to a neural network. Then, just like a human would, the network adapts to react to all utterances that have the same meaning.

3) Hybrid methods that combine both aforementioned approaches.

All of these, of course, have their downsides but have proven to be successful enough in recent years, that research on them continues to this day. However, aside from usual problems, one might expect when attempting to analyze speech, such as the level of noise in any given environment or the emotion the speaker is trying to portray, with certain types of languages other problems may arise.

Generally speaking, when it comes to speech, most languages fall under one of the three following categories:

1) Stress-accent languages – languages like Russian or English, as well as most other European languages, in which the meaning of a certain word doesn’t change when the stress (which is usually indicated by a subtle rise in volume) is moved from one syllable to another and the comprehension and recognition of that word by listeners are not affected.

2) Pitch-accent languages – the most common example being the Japanese language – languages that utilize pitch (also referred to as “linguistic tone”) instead of volume to indicate a word accent. Moreover, multiple syllables in one word can have a certain pitch, which is usually not the case for stress-accent languages.

3) Fully tonal languages - such as Chinese or Thai, as well as most African languages, – are languages in which the meaning of any given word can change drastically depending on the tone it’s said in. For example, in Chinese, following the five main tones that the language utilizes, the sound “ma” can have five different meanings (ranging from “horse” to “mother”).

One of the problems pertaining to speech recognition in regards to pitch-accent and tonal languages lies in the collection of data.

Whilst the majority of stress-accent languages have large amounts of digital data (such as news reports, university lectures, podcasts, cartoons, etc.) readily available for collection and analysis, most of the pitch-accent and tonal languages are much less common online and, therefore, have significantly lesser amounts of data for algorithms to work with.

Moreover, pitch-accent and tonal languages offer an additional difficulty. The challenge is that the software has to recognize the tone that the speaker is using and respond correctly and accordingly (including situations in which several accents with various pitch-accent patterns exist in one language).

This article gives an overview of some of the methods, such as main vowel tone modeling, used in mitigating those difficulties.

Referenses:

1. Zhang, Shilei & Shi, Qin & Chu, Stephen & Qin, Yong. Main vowel domain tone modeling with lexical and prosodic analysis for Mandarin ASR. 2009. 4561 - 4564.

2. Guglani, Jyoti & Mishra, Achyuta. Automatic speech recognition system with pitch-dependent features for Punjabi language on KALDI toolkit. Applied Acoustics. 2020.

3. Haridas, Arul & Marimuthu, Ramalatha & Sivakumar, Vaazi. A critical review and analysis on techniques of speech recognition: The road ahead. 2018. International Journal of Knowledge-based and Intelligent Engineering Systems. 22. 39-57.

4. Li, Shang-Wen & Wang, Yow-Bang & Sun, Liang-Che & Lee, Lin-Shan. Improved Tonal Language Speech Recognition by Integrating Spectro-Temporal Evidence and Pitch Information with Properly Chosen Tonal Acoustic Units. 2011. 2293-2296.

5. Hennebert, Jean & Hasler, Martin & Dedieu, Hervé. Neural Networks In Speech Recognition. 1994.

Языковая картина мира и её влияние на межкультурное общение (на примере английского и русского языков)

Резвая С.О.

Научный руководитель — Бернацкая М.Т.

МАИ, Москва

Целью данной работы является выявление роли языковой картины мира в межкультурной коммуникации в сфере авиации.

Языковая картина мира имеет важное значение в повседневной жизни людей так как она отражает и передает духовный и материальный опыт, говорящих на том или ином языке, который формируется на основе традиций, обычаев и религии. Межкультурный диалог, в свою очередь, — одна из важнейших составляющих самоидентификации человека [4]. Языковая картина мира – это сведения о мире, это целостный образ мира, отражение в языке представителя конкретного социума различных знаний об окружающей действительности в процессе познавательной деятельности. Наиболее полное представление о мире дает картина мира той или иной страны. Ученые изучают историю благодаря сохранившимся письменным памятникам, которые практически в полной мере могут охарактеризовать людей, живших задолго до 21 века. В. фон Гумбольдт в начале XIX в. отмечал, что отражение всей жизни народа, истории его материальной и духовной культуры в живом

языке народа и «язык есть его дух, и дух народа есть его язык, и трудно представить что-то более тождественное» [2].

Сравнивая английскую и русскую картины мира, мы можем увидеть большую разницу, как и в грамматическом строение языков, так и в синтаксическом, и семантическом. Например, в английском языке предложения имеют чёткий порядок слов (subject-predicate-object-adverbial modifier), так как в Британии всегда процветала торговля с другими странами и для успешного ведения бизнеса английский язык постепенно смешивался с "чужестранцами" и упрощался по форме, в частности, утратил большую часть окончаний. Им на смену пришли предлоги. При этом порядок слов стал важен для согласования слов между собой и предлоги с артиклями стали играть роль "указательных знаков", которые указывали на то, какое слово стоит на данном месте, какой части речи — это слово и как соединить его с предыдущими и последующими словами [3]. В какой-то мере это значительно упрощает изучения английского языка. В этом смысле русский язык намного сложнее, ведь существительное в предложении, как и другие части речи, могут стоять где-угодно, не существует конкретного порядка. Также в русском языке большое количество окончаний, которые изменяются по роду, числу и падежу.

Более того, в английском существует такое понятие как авиационный английский. Грамматика такого языка очень легкая. Нет артиклей, притяжательных и личных местоимений, глаголов-связок. Отсутствует ряд предлогов и вспомогательных глаголов. В 50% случаев глаголы употребляются в повелительном наклонении и страдательном залоге.

“Cleared to land’ — “посадку разрешаю”.

Рассматривая семантику английского и русского языков, мы можем заметить, что довольно часто английское слово и, на первый взгляд, полностью ему эквивалентное русское слово отличаются по объему семантики. Например, в русском языке есть два понятия летчик – тот, кто управляет военными самолетами и пилот – тот, кто управляет самолётами гражданскому авиации. В английском же существует одно слово, которое обозначает оба этих определения – pilot. С одной стороны, это никак не влияет на общение между людьми, ведь если речь идет про военное время, то по контексту можно с легкость догадаться, о чем говорит человек. С другой стороны, при общении с носителем другого языка, например, испанского или того же русского, англоговорящему будет сложнее уловить разницу в значении вышеприведённых понятий.

Если рассматривать ситуацию с обратной стороны, то русскоязычного человека может ввести в заблуждение то, как пилоты выражают информацию о местонахождении других объектов относительно продольной оси воздушного судна. В обычной речи nine o’clock – это определение времени – “девять часов”. В авиационном английском это означает “слева под 90 градусов”.

Подобная разница в семиотике, синтаксисе языков как следствие разницы языковых картин мира не только играет важную роль при изучении английского языка как иностранного (для носителей русского языка), но также может приводить к очень серьёзным недопониманиям в процессе межкультурного общения. Это важно понимать и учиться избегать, в первую очередь, в такой сфере как авиация, в которой любое недопонимание может стать причиной нештатной ситуации и даже катастрофы [1].

Список использованных источников:

1. Брэгг М. Приключения английского языка. — М.: Альпина нон-фикшн, 2018. — 418 с.

2. Дженeнко О.В.,Куликова Е.Ю.,Тинакина В.О. Картина мира - языковая картина мира - этническая картина мира // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. №1-1. С. 285-288.

3. Samokhvalov V. Aviation English: problems and decisions // МОЛОДЕЖЬ. ОБЩЕСТВО. СОВРЕМЕННАЯ НАУКА, ТЕХНИКА И ИННОВАЦИИ. 2017. №16. С. 204-205.

4. Seregina,T., Zubanova,S., Druzhinin,V.,& Shagivaleeva, G. (2019). The Role of Language in Intercultural Communication. Space and Culture. India. №7(3). С. 243-253.

Анализ факторов воздействия авиационной деятельности человека на окружающую среду (на основе анализа англоязычных источников)

Селезнев В.М.
Научный руководитель — Урманова Л.Э.
КНИТУ–КАИ, Казань

Aviation sphere both in the field of civil and military aviation is rapidly developing nowadays. A little more than a century has passed since the creation of the first aircraft by the Wright brothers in 1903, which was essentially an airplane, and this industry has already achieved impressive results. For example, the transition from a propeller to a jet engine provided aircraft designers with tremendous opportunities to develop the power of the planes and, accordingly, their flight speed. But along with this, the number of factors that negatively affect the atmosphere has also increased: these are various emissions of toxic substances into the environment, such as CO2 and NOx. In this regard, much attention is paid to the problem of emission of human aviation activities pollutants into the environment.

Harmful substances that are formed as a result of fuel combustion during the flight have an exceedingly negative impact on human's life: the number of cardiovascular, pulmonary, and gastrointestinal diseases is growing, and cases of cancer continue to increase. It is also important to understand that along with the human beings, the whole flora and fauna around suffers greatly. According to research from authoritative publications, in 20 years, aviation CO2 emissions will increase by 20% and NOx emissions by 15% [1].

To improve the situation in the future, governments of different countries and heads of aviation departments are already taking certain steps.

In the course of the study, scientists from ETH (Swiss Federal Institute of Technology Zurich) came to the conclusion that the best solution would be to exploit aircraft on conventional fossil fuels, but using special technologies to capture CO2 emissions, and then storing this carbon underground (technology CCS). "The necessary technology already exists, and underground storage facilities have been operating for years in the North Sea and elsewhere," says the author of the study, Viola Becattini [2].

"The approach could become a cost-competitive mitigation solution for air travel in case, for example, a carbon tax or a cap-and-trade system were imposed on emissions from fossil jet fuels, or if governments were to provide financial incentives for deploying CCS technologies and achieving climate goals," says ETH professor Mazzotti [2].

At the same time, researchers from the Massachusetts Institute of Technology presented their scientific project, which could reduce NOx emissions in aviation sphere by 95%. Their project is similar to that suggested by the researchers at ETH. It's based on emission control mechanisms similar to ground vehicles, which have long used emission control systems.

At present, under each wing of the aircraft there are jet engines, thanks to which the flight is carried out. So in each engine there is a so-called gas turbine, with the help of which the propeller is set to work, and the exhaust gases come out of the turbine back. In such a case, the use of emission control systems is not possible, as they will greatly affect engine traction.

In the concept proposed by the researchers the aircraft will traditionally receive energy from a gas turbine, which will be located in the aircraft cargo compartment. The gas turbine, which previously served to power the propeller, will now drive the power generator, which in its turn will drive the propeller itself. During the operation of the gas turbine, emissions will enter a purification system that will purify the exhaust gases before they are released into the environment. This scheme is similar to that used in diesel cars.

According to many experts, if such a system were organized on all aircraft in the world, then NOx emissions from aviation would be 95% lower, and as the result the number of associated premature deaths would also decrease by 92% [3].

Thus, the conclusion suggests itself about the need for international cooperation between different countries in the framework of research and development of technologies to eliminate pollutants that have such a negative effect on all life on our planet.

References:
1. Environmental Impact and External Costs Associated with Hub-and-Spoke Network in Air Transport. [Electronic resource] – 2020. – URL: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/465/htm (accessed 27.02.2021)
2. How will we achieve carbon-neutral flight in future? [Electronic resource] – 2021. – URL: https://www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210113100810.htm (accessed 27.02.2021)
3. Concept for a hybrid-electric plane may reduce aviation's air pollution problem. [Electronic resource] – 2021. – URL: https://www.sciencedaily.com/releases/2021/01/210114085407.htm (accessed 27.02.2021)

Авиационный английский язык как объект исследования российских ученых-лингвистов

Сергеева Е.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Зайченко А.А.
МАИ, Реутов

обусловило появление профессионального авиационного языка. Подъязык авиации как комплекс особых языковых средств обеспечивает коммуникацию специалистов данной сферы и используется для обозначения специальных наименований [1].

Обладая совокупностью свойств, характерных для большинства профессиональных подъязыков (функциональность, институциональность, терминологичность, отсутствие художественной выразительности, жанрово-стилистическая ограниченность и пр.), авиационный английский язык имеет свой уникальный набор лингвистических особенностей – стандартизированность, клишированность, частое использование аббревиатур и сокращений, наличие специальных фразеологизмов, широкое употребление средств номинации профессиональных реалий, наличие особого фонетического алфавита, нестандартный синтаксис.

С момента своего появления и на протяжении всего периода формирования и развития авиационный английский язык привлекал внимание отечественных ученых и неоднократно становился объектом лингвистических исследований.

Одной из первых научных работ, в которой исследовалась профессиональная лексика и авиационная терминология английского языка, стала кандидатская диссертация И.В. Арнольд [2].

Исследование Л.Б. Ткачевой было посвящено эволюции английской авиационной терминосистемы, ее формированию и становлению в связи с динамичным развитием авиационной отрасли [3].

Общие и частные закономерности функционирования адъективных форм (имен прилагательных) в текстах авиационной тематики были установлены в работе Л.Г. Орловой [4].

Экстралингвистические причины аббревиации подъязыка авиации и космонавтики нашли свое обоснование в диссертации И.Н. Кубышко [5].

Проблема эффективности общения пилотов международных авиалиний в процессе радиообмена стала предметом рассмотрения диссертационного исследования Н.А. Щетининой [6].

Описание специальной глагольной лексики как средства формирования терминологии авиации в английском и русском языках представлено в работе Н.В. Левандровской [7].

Установлению типологических языковых черт в языковой структуре радиообмена на русском и английском языках посвящен научный труд Т.А. Мальковской [8].

Различные прочие частные аспекты авиационного английского языка нашли освещение в научных статьях О.И. Денисовой [9], М.А. Столбовской [10], И.Э. Коротаевой [11], Е.В. Ковтун [12] и многих других.

Однако, несмотря на значительное количество имеющихся в отечественной науке исследований английского подъязыка авиации, остаются неизученными множественные

вопросы, связанные с определением его места в структуре национального языка, уточнением состава терминологической лексики, выявлением структурно-семантических и жанрово-стилистических характеристик и прочих вопросов.

Список использованных источников:

1. Зайченко А.А. Методика сопреподавания языка и перевода. Пятигорск: Изд-во ПГЛУ, 2006. 271 с.

2. Арнольд И.В. Элементы профессиональной лексики в современном английском языке (на материале авиационной терминологии): Дис. канд. филол. наук. Ленинград. 1948. 148 с.

3. Ткачёва Л.Б. Происхождение и образование авиационных терминов в английском языке: Дис. канд. филол. наук. Омск. 1972. 211 с.

4. Орлова Л.Г. Имя прилагательное в подъязыке научно-популярной статьи (авиационная тематика): Дис. канд. филол. наук. Нижний Новгород, 2005. 169 с.

5. Кубышко И.Н. Структурно-семантические особенности сокращений в космической терминологии английского языка: Дис. канд. филол. наук. Омск, 2006. 169 с.

6. Щетинина Н.А. Коммуникативные особенности англоязычного дискурса радиообмена гражданской авиации: Дис. канд. филол. наук. Тверь. 2013. 213 с.

7. Левандровская Н.В. Глагол как вербально-когнитивное средство формирования лексикосферы военной авиации (на материале английского и русского языков): Дис. канд. филол. наук. Ставрополь. 2010. 216 с.

8. Мальковская Т.А. Англо-русские соответствия в языковой структуре радиообмена в режиме общения пилот-авиадиспетчер: Дис. канд. филол. наук. Пятигорск. 2004. 163 с.

9. Денисова О.И. Особенности формирования и перевода авиационной терминосистемы с английского языка на русский // Вестник московского государственного областного университета. М: МГОУ. 2015. С. 79-83.

10. Столбовская М.А. Семантические группы слов и словосочетаний (на примере авиационного английского языка) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2018. № 10 (88). Ч. 2. С. 356-360.

11. Коротаева И.Э. Классификация ономастических реалий авиационной и космической тематики // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 6 (61). С. 343-346.

12. Ковтун Е.В. Английская авиационная терминосистема: лингвистический и переводоведческий анализ // Язык и социальная динамика. Красноярск: СГАУ. 2013. С. 536-545.

Особенности перевода авиационных терминов с английского языка на русский в научно-исследовательской работе

Серебрянская Д.С.

Научный руководитель — к.т.н. Стрелец Д.Ю.

МГЛУ, Москва

Термин представляет собой единицу общего национального языка и в то же время является принадлежностью специальной, в данной работе научной, языковой подсистемы. Выполняет особую функцию наименования специализированного и профессионального понятия.

При переводе авиационных терминов с английского языка на русский принято использовать русскоязычные эквиваленты, калькирование, транслитерация, экспликация.

Наиболее популярными являются такие способы как подбор эквивалента и полное заимствование.

В таком случае эквивалент подразумевает, что в языке перевода есть слово или словосочетание, которое целиком и полностью соотносится словом или выражением в исходном тексте. Бывают следующие виды эквивалентов:

• Полные эквиваленты (полностью отражают значение иностранного слова);

• Частичные эквиваленты (соотносятся лишь с одним из значений иностранного языка);

Пример: Turbine engines- газотурбинные двигатели

Калькирование — это прием, который применяется для перевода лексических знаков, способом замены морфем или слов их лексическими эквивалентами в языке перевода. Такой способ используется для перевода терминологических единиц, которые, к текущему времени, ещё не окончательно вошли в терминологическую систему определённой научной области и не зафиксированы в специальных источниках

Пример: Dual control – двойное управление

Транслитерация — это точная передача знаков одной письменности знаками другой письменности, при этом каждый знак одной системы письма передаётся соответствующим знаком другой системы письма. Такой способ перевода авиационных терминов является непродуктивным и используется для перевода научных терминов, которые не имеют кодифицированных эквивалентов в русском языке.

Пример: Monitoring – мониторинг – постоянное наблюдение для оценки состояния

Экспликация (описательный перевод) – это лексико-грамматическая трансформация перевода, в ходе которой лексическая единица одного языка заменяется словосочетанием, эксплицирующим его значение, т.е. дающее более или менее полное объяснение или определение данного значения на языке перевода. Использование этого способа позволяет максимально точно передать смысл научного термина.

Пример: Damage tolerant aircraft – летательный аппарат с допускаемой повреждаемостью конструкции

Способы перевода специальной терминологии могут подразделяться на продуктивные и непродуктивные, каждому из них соответствуют структурно-семантические типы лексических терминов и терминологических сочетаний. В настоящий момент это подтверждает общность некоторых процессов перевода в английском и русском языках.

Список использованных источников:

1. Теория перевода (лингвистические аспекты): учебник для студентов институтов и факультетов иностранных языков / В.Н. Комисаров. –Репр. изд. – Москва: Альянс, 2013. - 250, ISBN 978-5-91872-024-0

2. Ковтун Е.В. Английская авиационная терминосистема: лингвистический и переводоведческий анализ. Язык и социальная динамика: специальный выпуск. Красноярск, 2013.

Development of Russian-Chinese operation in Air Industry: Translation problems

Сидорова Ю.Ю.

Научный руководитель — доцент, д.филол.н. Курбакова С.Н.

МАИ, Москва

The current stage in the development of relations between Russia and China is experiencing an unprecedented rise in all industries, including the aircraft industry. At the ceremony on June 8, 2018 when the President of Russia was awarded the Order of Friendship of the People's Republic of China as the first among the heads of foreign states, V. Putin praised the level of the current Russian-Chinese partnership: “We are proud of our common achievements in the political, economic, scientific, cultural spheres. We highly appreciate the level of cooperation achieved in the international arena. And, of course, we are firmly convinced of the success of all our undertakings [1].

In 2017 the cooperation between the Chinese Civil Aviation Corporation (COMAC) and the Russian United Aircraft Corporation (UAC) resulted in the creation of a wide-body passenger aircraft, and the next year a demo CR929 was presented at the Zhuhai exhibition.

According to experts, the world wide-body aircraft market has great prospects. It is believed that up to 779 wide-body airliners will be in operation in mainland China by 2029, and 254 — in Eastern Europe [2]. Russia and China suggest that the CR929 will roll back the duopoly of the two giants - Airbus and Boeing, moreover will compete with the Airbus A330 and Boeing B787, and will target the Chinese market and the Asia-Pacific region as a whole. For today's China, large aircraft, whether narrow-aisle airliners such as the C919 or twin-aisle passenger aircraft such as the C929 / CR929, are essential for autonomous security and control requirements [3].

This joint project is of great importance for both the Russian and Chinese nations. One of the most important aspects ensuring the success of the project is language cooperation, namely, solving the problems of translation in the process of both professional oral communication and documentary support of the project.

For providing high-quality linguistic support of a technical project, it is necessary to consider carefully the approaches to the translation of aviation terms. The interpreter is to find exact semantic equivalents when translating technical documentation, to achieve stylistic accuracy of texts in the target language [4]. The Chinese and Russian languages present particular difficulties in finding equivalents due to big differences in their language systems [5], [6].

Much to the consolation of translators, Chinese technical terms are relatively simple, and this is because, unlike Russian, technical words in Chinese are mostly not directly borrowed, but translated by meaning. For example, the meaning of the word airplane 飞机 (feiji), consists of the characters 飞 - to fly and 机 - a machine (technique), the Chinese version of the word fighter 战斗机 (zhandouji) consists of the characters 战 - to fight, 斗 - to battle, 机 - a machine, a helicopter 直升机 (zhishengji) literally translates as a vertically taking off machine, 机翼 (jī yì) wing, and the fuselage 机身 (jishen) in literal translation will be “the body of the machine”.

Technical Chinese translation is characterized by a large number of terms, complex sentence structure. The logic of presentation is important here, the sequence of transition from one reasoning to another. 龙门焊机每一焊头的 输出电流可分别设定 (Lóngmén hàn jī měi yī hàn tóu de shūchū diànliú kě fēnbié shè dìng) - The output current for each welding head of the gantry welding machine is set independently.

The translator must not replace terms with synonyms, otherwise it may cause misinterpretation. For example, in Chinese there are two variants of the word "rocket": 导弹 (daodan) and 火箭 (huojian). To translate this sentence: 朝鲜 发射 了 一颗 导弹， 美国 很 担心 (cháo xiǎn fā shè le yì kē dǎo dàn, měi guó hěn dān xīn. Translation: North Korea launched a rocket. The USA is very worried about this.) you need to use the word 导弹 (daodan), because 火箭 (huojian) in translation into Russian means a signal flare.

Translation of technical Chinese characters can be designed for two target audiences. First, the general reader. This text will be slightly simplified. And secondly, technical Chinese translation can be highly specialized, intended only for professionals. Such translations will contain a large number of the most complex terms, names, concepts.

In Chinese terminology, there are also mixed words with English-language elements: E- 时代 (shidai) (E abbreviated from English Internet, 时代 - era).

Such a feature as complex definitions consisting of wholes proposals is clearly reflected in the following sentence:

本 发明 的 目的 是 依照 能量 守恒 和 能量 转换 规律， 发明 和 设计 出 一种 利用 高磁能 的 永久 磁 ble 之间 的 异 极 相吸 和 同 极 相斥 所 产生 的 强大 拉力 和 推动力 转换 成 轮轴 扭转 力， 将 磁能 转换 成 机械 能. (Běn fāmíng de mùdì shì ànzhào néngliàng shǒuhéng hé néngliàng zhuǎnhuàn guīlǜ, fāmíng hé shèjì chū yī zhǒng lìyòng gāo cínéng de yǒngí.

Translation: This invention aims to create a practical magnetic motor based on the law of conservation and transformation of energy, the law of conservation of mechanical energy and other laws of physics using the phenomena of attraction of unlike and repulsion of the same poles of permanent magnets of high power, repeated alternately and continuously with the transformation of the forces of attraction and repulsion into a large torque, and the accumulated energy into mechanical energy for external work.

Summing up, we can establish the following: translation of technical texts from the Chinese language is an important work of transferring technical content from one linguistic culture to

another. And also, this is a big responsibility, since the slightest inaccuracy can lead to serious consequences in cooperation, production or, in the operation of equipment.

References:

1. Путин поблагодарил руководство Китая за орден Дружбы. Электронный ресурс: https://www.ria.ru/20180608/1522352426.html. Дата обращения: 14.02.2021.
2. Полончук Р. Лайнер CR929 – шанс для обеих стран. Электронный ресурс: https://www.aviaport.ru/digest/2020/10/27/657039.html. Дата обращения: 15.02.2021.
3. CR929: дальнемагистральные перспективы. Электронный ресурс: https://www.rostec.ru/news/cr929-dalnemagistralnye-perspektivy/. Дата обращения: 17.02.2021.
4. Федоров А. В. Основы общей теории перевода (лингвистические проблемы): Для институтов и факультетов иностр. языков. Учеб. пособие. 5-е изд. СПб.: Филологический факультет СПбГУ; М.: ООО «Издательский Дом ФИЛОЛОГИЯ ТРИ», 2002. 416 с.
5. Кочергин И.В. Основы научно-технического перевода с китайского языка на русский. Учеб. пособие. Изд-во: Восточная книга. 2017. 624 с.
6. Щичко В.Ф. Учебник общего перевода китайского языка. Учеб. пособие. Изд-во: Восточная книга. 1993. 154 с.

Особенности подготовки пилотов к диалогу «земля-воздух»

Слепнева Д.А.
Научный руководитель — Сельвесюк Н.Л.
МАИ, Москва

Актуальность данной темы заключается в необходимости формирования у будущих профессионалов аэрокосмической отрасли знаний английского языка, навыков владения им, знание специального английского языка, предназначенного для общения между пилотами и наземными службами.

Цель работы: рассмотреть особенности коммуникации между пилотами и наземными службами (язык радиообмена).

Радиообмен – это диалогическое общение, дистанционно осуществляемое с помощью технических каналов. Это общение носит информационный и руководящий характер; помимо обмена полетной информацией от диспетчеров исходит дача рекомендаций и указаний, как действовать в различных условиях.

Важно учитывать необходимость специальной подготовки персонала к процессу радиообмена. В связи с важностью и своеобразием языка радиообмена, обучение проводится на специализированных курсах авиационного английского языка, которые предусматривают изучение различной терминологии, грамматики, общего английского языка, радиообмена, сокращений, фразеологии, оборудования, навигации, методологии, планирования полётов, управления воздушным движением и завершающий экзамен. Чтобы определить уровень профессионального владения авиационным английским языком, используется тест RELTA или TELLCAP.

Авиационному английскому обучают в процессе общей подготовки пилотов, однако сейчас существует ряд дополнительных курсов по освоению ИКАО, так как с марта 2011 года в России переговоры на русском языке между "землёй" и "воздухом" запрещены во всех международных аэропортах страны.

Известны случаи крушения технически исправного воздушного судна по причине несовершенства английского языка пилотов и диспетчеров. 27 марта 1977 года Панамериканский 747-121 и KLM 747-206B столкнулись на взлётно -посадочной полосе. Причиной катастрофы считают недопонимание между АТС и пилотами, находившимися на борту самолётов. Погибло 336 человек.

При обучении, как и в процессе практического применения, особое внимание уделяется средствам коммуникации: тон, темп речи, её интенсивность, логическое ударение, паузировка. Чередование выступает единственным способом обмена репликами, а прерывание собеседника с целью смены говорящего в диалоге радиообмена не

предусматривается. Помимо логической и интонационной паузы, обозначающей завершенность высказывания, существуют определённые сигнальные слова или словосочетания смены реплик или конца связи: а) позывной самолета в реплике пилота; б) слова, имеющие в подъязыке радиообмена значение завершения высказывания. В англоязычных диалогах – out; over; break break; в русскоязычных диалогах: конец (связи); в) фразы, имеющие значение передачи слова слушающему, существуют лишь при англоязычной связи.

Документ ИКАО 4444 регламентирует общепринятую фразеологию, характеризующуюся узконаправленным словарным запасом, в котором каждое слово однозначно и относится непосредственно к авиационной отрасли. Употребление широкого диапазона терминов и аббревиатур в языке радиообмена обусловлено тем, что термины — это наиболее информативные единицы текста, фиксирующие весьма значительный объем информации. Другая авиационная лексика представлена, в целом, обычными словами литературного языка без изменения смысла данных слов.

Фонетика авиационного английского отлична от стандарта литературного или разговорного языков. В процессе радиообмена обеспечивается предельная четкость и ясность высказываний, что необходимо, так как некоторые звуки в эфире радиосвязи сбиваются помехами, ряд слов претерпел изменения, например, 1000 - thousand - таузэнд.

Употребление фраз в повелительном наклонении, упразднение вопросительных конструкций в общепринятой форме, отсутствие использования вспомогательных и модальных глаголов при построении предложения (за исключением глаголов able и unable).

Подводя итог, можно отметить, что радиообмен в авиационной отрасли организован для обеспечения краткости и максимальной ясности передаваемых данных. Именно поэтому язык радиообмена не похож на обычный разговорный язык. Упрощение и повышение эффективности процесса коммуникации — это основная цель процесса радиообмена, обеспечивающая важную составляющую безопасного осуществления полета.

Список использованных источников:

Высоцкий В.З. О некоторых особенностях, касающихся речевой информации при радиообмене // Научный вестник МГТУ ГА. 2006, №99. С.94-97.

Логвин А.И., Высоцкий В.З. Влияние качества речевого радиообмена в системах УВД на безопасность полётов // Научный вестник МГТУ ГА. 2006, №99. С.152-154.

Мальковская Т.А. Англо-русские соответствия в языковой структуре радиообмена в режиме общения пилот-авиадиспетчер. 2004. С. 1-18.

Мэтьюз Э. Требования ИКАО к знанию языка: обучение иностранному языку на основе ассоциативного подхода // Проблемы безопасности полётов. 2008, №1. С. 14-15.

Формирование лингвокультуры и профессионального самосознания при обучении переводчиков для аэрокосмической отрасли

Спасскова С.А.

Научный руководитель — Власова С.В.

МАИ, Москва

Сегодня для грамотной работы переводчиков в аэрокосмической области необходимы определенные профессиональные компетенции. [1]

Целью данного исследования является изучение понятий «лингвокультурная компетенциия» и «профессиональное самосознание» для четкого видения будущими переводчиками своей профессиональной принадлежности.

Рассматривается этимология понятий «лингвокультура» и «самосознание в профессии», первое из которых определяется как осведомленность в использовании языка, умение применять соответствующие речевые средства выразительности в различных ситуациях, а второе как профессиональное самосознание переводчика, основа его мировоззрения в профессии. [2]

Анализируются практические аспекты овладения данными компетенциями, которые необходимо систематически развивать, поскольку на лингвокультуру влияют процессы, происходящие в стране и в мире. Как пример обновления словаря специальности показан термин «диджитализация», который раньше мог смутить переводчика, но сегодня специалист уверенно находит эквивалент - «цифровизация».

Необходимо постоянно исследовать языковые тенденции, особенно в сфере аэрокосмических технологий, где постоянно появляются новые термины, незнание которых приведет к потере доверия в профессиональной среде, выпадению из лингвокультурного контекста. [3] И тогда опытный инженер с недоверием смотрит на лингвиста-переводчика, задаваясь вопросами: Понимает ли тот вообще, о чем речь? Правильно ли переводит термины? Если же «технарь» сам на ломаном английском попытается донести свою мысль, будет ли эта межкультурная коммуникация успешной? Здесь понятия «лингвокультурная компетенциия» и «профессиональное самосознание» смыкаются.

Во избежание погрешностей в работе, переводчику необходимо чувство языкового стиля, без окрашивания «технарской» речи в эмоционально-экспрессивные тона, но с пониманием специального сленга: «aluminum cloud» - огромный самолет (например, истребитель-перехватчик F-14, TomCat); «dogfighting» – ближний бой, «blamestorming» – разбор полетов (по аналогии с brainstorming), «coldcat» - дымный «хвост» при запуске палубников с катапульты.

Изучая понятия «лингвокультурная компетенциия» и «профессиональное самосознание», авторы данной работы отмечают, что одна из задач переводчика быть незаметным. И тогда можно сказать, что переводчик работает хорошо, умея донести мысли участников, но не нарушая профессиональную культуру, являющуюся частью профессионального самосознания – представления переводчика о себе как о члене профессионального сообщества, носителе культуры в профессии, определенных норм, правил, традиций. [5]

Важно также развивать интуитивное мышление, знать нормы: этические и этикетные, быть доброжелательным, нравственным, принимать партнеров по общению, вежливо бесконфликтно устанавливать и размыкать речевой контакт, выдерживать речевую паузу.

Особое внимание в аспекте становления профессионального самосознания переводчика уделяется этическому закону неразглашения информации, которая открывается путем перевода. [4]

По результатам исследования сделаны следующие выводы:

1. К переводчику в аэрокосмической отрасли сегодня предъявляются специфические требования профессии: высокий уровень владения языком и культурой языка, знание авиационной и космической терминологии, коммуникабельность, стрессоустойчивость.

2. Развитие лингвокультурной компетенции и профессионального самосознания технического переводчика являются важнейшими составляющими в обеспечении соционормативной коммуникации для общения разных народов и культур на иностранных языках в аэрокосмическом кластере.

3. Знание тонкостей профессиональной этики, соблюдение законов нравственности наряду с владением навыками коммуникации на базе знания терминологии аэрокосмической тематики обеспечивает переводчику профессиональный успех.

Список использованных источников:

1. Бударина А.О. Особенности формирования профессионального опыта будущего лингвиста-переводчика. [Электронный ресурс.] // Вестник российского государственного университета им. И. Канта, 2007, том 2, с. 21-28. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9445417(Дата обращения: 15.01.2021)

2. Гарбовский, Н. К. Теория перевода: учебник и практикум для академического бакалавриата. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 387 с.

3. Литвинова М.Ю. Роль текста в формировании межкультурной компетенции и в повышении познавательной мотивации студентов технических специальностей при

обучении иностранному языку // Интернет-журнал «Мир науки», 2018 №2, https://mir-nauki.com/PDF/71PDMN218.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

4. Московчук Л.С. Традиции и перспективы профессиональной этики переводчика [Электронный ресурс] // Парадигма: философско-культурологический альманах. Номер 28, 2018 г., с.51 – 62. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32748021 (Дата обращения: 28.01.2021)

5. Nazir, Faisal. (2019). The Task of the Translator: Cultural Translation or Cultural Transformation?

Использование машинного зрения для контроля положения робота-манипулятора

Столяренко Д.В.
Научный руководитель — к.п.н. Лопатина О.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

The purpose of the work is to develop a control system for a robotic manipulator using computer vision technology, capable of performing operations with objects without human intervention according to specified characteristics.

In the modern world, the use of image processing for solving various problems of automatic control, regulation and measurement is widespread. In order for industrial robots and other industrial automation systems to interact purposefully with objects and move correctly in the space surrounding production lines, they must be able to see and analyze the environment [1]. This is exactly what computer vision systems can help with. Machine vision involves analyzing visual information for further decision making [2]. This helps you take action on the subject that is in focus.

Historically, machine vision algorithms have been implemented in small numbers in production, as it was very expensive. However, the cost, performance, and energy efficiency factors of new electronic systems have paved the way for widespread adoption of machine vision in a variety of industries. It should be noted that the implementation of such systems is still difficult, but still the process is easier and cheaper than ever before [3].

Machines don't "see" the way humans do. Cameras are not equivalent to the human vision system, since each person can rely on his own guesses and assumptions, and vision systems "see" by studying the resulting image. The images are split into individual pixels, they are pre-processed and the system tries to draw conclusions using the knowledge base or using pattern recognition [3]. Although some algorithms and methods of technical vision have been created to match human visual perception, a large number of methods have been created specifically for processing the resulting images and determining their properties.

During the design process, the main functions and areas of application of technical vision were studied. The analysis of ready-made solutions from world manufacturers of industrial robotics has been carried out. An algorithm for the operation of the control system for a robotic manipulator has been developed. The method of placing cameras has been selected. At the moment, we are developing our own 5-axis robotic arm for testing the system.

As a result, it is expected to create an inexpensive and simple control system using vision methods. This algorithm will be able to find an object in space and interact with it according to a given program.

References:

1. Глазами робота: что такое «машинное зрение». Retrieved May 1, 2018, from website: https://www.popmech.ru/technologies/238704-glazami-robota-chto-takoe-mashinnoe-zrenie/

2. What is Machine Vision?. Retrieved May 1, 2018, from website: https://machinevision.co.uk/machine-vision-products/vision-hardware/

3. Robots: a new kind of manufacturing workforce. Retrieved May 1, 2018, from website: https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/03/robots-anew-kind-of-manufacturing-workforce/7797

Способы передачи безэквивалентной лексики в текстах по космической безопасности

Суетина В.А., Парабек Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кузнецова А.В.
МАИ, Москва

Предметом изучения в данной работе является вопрос смежный по своей структуре с обеспечением космической безопасности- аспекты космической безопасности, ведь эти два понятия неразрывно связаны. Вместе с освоением космоса в 50х годах прошлого столетия данный вопрос стал очень актуальным по целому ряду причин, таких как: возникновение конфликтов, экологические, военные и даже техногенные угрозы, соответственно актуальность этой темы определяется именно вышеперечисленными факторами.

Цель исследования представляет собой рассмотрение, поиск различных путей решения проблемы космической безопасности, а также углубление в их структуру и исходную проблематику.

Методика исследования космической безопасности основывается на системном подходе и анализе, сравнительном правоведении, историческом, социологическом и диалектическом методе познания.

Данное явление — предпосылка военной безопасности, суверенитета и независимости государства, а также устойчивого развития страны (фактор научной, технологической, экономической безопасности). Изначально трансформации системы космических норм в право сопутствовали два параллельных, следующих один из другого, процессов: ядерная гонка и паритет США и СССР.

Сегодня крупные державы рассматривают аэрокосмическую деятельность как способ создания военных технологий и приобретения выгодных стратегических позиций. Второй шанс получают разработки милитаризации околоземного пространства и победы в военных конфликтах при помощи использования целого ряда аэрокосмических систем. Из чего можно сделать вывод, что развитие этих тенденций вполне может составлять в себе угрозу для норм космического права, а также повышать опасность возникновения военных столкновений в ближнем космосе, стагнацией и деградацией системы взаимно гарантированного уничтожения. Двумя основными проблемами, с точки зрения права можно выделить тот факт, что в международном праве отсутствует определение космического пространства, а с другой стороны, серьезную проблему представляют спорные сегменты космического пространства. И таких недочетов и проблем в космической безопасности множество.

В заключении можно отметить, что особенностью изучения этой отрасли права является то, что в связи с ее относительной новизной нам по силам проанализировать всю ее полувековую историю. Таким образом, как и в любая друга сфера, область космической правовой безопасности требует пересмотра основных постулатов, принципов и возможности реализации более новых и эффективных подходов, что, несомненно, является важным правовым аспектом, исследование которого, установило бы более прочные отношения на международной арене.

Список использованных источников:

1. Иншаков С.М. Космическая безопасность: системный анализ // Вопросы безопасности. – 2019.
2. Фененко, А.В. Конкуренция в космосе и меж¬дународная безопасность [Текст] / А.В. Фененко // Международные процессы. – 2008.

3. Павлов А.Л. Военная безопасность и особенности ее осуществления в воздушно-космическом пространстве. Дисс. канд. полит.наук / Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова. Ярославль, 2009. 183 с.
4. http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/2018BlischenkoCongressIVSpace.pdf

The formal semantic complex of risk management tools in airline industry during the Covid-19 pandemic

Сычева М.Д.
Научный руководитель — к.филол.н. Макарова В.А.
МАИ, Москва

The coronavirus pandemic began in December of 2019 and was soon classified as a global-level pandemic. Since then, COVID-19 has gone on to hit many businesses and areas of industry hard, including aviation. The commercial airline sector was hit the hardest, experiencing a decline not seen since the birth of commercial aviation.

This study analyses the new semantical complex of risk management tools used by commercial airlines in times of COVID-19. The objects of the study are the risk response actions that commercial airlines have taken to maintain their financial stability. The subject of this research is the formal semantic complex that appeared as the airlines' business response to Covid-19 environment to determine a common, universally understood base for business communication among market players.

The data for the analysis was taken from the respective websites of several airlines (Austrian Airlines, Lufthansa, Jet Blue, Delta, Aeroflot, S7, etc.) as well as several scientific researches written on the changes that commercial airlines have implemented to stop the spread of the coronavirus and few first-hand accounts from recent travellers.

The results of the analysis lead us to a clear conclusion: many airlines have done all they can under the new coronavirus restrictions trying to maintain their usual mode of operations so as not to lose customers.

The formal semantic complex was set to reflect the measures taken by the airlines to maintain flight operations during the Covid-19 pandemic. The measures can be presented in 2 groups: the stimulation of passenger demand and provision of a safe flying experience. The latter can be subdivided into airport and onboard measures.

Airport measures of the airlines include temperature screening upon entry and boarding, sanitizer dispenser stands, boarding strictly by row or group (automated boarding has also started gaining popularity), limiting the amount of luggage permitted, making online check-in mandatory, requiring passenger location forms and negative COVID-19 PCR or Antigen test results done within the last 72 hours that must be presented upon check-in and boarding.

Onboard measures are comprised of the installation of HEPA filters into air recirculation systems to keep the air as clean and as free of contagion as possible, the restriction of certain rows and middle seats from sale to maintain social distancing procedures, the necessitation of masks of a certain type to be worn onboard at all times, the suspension of duty free shopping and removal of onboard magazines and newspapers to limit contagion, the provision of passengers with antiseptic wet wipes upon boarding and so on. Besides the above, complying with WHO policies, all commercial planes must undergo deep cleaning with copious amounts of disinfectant daily before being permitted to take passengers onboard.

To stimulate the passenger demand, the airlines have offered the following: lowering ticket prices, continuous pricing, ticket flexibility, fast refund options, deals with certain tourism companies, connectivity schemes, compensation packages, etc.

Despite the use of many risk management tools, the commercial airline sector is still experiencing a collapse in passenger demand falling by almost 50% percent in 2020 due to lockdown and rising numbers of COVID cases. The effects of COVID-19 on the sector are presented in stark relief with the number of flights and passengers transported falling by a steep 95% in 2020 when compared to the previous year.

Such a sharp decline in passenger demand, the almost complete halting of business and the new safety measures investments would have almost surely bankrupted more than a few companies in the sector if it had not been for the airline's respective governments financial support. Governments have provided airlines with approximately $ 173 billion in exchange for a level of equity within the business (Russia – ₽23.4 billion, America - $25 billion, Germany - €9 billion, France - €15 billion, etc.).

In conclusion, despite the many risk management tools taken to stay afloat, the commercial aviation sector has been hit hard. The effects of COVID-19 have permanently changed the sector's strategies and priorities.

Список использованных источников:

1. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018. С. 653-654.

2. Best Practices for COVID-19 Market Stimulation [electronic resource] URL: https://www.iata.org/en/pressroom/pr/2020-12-08-02/ (accessed 13.02.2021)

3. COVID-19 and the aviation industry: Impact and policy responses [electronic resource] URL: http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-and-the-aviation-industry-impact-and-policy-responses (accessed 13.02.2021)

Linguistic features of aeronautical discourse

Таджиева Э.Ш.

Научный руководитель — к.филол.н. Макарова В.А.

МАИ, Москва

Nowadays English as a Lingua franca is globally recognized in the aviation environment. Effective communication is crucial to the efficiency of any flight since the safety of the flight depends on correct and complete communication between a sender and a recipient.

The purpose of this research is to study the linguistic features of aeronautical discourse based on the communication between pilots and air traffic controllers in an international context. The object of the study is the aeronautical radiotelephony communication between pilots and air traffic controllers. The subject of the study is the grammatical, lexical and semantical features of aeronautical discourse.

In this paper the aeronautical discourse means specialized status-role communication within the aviation community, namely between pilots and air traffic controllers to ensure safe and efficient flight operation. Emotional component of aeronautical discourse is completely nonexistent, while communication standards are stated in aeronautical communication regulations. Consequently, English communication of pilots and air traffic controllers can be considered as a "standardized code" for the exchange of information, which has the following characteristics at all linguistic levels:

1. non face-to-face communication context;

2. clarity that allows to eliminate some confusion of similar language items by distinguishing one from another;

3. the absence of ambiguity that allows to create an unambiguous utterance using words with only one possible meaning;

4. conciseness that allows to convey a certain message or information through a minimum of linguistic means;

5. simplification resulting in using grammatical, lexical and semantical restrictions and deviations from the Standard English.

The analysis of researches on aviation communication shows that at lexical level aeronautical discourse is characterized by the use of standard phraseology (e.g. negative, confirm, affirmative) and lexical units with direct meaning (jargons or metaphors are forbidden); polysemy avoidance (one lexical item should have one meaning); using the alphabet code to transmit information (e.g.

the letter A as Alpha, the letter N as November); the use of special words and set expressions (e.g. mayday, wilco, squawk). Thus, it may be said that aeronautical discourse can be considered as simplified deviation from Standard English with a limited set of lexical and grammatical linguistic units.

It can be concluded that the most important element of a safe air traffic control system is an accurate, concise, simplified and effective communication between pilots and air traffic controllers. The conducted research shows that the effective communication is achieved with standardized and simplified version of English differing from Standard English at all linguistic levels.

Список использованных источников:

1. Макарова В.А. Время как текстовая категория в научно-технической литературе в области менеджмента, авиации и космонавтики. // Авиация и космонавтика — 2018 Тезисы 17-ой Международной конференции. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Москва, 2018. с. 653-654.

2. Пилипчук М.Л. Языковые девиации в английском авиационном радиотелефонном дискурсе как лингвистическая проблема. // Мир языков: ракурс и перспективы: сборник материалов IX Международной науч.-практ. конференции, Минск, 26 апреля 2018 г.: в 6 ч., Ч. 1 / БГУ. - Минск: БГУ, 2018. С.193-199.

Английский язык как lingua universalis международной авиации

Тараненко Е.И.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Зайченко А.А.
МАИ, Москва

Стремительное развитие авиации в первой половине прошлого столетия сопровождалось расширением географии полетов, увеличением количества международных рейсов, организацией массового регулярного авиасообщения между странами и континентами.

В период становления международного воздушного сообщения нередко возникали проблемы коммуникативного характера, осложнявшие не только процесс оформления билетов и багажа, контроля соблюдения санитарных норм, прохождения таможенных процедур, осуществления наземного технического обслуживания техники, но и процесс общения пилотов и авиадиспетчеров, что снижало безопасность полетов и приводило к авиационным происшествиям и инцидентам.

В годы после Второй мировой войны (1945-1949 гг.) международное авиационное сообщество пришло к осознанию необходимости гармонизации коммуникативного взаимодействия и использования общего языкового инструмента, универсального языка общения, понятного и доступного всем. Таким единым языком (lingua universalis) стал английский язык.

В 1950 году Международная организация гражданской авиации (ИКАО) в целях упорядочивания международного авиасообщения, установления и поддержки международного сотрудничества; обеспечения единообразия правил, стандартов и процедур; повышения безопасности полетов; обеспечения ведения радиотелефонной связи пилотов и авиадиспетчеров; упрощения общения сотрудников авиакомпаний и наземных служб аэропортов рекомендовала странам-участникам при осуществлении международных грузовых и пассажирских авиаперевозок использовать английский язык [1].

В дальнейшем данные рекомендации трансформировались в требования, и в настоящее время английский язык является средством профессионального общения всех участников международного авиасообщения [2].

Так, например, при выполнении международных полетов пилоты и диспетчеры управления воздушным движением должны осуществлять радиообмен на английском языке, а члены летного экипажа обязаны дублировать голосовые сообщения на английский язык.

Перевозочные документы, грузовые накладные, таможенные документы, техническая документация, инструкции по безопасности, сигналы световых табло и навигационные

указатели в салоне и в помещениях аэропортов также должны быть оформлены на английском языке.

Кроме того, английский язык используется в качестве основного рабочего языка (наряду с русским, арабским, испанским, китайским и французским) в таких международных организациях как: Международная организация гражданской авиации, Международная ассоциация воздушного транспорта, Международная федерация ассоциаций линейных пилотов, Международная федерация ассоциаций диспетчеров воздушного движения, Европейская конференция гражданской авиации, Африканская комиссия гражданской авиации, Латиноамериканская комиссия гражданской авиации, Совет гражданской авиации арабских государств, Европейская организация по безопасности воздушной навигации.

Список использованных источников:

1. Annex 10 to the Convention on Civil Aviation. Aeronautical Telecommunications. Volume II. Communication Procedures including those with PANS status. International Civil Aviation Organization. 2001.

2. Руководство по внедрению требований ИКАО к владению языком. Международная организация гражданской авиации. 2010.

Англоязычное описание конструкции импеллера для малых ДПЛА

Трахман Р.А.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Анурова О.М.

МАИ, Москва

Electrification of vehicles is a challenge multiple aerospace engineering teams have taken. They strive to design economically and technically feasible electric propulsion systems for the airplanes. However, electric propulsion systems efficiency is still remarkably lower then of internal combustion systems due to the stored energy density typical for modern batteries. In this paper we also would like to offer our way to improve the efficiency of electric propulsion systems for small UAVs.

The characteristic velocities of such aircrafts are relatively low and thus, they are generally put in motion by propellers. Such solutions are popular due to their high manufacturability and simplicity of designing. But several phenomena make them not the most efficient designs to exist. The introduction of BLDC motors, which show very high power to weight ratio together with small frontal area, and additive manufacturing technologies made it possible for us to design and eventually build a more efficient prototype, which may propel above-mentioned aircrafts: an electric ducted fan (EDF).

Higher efficiency of EDF compared to propellers is mostly determined by almost full constriction of airflow from bottom to the top of the blade over its tip. That is achieved by surrounding the fan with a duct. Apparently, the duct has its own weight, which grows squared times faster than its diameter, and as we are limited in mass, this fact limits the fan-swept area as well. Thus, it can be assumed, that a propeller will outperform an EDF in thrust to weight ratio due to smaller swept area and lower linear velocities during rotation. But this statement it is not true: the absence of forenamed airflow, achieved by ducting the fan, minimizes losses of lift, immanent to low aspect ratio blades, and reduces drag and noise as well. Lower linear speeds are compensated by increasing number of blades, which, in our instance, does not lead to the dramatic increase of the moment of inertia, due to smaller fan wheel radius. What’s more, our calculations have shown that if their planforms are equal, a propeller generates less thrust than an EDF due to frictional and induced drags, which create high torque and so disallow a motor sustain highest number of revolutions per minute.

However, manufacturability is as important as efficiency, and here a propeller sufficiently outperforms a ducted fan. The only demand for a propeller is to be balanced and show its designed strength. For and EDF it is vital to provide geometric tolerances. A fan with multiple blades and a duct are to have the smallest gap possible between them, and so the acceptable linear and circular deviations tend to zero. High precision, though, may be achieved by using modern CNC machines.

Today it is possible to purchase ducted fans of different designs, but our prototype is different from them. We have designed our EDF to work with “Turinghy Aerodrive” D2836/1 motor, with 1100 kv ration, which is revolutions per minute per volt. Further we will show, that it is more efficient to power the motor the way we do: with a 3 cell Li-Po battery and an ESC with maximal continuous current at 40 amperes. The fan itself is 160 millimeters in diameter and has 10 blades. It is different from the existing EDF designs. First of all, we use motor with relatively low kv ratio and batteries with less cells. It limits maximal thrust, but allows an aircraft remain propelled and airborne for much longer, and that is what usually on demand. A multi-cell batterie weight is proportional to the number of cells and their capacity. For instance, many impellers are meant to be used with 6s (s stands for cells) batteries. A 6s batterie is twice as heavy as a 3s with the same capacity. So, without altering the weight of the batterie, we are able to increase the flight time almost by 2 times. A BLDC motor with smaller kv ratio is not only more robust, but also provides higher torque, which allows us to use more blades, designed to provide more lift, but sacrificing drag performance.

As a conclusion we can state that an EDF that we have designed outperforms existing propellers in terms of efficiency, however is apparently heavier and more complicated. For existing impellers, we have shown, that they are usually designed for hobby purposes, rather than for industrial applications.

Способы реализации стратегии информирования в заголовках сетевых новостных текстов аэрокосмической тематики (на материале английского и немецкого языков)

Феоктистова Д.Д.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Трубченинова А.А.
МАИ, Москва

Активное развитие аэрокосмической отрасли обусловило появление медиапространства для освещения актуальных событий и технологических прорывов в этой сфере. Все более востребованы тематические новостные порталы, оперативно обновляющие информацию и использующие новые способы ее организации. Функциональной доминантой новостных текстов является информирование, подразумевающее изменение или корректировку представлений и мнений адресата о мире. Неотъемлемым элементом новостного сообщения является заголовок – графически выделенное название текста, которое фиксирует содержание материала, привлекает внимание читателя и побуждает его обратиться к публикации на следующем уровне сайта.

Цель доклада: рассмотреть характерные языковые способы представления информации в заголовках текстов новостного формата специализированных англоязычных и немецкоязычных сайтов flightglobal.com, aviationworldnews.com, spacenews.com, flugrevue.de, aerokurier.de.

Анализ синтаксической структуры показал преобладание предикативных заголовков - двусоставных предложений, которые представляют собой развернутые высказывания, позволяющие представить событие более подробно. Для выражения недавно произошедших и происходящих событий чаще всего используется настоящее время. Широкое применение эллиптических конструкций объясняется их способностью к компрессии и выдвижению на первый план значимых компонентов высказывания. Как правило, опускаются глагол-связка, вспомогательный глагол, сказуемое, легко восстанавливаемые из контекста. Сжатие информации осуществляется в английских заголовках при помощи использования инфинитива вместо модальной конструкции, а также для выражения будущего времени. Информационная плотность отличает заголовки - сегментированные конструкции, состоящие из двух частей, соединенных двоеточием. Номинативные заголовки или односоставные назывные предложения являются менее продуктивной синтаксической моделью и более распространены в немецких новостных текстах.

Заголовки содержат, как правило, ключевые слова, которые вербализуют наиболее привлекательные для читателя фрагменты информационного потока. Сюда можно отнести названия моделей летательных аппаратов, авиационного оборудования, ведущих производителей, авиакомпаний, международных авиасалонов. Фактическую точность, достоверность придают сообщениям количественные данные, которые передаются не только цифровым способом, но и при помощи лексических средств, например, количественных и порядковых числительных. В немецкоязычных заголовках также выявлены существительные, наречия, глаголы с квантитативным смысловым компонентом. Следует отметить использование в заголовках терминов и терминологических словосочетаний, закрепленных за определенными тематическими областями. В немецких заголовках присутствуют термины — англоязычные заимствования, в том числе и билингвальные образования. Вкрапления англоязычной общеупотребительной лексики формируют контраст на уровне языкового кода и являются дополнительным инструментом привлечения внимания читателя. Стремление к языковой экономии обусловливает насыщенность заголовков аббревиатурами — обозначениями летательных аппаратов, организаций, технических устройств. Метафоры и фразеологизмы-идиомы оптимизируют восприятие заголовка читателем, позволяют емко представить ситуацию на основе образа.

Вывод: выявленные в ходе анализа разнообразные средства языкового оформления заголовков способствуют эффективной реализации стратегии информирования в сетевых новостных текстах аэрокосмической тематики.

Аэротакси как решение транспортных проблем крупных городов и перспективы его развития в современном мире: к вопросу анализа узкоспециализированного языка в сфере новейшего вида транспорта

Хабулиани Т.О.
Научный руководитель — Резникова Л.В.
МАИ, Москва

Предметом изучения статьи является аэротакси как инновационный вид транспорта, перспективы его развития и язык специализированного общения в этой сфере.

Целью данной статьи является исследование и анализ возможностей и перспектив аэротакси как принципиально нового вида воздушного транспорта, изучение новой и специфической лексики в данной сфере.

Актуальность статьи определяется необходимостью исследования вопроса создания нового средства передвижения, способного решить проблему с пробками, уменьшить экологический вред, наносимый общественным транспортом, а также необходимостью исследования новых понятий и лексики, возникающих в данной сфере.

Методологической основой исследования явилось применение ряда научных методов, изучение пособий и материалов о крупных проектах аэротакси и перспективах их внедрения, а также материалов по вопросам лингвистических и терминологических аспектов развития технологий.

Новизна работы заключается в изучении принципиально нового типа воздушного транспорта и инновационных технологий, применяемых крупными компаниями для развития проектов аэротакси, а также исследовании новых понятий и терминов, неизбежно возникающих в новых научно-технических областях.

Теоретическая значимость статьи определяется необходимостью исследования перспектив и необходимости развития данного вида транспорта в парадигме настоящего времени, а также изучением влияния развития технологий и техники на сферу профессиональной коммуникации.

Гипотеза исследования заключается в следующем: в современном мире стремительно развиваются новые направления и технологии, направленные на улучшение качества жизни в крупных городах, борьбу с загрязнением окружающей среды и уменьшение вредных выбросов в атмосферу. Именно этими целями и задачами обусловлено появление и развитие

такого инновационного вида транспорта, как аэротакси. Однако возникновение и развитие новых областей научно-технического прогресса неизбежно связано и с изменением языка профессиональной коммуникации, появляются новые понятия, термины, требующие номинации и изучения.

Считается, что летающие такси были бы особенно полезны в перегруженных городах или в местах, где есть географические ограничения. В связи с малой загруженностью воздушного движения городов и возможностью использовать аэротакси на разных высотах значительно упростит использование транспорта, а также будет способствовать уменьшению пробок и временных затрат на перемещение из одной части города в другую. [Паршикова И.Е. с 297]

В нашем исследовании мы также глубоко затрагиваем экологическую проблему, что особо актуально на данном этапе развития человечества, нами было обнаружено, что при поездках на 100 километров полностью загруженный VTOL создаёт меньше парниковых газов, чем наземные авто со средней загруженностью.

Российский авиапром встраивается в международную тенденцию развития нового транспорта как аэротакси, в связи с этим появляются заимствованные слова в родном языке. Изучая пособия и материалы, посвященные развитию новых технологий и нового вида транспорта, мы обратили внимание на новые термины и названия, присущие новому языку узкопрофильного общения, например, волокоптер, мультикоптер, дрон, конвертоплан и др.

Вопрос развития аэротакси, аспект его внедрения как новейшего вида транспорта в современную среду требует дальнейшего анализа его перспективности как одного из ведущих видов транспорта. Также, наряду с этим ведется исследование новой лексики в этой сфере в целях расширения спектра информации по данной теме.

Список использованных источников:

1. Кучугурый А.В., Юренкова Л.Р. Транспорт будущего. Аэротакси // журнал «Главный механик», М., 2020, с 52-55 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42582824
2. Степанов М.В., Смирнова И.Р. Полностью электрический летательный аппарат // сборник докладов Государственного научно-исследовательского института авиационных систем, М., 2018, с 101 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36741208
3. Паршикова И.Е. Анализ эффективности применения аэротакси в условиях рынка авиаперевозок РФ // материалы конференции «Международная молодежная научная конференция XXII Туполевские чтения (Школа молодых ученых», К., 2015, с 296-297 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24769306
4. Nekrasov A.S., Serbinovskaya A.M. Autonomus Air Taxis. How soon will they arrive? // Сборник статей по материалам IV Международной научной конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов вузов., М., 2018, с 62-65 https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35187473

Анализ математических моделей в исследовании опасности астероидов и возможных решений проблемы (по материалам англоязычных источников)

Хадеев А.Н.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Лопатина О.В.
КНИТУ–КАИ, Казань

The main methods used in the asteroid deployment are lightcurve inversion (LI); images and silhouettes (IS) [1]. And also a new model (NM) of the asteroid [2].

LI. First method is based on the solution of the inverse problem in two forms - convex and non-convex, as well as the solution of the Minkowski problem, which gives quite good stability as a result, taking into account the constraints (for non-convex places the solar phase angle should be several tens of degrees of arc), and to refine the data, one has to use ground truth, the accurate shape models from space-probe data [3]. As a result, it is possible to obtain a convex model with various spots that characterize the change in the geometric albedo.

IS. The asteroid, passing a certain trajectory, obscures the stars, and with the help of adaptive optics from different observation sites, it is possible to reconstruct the complete model along the contour using the images obtained. However, image processing can generate false data after deconvolution or post-processing of raw AO images [1].

This method is difficult in the way of data validation, and the simplest is comparing the best solutions from different setups[1].

Both of these methods are best used together to avoid crude models, and for later use in ways to protect the earth from asteroids and meteorites. For example, in experiments on deflecting an asteroid using the kinetic effect [4].

NM. At the moment, there is another method for modeling asteroids based on Spheral [2], based on experiment [6] - the model was discrete, based on the deformation model of Benz-Asphog and the Weibull distribution. It has great promise. This model can be applied in the DART project [2] when an asteroid is destroyed by a nuclear explosion or using a kinetic catcher [4].

Thus, the basis of modeling of asteroids is lightcurve with adaptive optics and new modeling by T. P. Remington and her scientific group create effective methods to protect Earth from asteroids.

References:

1. Kaasalainen M., Durech J. 2020. Asteroid models from generalised projections: Essential facts for asteroid modellers and geometric inverse problem solvers arXiv e-prints arXiv:2005.09947.

2. Remington, T. P., Owen, J. M.,Nakamura, A. M., Miller, P. L., & BruckSyal, M. (2020). Numerical Simulations of Laboratory-Scale, Hypervelocity-Impact Experiments for Asteroid-Deflection Code Validation.Earth and Space Science, 7, e2018EA000474. URL: https://doi.org/10.1029/2018EA000474Received (Retrieval date: 19.2.2021).

3. Kaasalainen, M. and Durech, J. 2007. Inverse problems of NEO photometry: Imaging the NEO population. In A. Milani, G. B. Valsecchi, and D. Vokrouhlick´y, editors, Near Earth Objects, our Celestial Neighbors: Opportunity and Risk, page 151. Cambridge University Press, Cambridge.

4. Nikolaeva, E. A., Starinova, O.L. 2018. J. Phys.: Conf. Ser. 1096 012153.

5. Nakamura A., Fujiwara A. 1991. Velocity distribution of fragments formed in a simulated collisional disruption. Icarus (92). p. 132-146. URL: https://doi.org/10.1016/0019-1035(91)90040-Z (Retrieval date: 18.02.2021).

Особенности перевода заголовков статей авиационной тематики

Харина А.А.

Научный руководитель — Иванова А.М.

МАИ, Москва

Заголовок в англоязычной прессе представляет собой уникальное явление. Из-за особенностей его не всегда можно понять без знакомства с содержанием статьи. Кроме того, перевод обычно получается перегруженным информацией, так как в оригинале заголовок, как правило, содержит много сведений в сжатом виде и написан фактически «телеграфным языком» [1], поэтому требуется особый подход при переводе. Также необходимо учитывать правила оформления заголовков в культуре ПЯ (ПЯ – переводящий язык)

Для исследования был проведен анализ 500 заголовков статей, представленных на специализированных русскоязычных и англоязычных новостных сайтах, а также статей об авиации из нескольких источников, предназначенных для широкой аудитории. Следует отметить, что в заголовках в изданиях для широкой аудитории чаще присутствовала экспрессия, игра слов. Для заголовков характерны две основные функции: информативная и экспрессивная [2, с. 78]. В специализированных изданиях в основном реализуется первая функция, а в изданиях для широкой аудитории чаще встречаются экспрессивные заголовки.

Англоязычные заголовки могут быть оформлены как полноценные предложения, но чаще они построены по особым правилам. Перечислим выявленные особенности

англоязычных заголовков (в некоторых случаях примеры не приведены, когда указанное явление встретилось в примерах в других пунктах):

1. Как правило, опускается артикль и вспомогательные глаголы. Однако нам встретились заголовки с артиклями (в некоторых случаях они имели особую смысловую нагрузку):

Airbus's January Deliveries Down by a Third

The electric plane leading a revolution

2. С заглавной буквы пишут все слова, кроме сочинительных союзов, коротких предлогов (меньше 5 букв) и артиклей. В некоторых изданиях с заглавной буквы написаны только первое слово и имена собственные.

3. Время Present Simple обычно указывает на недавно совершенное действие и иногда заменяет Present Continuous:

Airbus delivers 21 aircraft in quiet January

HAL nears end of long Su-30MKI production run

4. Будущее время выражается с помощью инфинитива:

Belavia to retire Boeing 737s, eyes 737 MAX

5. Заголовки могут содержать

• Аббревиатуры (в том числе усеченные слова: Failure to use carb heat brings down Piper);

• Имена собственные, в том числе прозвища (Rebuilding the USSR's 'flying tank');

• Разговорную лексику (How flying messes with your mind);

• Изобразительно-выразительные средства языка (The plane that shrank the world; Will Covid-19 kill air travel?; UK aviation 'is in a death spiral,' warns pilots' union).

9. Союз and обычно заменяют запятой:

China, Ukraine in row over An-225 Mriya engine maker Motor Sich

10. Заголовок может быть оформлен в виде риторического вопроса:

The shape of airships to come?

11. Заголовок может быть безглагольным:

Spaceport, airliner, Putin's plane: past ideas for second An-225 Mriya

У рассмотренных русскоязычных заголовков были выявлены следующие особенности:

• Используются все времена;

• Встречаются причастные и деепричастные обороты, придаточные предложения, однородные сказуемые, соединенные союзом и;

• Иногда используется разговорная лексика;

• Заголовок может быть оформлен в виде риторического вопроса:

• Широко используются аббревиатуры и имена собственные, которые в некоторых случаях могут быть оформлены латиницей (иностранные названия)

И в английских, и в русских заголовках широко используются термины.

Как правило, при переводе заголовка переводчик вынужден сокращать полученный вариант либо создавать собственный заголовок на основании содержания статьи и оригинального заголовка (особенно в случае игры слов). Кроме того, для корректного перевода заголовка переводчик должен хорошо знать тему, чтобы правильно передать термины.

А. В. Клименко отмечает, что «[р]усский перевод, сохраняя краткость, должен быть более плавным и ритмичным, как это свойственно и всему русскому газетному стилю в целом». Наше исследование показало, что часто заголовки авиационных статей в специализированных русскоязычных изданиях достаточно длинные, что дает основание прибегать к развернутым конструкциям при переводе.

Список использованных источников:

1. Клименко А.В. Ремесло перевода. Практический курс [Электронный ресурс]. М.: АСТ: Восток – Запад, 2007. 636 с. URL: https://perviydoc.ru/v7755/клименко_а.в._ремесло_перевода (дата обращения: 02.02.2021).

2. Мухортов Д.С. Практика перевода: английский – русский. Учебное пособие по теории и практике перевода. 2-е изд., испр. и доп. М.: Книжный дом «Либроком», 2009. 256 с.

Анализ самостоятельного перевода фильма космической тематики I.M.P.S. (Imperial Military Personnel Stories): Davenport Gateway (Военные истории имперских офицеров: подворотня в Дейвенпорте»)

Цюхова П.И.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Лысенко С.В.
МАИ, Москва

В связи с тем, что сегодня значительная часть кинопродукции на российском рынке представлена иностранными фильмами, качественный перевод кинотекстов становится особенно востребованным. Фильмы переводят в виде субтитров, переводят сценарии, подготавливая синхронные тексты к дубляжу или закадровому озвучиванию иностранной картины.

Существует два основных критерия оценки перевода – это его эквивалентность и адекватность. Художественный перевод вне зависимости от творческих методов переводчика должен полноценно передавать смысл и содержание подлинника, будучи его отражением в иноязычной культурной среде.

«But it is the ship's crew who are its life's blood, without which nothing would be possible».

Перевод: «Но речь идёт об экипаже корабля, о людях, без которых всё это было бы невозможно».

В данном случае замена метафоры «life's blood» эквивалентом «плоть и кровь» невозможна, так как результат выйдет неадекватным и даже глупым. У корабля не может быть крови и плоти, поэтому было решено прибегнуть к приёму лексической замены и заменить метафору стилистически нейтральным словом «люди». Ведь автор оригинального текста данной метафорой подчеркивает важность экипажа, людей управляющих военным кораблём. Таким образом, инвариант, то есть главное содержание текста оригинала, был сохранён в тексте перевода, и перевод можно считать адекватным.

«Roger that command, 82-57 out. In large crowds like this, trouble can come from anywhere anytime. You never know what to expect with some of these "things"... The last hours on the job can be the worst. Tired and ready for a break, sloppiness loses lives. That's we must take on our last mission just like any other. It isn't easy restoring order...»

Перевод: «Подтверждаю приказ. 82-57, конец связи. В такой толпе беда может прийти неоткуда в любое время. Никогда не знаешь, что на уме у этих существ… Последние рабочие часы могут быть самыми худшими. Ты уже устал и думаешь об отдыхе, но нам некогда лясы точить. Мы должны выполнить нашу последнюю миссию как любую другую. Восстанавливать порядок — занятие не для слабаков...»

Слово «Roger» в фонетическом алфавите означает букву «R», в свою очередь обозначающую слово «received», то есть «сообщение было получено». Фонетический алфавит часто использовался в эпоху Второй Мировой Войны, когда радиопередачи получили широкое распространение. Для предотвращения потери информации от помех силами ВВС США и Британии был разработан набор специальных слов и имен, которые обозначали первые буквы кодовых слов. С течением времени фонетический алфавит изменился, но традиция говорить «Роджер» осталась.

В данном отрывке были применены как лексические, так и грамматические трансформации. Многозначное слово «things» было переведено как «существа» с помощью приёма конкретизация, который подразумевает выбор слова в языке перевода с более узким значением, чем слово исходного языка. Слово «some» (некоторых) было опущено, для достижения адекватного перевода был применён приём опущения. Сокращение реплики в тексте перевода также объясняется задачей перевода и спецификой перевода кинотекстов. Сценарий был переведён для подготовки субтитров. Жертвование некоторыми элементами текста обусловлено разной ритмикой русского и английского языков. Если фразу перевести более дословно, она получится слишком длинной, не впишется во временные ограничения и не попадет под артикуляцию персонажа, актёр не успеет её сказать прежде, чем диалог продолжится.

Отдельную сложность для переводчика представляет перевод аббревиатур. Например, вымышленная модель истребителя «TIE-Fighter». В тематических текстах можно встретить два варианта перевода «TIE-Истребитель», то есть частичный перевод слова, так как аббревиатура переведена с помощью транслитерации, и «СИД-Истребитель». «СИД» является переводом аббревиатуры «TIE», достигнутым с помощью расшифровки значения: Twin Ion Engine – Сдвоенный Ионный Двигатель. Оба варианта перевода считаются адекватными.

В работе над переводом сценария данной картины были применены экстралингвистические знания в области перевода кино и военной терминологии. Работая с текстом, переводчик сталкивается с лексическими единицами, которым может быть затруднительно подобрать соответствие в языке перевода. И, будучи не осведомлённым, переводчик рискует допустить грубую смысловую ошибку, что подчеркивает важность экстралингвистических знаний в переводе.

Перевод кинотекста считается более свободным и вольным по сравнению с переводом художественного произведения. Отступления от текста оригинала обусловлены спецификой перевода кино.

Таким образом, перевод в кино представляет собой специфический вид художественного перевода, осуществление которого требует от переводчика, помимо глубокого знания исходящего и переводящего языков, умения извлекать смысл оригинального сообщения и создавать его эквивалент на языке перевода с сохранением общей тональности кинотекста.

Особенности технических сокращений в сфере авиации

Чаусянская А.И.
Научный руководитель — профессор, к.филол.н. Фомушкина О.В.
МАИ, Москва

Рассматривая литературу научно-технической направленности, возможно выделить следующие наиболее характерные языковые особенности, присущие текстам данного стиля: сухость и лаконичность изложения, логичность, информативность, существование специфической узкоспециализированной лексики, а также широкое употребление сокращений и терминов. Очевидно, что характерное стремление к передаче максимального объема информации с использованием минимального количества языковых средств приводит к стремлению сжимать информацию такими способами, как использование терминов и сокращений. К тенденции сжатия информации приводит и существенное количество труднопроизносимых, длинных терминов.

Целью работы является выделение основных особенностей сокращений в текстах научно-технической направленности в сфере авиации.

Актуальность исследования обоснована возрастающей частотой употребления сокращений в авиационной отрасли, вследствие чего изучение особенностей их использования необходимо в качестве методических материалов для лингвистов и переводчиков, а также для практического использования в ходе процесса перевода технической литературы.

Сокращением обычно называют некую единицу письменной речи, состоящую из более сложных исходных единиц. Сокращения способны выполнять разные синтаксические функции в предложении, а также оформляются морфологически по правилам грамматики английского языка. В роли исходных единиц могут выступать отдельные слова и словосочетания. Важным условием является то, что подвергнуть сокращению возможно только знаменательные слова, что исключает возможность сокращения местоимений, числительных, междометий и служебных слов. Среди словосочетаний сокращению подвергают исключительно номинативные.

Среди многообразия классификаций возможно выделить общепринятое разделение сокращений на графические и лексические. К графическим относят сокращениям,

применяемые исключительно в письменном виде и не имеющие особой звуковой формы. Графические сокращения образовывают с обязательным сохранением первой буквы исходной единицы, часто с использованием средств графического оформления. Например, «w/ — with — с». Лексические сокращения имеют как графическую, так и звуковую форму, а также несут в себе смысловую нагрузку. Например, «solid — solid propellant — твердое ракетное топливо».

Сокращения имеют целый ряд фонетических, орфографических и грамматических особенностей. Среди грамматических особенностей можно выделить высокую вариативность основных грамматических категорий в случае с лексическими сокращениями, а также наличие некоторых нюансов при употреблении сокращений в предложении. Стоит выделить орфографическую неустойчивость сокращений. Затрагивая фонетические особенности сокращений, необходимо упомянуть передачу в письменном виде фонетической структуры сокращений, а также многовариантность произношения.

Список использованных источников:

1. Борисов В.В. Аббревиация и акронимия. Военные и научно-технические сокращения в иностранных языках. Под редакцией профессора Швейцера А.Д. М.: «Военное издательство министерства обороны СССР», 1972.

Футбол как рыночный сегмент и целесообразность ведения бизнеса для авиакомпаний (на основе анализа материалов англоязычных источников)

Чекомазов В.Г.

Научный руководитель — Трембач Т.Г.

МАИ, Москва

Nowadays it is difficult to imagine our world without airlines. In the context of the coronavirus these companies are still needed, even on a smaller scale. In the long term the public status of airlines will be restored and the old order of air traffic will reborn.

Undoubtedly, the cash flow of airlines has always been great. In the face of constant globalization, the growth of international cooperation and the development of innovative technologies, the market entity of airlines is developing and will continue to undergo certain changes. The structure of monetary transactions, relationships with representatives of other market entities will also change. In connection with this case, it is unavoidable that these circumstances also affect the sports sector, where the role of airlines today is quite noticeable. In this industry airlines provide both logistics and sponsorship services, which is extremely important for team sports. For example, in football many teams conclude a contract with airlines in order to carry out flights from one city to another. It is also not uncommon for airlines to sponsor football clubs. In response to these actions their logotype is emblazoned on the athletes' equipment.

This article discusses the features of the functioning of airlines in the field of sports, in particular, in football. The problem is to identify the feasibility of their activities to finance football clubs. The relevance of the work lies in the fact that money and marketing issues are a complex process in which the complex of inner details is not so clear.

The author analyzes different ways of the process of identifying the feasibility of conducting economic activities of airlines, including:

- Cash flow analysis of the world's leading airlines;
- Analysis of the football sector from the sponsorship and logistics points of view;
- Analysis of the details of the relationship between the sports and aviation sectors;
- Identification of positive and negative aspects of these economic relations;
- Prospects for the development of economic relations between airlines and football clubs.

Each of these approaches has its own aspects and nuances, depending on the specific sports team, airline and the economic situation of the country.

In conclusion, it is important to determine that the role of airlines is still very significant. They interact economically with many market sectors, and the sports sector is not the exception.

References:
1. Football Economics and Policy - S. Szymanski, 2010.
2. Футболономика - Купер С., Шимански С., 2011.
3. The Budget Airlines Football Guide: A Guide to Do it Yourself Football Weekend - Stuart Fuller. first edition, 2006.
4. Учебник для институтов физической культуры. Под ред. Полишкиса М.С., Выжгина В.А. — М.: Физкультура, образование и наука, 1999.

Английский язык для инженерных специальностей в МАИ на примере темы «Сверхпроводимость при высоких температурах»

Черников Д.С.
Научный руководитель — ст. преподаватель Шинкарева А.И.
МАИ, Москва

In order to create a foreign language speaking environment in MAI in the framework of teaching future engineers we have developed the current project. Our aims were to study specific terminology, to develop professionally oriented skills of reading scientific literature and speaking.

The possibilities of practical use of HTSP materials remain promising for microelectronics, medicine, and efficient energy production, storage, and transmission systems. However, the main factor preventing the full implementation of superconductors in the production of equipment is the temperature at which the material passes into the superconducting state. For example, for mercury, the transition to the sp state is occurs at a critical temperature of 4 K (the temperature of liquid helium). For copper oxide-based ceramics, the transition takes place at a much higher temperature of 125K, which is still insanely low. This problem has forced scientists to look for a new type of superconductors that passes to a SC state at higher temperatures.

In August 2018, two groups of physicists saw signs of superconductivity of lanthanum hydride LaH10 at a temperature 250 kelvin and a pressure 1.7 million atmospheres. These values are slightly lower than the predictions. Unfortunately, the scientists did not have time to make more detailed measurements at that time. Basically, physicists saw only a sharp drop in the resistance of the sample, which accompanies cooling below the critical temperature. Now, a group of researchers led by Mikhail Eremets returned to the measurements of obtained samples and confirmed other characteristic effects accompanying the superconducting phase-the isotopic effect and the Meissner effect. In addition, scientists have established the crystal structure of a record-breaking superconductor.

To confirm the Meissner effect, we need to measure the magnetization of the sample and show that the magnetic field lines are completely displaced from it. Unfortunately, such a measurement is not possible for the obtained hydride samples: their diameter does not exceed twenty micrometers, and the magnetization cannot be detected even by the most accurate SQUID magnetometer. Moreover, the sample must be placed in a diamond anvil that compresses it to the desired pressure. However, the superconducting nature of this effect can also be determined by the dependence of the critical temperature on the strength of the external magnetic field: a sufficiently strong magnetic field penetrates into the material and destroys the superconducting phase. In various experiments, physicists observed a sharp drop in the resistance of the sample not only at 250 kelvin, but also at lower temperatures. Therefore, scientists have suggested that their method of synthesizing lanthanum hydride can form not one, but several compounds with different crystal lattices. To test this hypothesis, the scientists performed an X-ray diffraction analysis. In other words, the scientists X-rayed the samples and measured the position of the diffraction peaks at different orientations of the crystal, and then restored its crystal structure from them. As expected, the scientists found several phases of lanthanum hydride. In this case, the phase with the maximum critical temperature was met by a cubic face-centred lattice with the Fm3m group. To confirm the isotopic effect, the researchers observed hydrogen atoms in the crystal lattice of lanthanum hydride with deuterium atoms. More precisely, the scientists re-synthesized the compounds in the deuterium atmosphere, and then selected samples with a suitable crystal lattice among them. Finally, the researchers

measured the critical temperature of the resulting LaD 10 superconductors. This temperature was approximately 180 kelvins, which is consistent with the isotopic effect, which states that the critical temperature of a superconductor is inversely proportional to the root of the mass of the isotope it consists of.

Thus, the team of scientists confirmed that lanthanum hydride LaH10 demonstrated several properties of a superconductor at once. Physicists note that their work confirms theories that predict high-temperature superconductivity and the crystal structure of the compound. Therefore, the researchers believe that in the future it will help to find real room temperature superconductors.

It must be noted that alongside with specific research we developed language skills.

Лексические и морфологические особенности спецтерминологии во франкоязычных текстах по теме «Применение сплавов с памятью формы в термомеханических соединениях трубопроводов»

Черникова Т.А.
Научный руководитель — доцент, Ременникова И.А.
МАИ, Москва

Working with technical literature on a foreign language without a huge vocabulary or involvement of multilingual technical specialists makes the determination of the text content tough but knowing the rules of word formation and terms studied at the university, one can easily cope with the task. To write a term paper " Application of shape memory alloys in thermomechanical joints of pipelines ", I looked through a large amount of technical literature in French, having previously compiled a vocabulary on the chosen topic. While reading a large amount of textual material, the compiled vocabulary helped me to analyze the terminology by lexical and morphological characteristics, based on the meaning of the word root. As a rule, these used to be verbs, nouns or adjectives.

In the first instance it required to get acquainted with the Russian terminology for a better understanding of the foreign text. Opening the text for the first time, one selects the keywords and add them into the terminological vocabulary:

1. La plasticité – plasticity
2. La charge – load
3. Le soudage – welding
4. La restauration – restoration
5. La compression – compression
6. La réversibilité – reversibility
7. reproduire – reproduce
8. La tension – tension
9. La deformation – deformation
10. L’ irréversible – irreversible
11. La résistance – resistance
12. désunir – separate
13. L’ existence - existence
14. Le déchargement – discharge

After compiling a terminological vocabulary, one can easily form adjectives, nouns, verbs, adverbs, etc. One can also get words with the meaning of incomplete action, repetitive action, or reverse action. In this work I want to analyze such a way of word formation as affixation i.e. suffixation and prefixation.

We shall consider the affixes which were met more often than others and helped in translation without dictionary while searching for term paper topic texts. These suffixes and prefixes are actively involved in the formation of new lexical units. Word formation occurs by adding both suffixes and prefixes to the stem.

Suffixes: –age, –tion.

• The suffix –age added to a verb helps to form new nouns with a meaning of a condition, an action or its results: passer (pass) – le passage (passway), souder (weld) – le soudage (welding), etc.

• The suffixes –ation, –tion, –ion: deformer (deform) - la deformation (deformation), restaurer - la restauration (restoration), etc.

• The suffix –té: forms a noun based on an adjective and reflects a quality or a property, for instance, plastique (plastic)– la plasticité (plasticity), élastique (elastic) – l'élasticité (elasticity), etc.

Prefixes: –re, –dés,

• The prefix –re (–ré) means repetition, restoration, action enhancement: faire (make) – refaire (remake), produire (produce) – reproduire (reproduce), etc.

• The prefixes –dés, –dis, –di mean separation, neglection or opposite to the meaning of the word root: unir (unite) – désunir (separate), continu (continuous) – discontinu (discontinuous), etc.

• The prefixes–co, com, con mean jointness (simultaneity): l'existence (existence) – la coexistence (co-existence), la pression (press) - la compression (compression), etc.

On the basis of all the above-stated I want to conclude that thanks to the study of French grammar and morphology the knowledge of word formation rules allows to understand and work with authentic French texts on the specialty without the necessity of using special literature and involvement of other experts.

References:

1. Осцука К., Симидзу К., Зудзуки Ю. Сплавы с эффектом памяти формы / Под ред. Х.Фунакубо. Пер.японск. – М.: Металлургия, 1990. 224 с.

2. Шишкин С.В., Махутов Н.А. Расчёт и проектирование силовых конструкций на сплавах с эффектом памяти формы. М.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. 412 с.

3. Лихачев В. А., Кузьмин С.Л., Каменцева З.П. Эффект памяти формы. Л.: ЛГУ, 1987. 216 с.

4. PATOOR, E., BERVEILLER M. Technologies des alliages a memoire de forme - Hermes, 1994. 288 p.

«Ложные друзья переводчика» в технических текстах аэрокосмической тематики

Чернышев А.М.

Научный руководитель — Власова С.В.

МАИ, Москва

Сегодня наблюдается активная глобализация аэрокосмической отрасли и рост взаимозависимости мировых экономик, культур в аспекте трансграничной торговли, потоков технологий, инвестиций, обмена информацией в области авиации и космонавтики, что оказывает огромное влияние на формирование нового словаря в аэрокосмической сфере, повышая спрос на услуги переводчика для аэрокосмических специальностей.

Переводоведение в аэрокосмическом кластере включает в себя многоплановую работу с инструкциями по применению оборудования, переводы сертификатов соответствия, справочной литературы, патентов, документов по охране труда и технике безопасности, обеспечение переговоров, а иногда и перевод отраслевого жаргона. Любые языковые ошибки или отсутствие у переводчика инженерной информации могут привести к дорогостоящим судебным искам, к необходимости повторного перевода документации. Следовательно, у компаний возникает необходимость привлекать к работе высококвалифицированных переводчиков текстов аэрокосмической тематики. [1, 2]

Рассматривая проблемы, препятствующие эффективному переводу технических текстов аэрокосмической тематики, автор данного исследования особенно выделяет лексическую интерференцию, межъязыковые омонимы – лингвистическое явление, известное как «ложные друзья переводчика», представленное парами слов в двух разных языках, которые при этимологическом сходстве отличаются полностью или частично по смыслу. [3]

Так, например, при переводе текстов с английского языка на русский, можно столкнуться с похожими, на первый взгляд, русскими и английскими словами, которые имеют совершенно разные значения (то есть полностью отличаются денотативным значением). Они могут описывать как одну и ту же вещь, так и разные сущности – в зависимости от контекста. Также «ложные друзья переводчика» могут номинировать одинаковые процессы или явления, но при этом отличаться стилистически, с точки зрения оценки или экспрессивности (то есть могут отличаться коннотацией). [4]

В работе показаны «ложные друзья переводчика» технической направленности, незнание которых ведет к ошибкам. К примеру, «application» – приложение, а не аппликация; «article» – изделие, а не артикль; vertical gyroscope – авиагоризонт, а не вертикальный гироскоп, «commercial» – промышленный, а не коммерческий; «data» – данные, информация, а не дата; «aircraft number» - количество летательных аппаратов, а не их номер; «detail» – узел изделия, а не деталь; «(to) monitor» – отслеживать, а не монитор; «pilot» – опытный, вспомогательный, а не пилот; «vertical stabilizer» - киль, а не вертикальный стабилизатор; «probe» – зонд, щуп, а не проба; «protection» – защита, предохранение, а не протекция; «resin» – смола, а не резина. [1,5]

«Ложные друзья» ведут к ошибкам и при использовании адаптированных аэрокосмический текстов. Лингвисту требуется базовая инженерная подготовка для поиска верных переводческих соответствий, понимания контекста.

Омонимы легко вводят в заблуждение. Чтобы избежать этого, при переводе текстов аэрокосмической тематики необходимо знать термины специальности, и, при необходимости, использовать словари (как между языками, так и толковые). [5]

Выводы

1. Современный переводчик аэрокосмических текстов – это конкурентоспособный профессионал, владеющий современным словарем специальности.

2. Для успешного перевода технического текста необходимо различать термины по их принадлежности к частям речи, по значению и структуре, произношению и написанию, избегая прямого перевода «ложных друзей переводчика».

3. «Ложные друзья переводчика» в аэрокосмических текстах могут быть представлены омонимами, терминами с различной коннотацией, лексемами с денотативным значением.

4. При работе с терминами важно не переносить общеупотребительное значение лексемы на иностранный язык, где возможно другое значение в терминологической сфере, даже если перевод совпадает по произношению, написанию и значению.

Список использованных источников:

1. Климзо Б.И. Ремесло технического переводчика. 2-е изд. М.: Р.Валент, 2006. 508 с. С. 14-20.

2. Коняева Л.А. О некоторых трудностях научно-технического перевода. [Электронный ресурс] // Перевод и сопоставительная лингвистика. 2015. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-trudnostyah-nauchno-tehnicheskogo-perevoda (Дата обращения: 16.01.2021)

3. Кучуркина Е.В. Проблема межъязыкового явления «Ложные друзья переводчиков». [Электронный ресурс] // Образование. Карьера. Общество. 2017. №3 (54). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problema-mezhyazykovogo-yavleniya-lozhnye-druzya-perevodchikov (Дата обращения: 24.01.2021)

4. Chamizo, Pedro. (2012). Semantics and pragmatics of false friends. 1-186. 10.4324/9780203941775.

5. Makayev, Khanif & Takhtarova, Svetlana & Gulkanyan, Mery & Kuznetsova, Ilvira & Kazymova, Tatiana. (2020). The urgency of considering “false friends of a translator” for construction specialists. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 890. 012205. 10.1088/1757-899X/890/1/012205.

Профессиональная коммуникация на иностранном языке для аэрокосмической области

Черняева П.В.
Научный руководитель — Власова С.В.
МАИ, Москва

Глобализация мира меняет подходы к профессиональному взаимодействию в аэрокосмической отрасли, модернизируя взаимовлияние родственных понятий «коммуникация» и «общение».

Актуальность данной работы показана необходимостью изучения деятельностной сферы в профессии, когда взаимный обмен информацией является первоочередным двигателем совместной работы и где аэрокосмическая отрасль, инновационная на международном уровне, требует сотрудничества стран.

Целью данной работы является рассмотрение особенностей и перспектив профессиональной коммуникации в современной аэрокосмической области.

В работе выдвигается гипотеза о необходимости осознания принципиальной важности грамотного профессионального общения всех участников аэрокосмической отрасли, работающих для общего дела по разным специальностям.

Автор данного исследования, анализируя профессиональное общение на базе научных трудов В.В Бибихина, Ю.М. Лотмана, И.И. Докучаева, считает коммуникацию в профессии многоплановым процессом речевой, интеллектуальной и психической деятельности человека, направленной на установление и развитие контактов.

Важнейшей составляющей профессиональной деятельности является готовность специалиста интегрироваться в коммуникацию, результативность которой определяется

1) успешностью взаимодействия коллег;

2) направленностью на организацию и оптимизацию деятельности;

3) обеспечением продуктивного сотрудничества, улучшением партнёрских отношений.

В данном исследовании анализируются труды Ю.И. Мирошникова, показывающего общение «процессом со-бытия людей», сопричастных субъектов, что позволяет автору данной работы рассматривать коммуникацию как совокупность вербальных и невербальных операций, ведущих к обмену профессиональной информацией на межличностном уровне, когда психологические и духовно-нравственные качества каждого составляют общий процесс познания. [3]

Автор данной работы выделяет следующие проблемы профессионального общения в аэрокосмической отрасли:

1) Взаимодействие специалистов разных специальностей, задействованных в едином производственном процессе (инженеры, конструкторы, IT-специалисты, пилоты, механики, переводчики и др.)

2) Переоценка продуктивности прежних навыков коммуникации для общения в новых условиях.

Решение указанных проблем возможно при комплексном рассмотрении современных запросов общества:

1) Изучение научных открытий в области стремления личности находиться в контакте с себе подобными (аффилиация).

2) Внедрение инноваций в процесс познания личности для профессионального общения.

3) Изучение актуальных способов снятия межличностного напряжения в профессиональной среде на различных уровнях общения: фактическом, информационном, личностном.

Для анализа особенностей профессионального общения изучены труды Т. В. Науменко, где коммуникация показана многопланово и как связь между объектами; аналог общения; аналог воздействия. Рассмотрены формы коммуникативного действия: подражание, диалог (как форма взаимодействия равноправных субъектов коммуникации в передаче традиций и обычаев), управление (как форма воздействия субъекта на объект).[1]

Анализируются требования к профессиональному общению в аэрокосмической области на примере кооперации двух профессий: инженера и переводчика. В общении представителей этих специальностей необходим обмен конкретными данными в определенном формате, когда общение находится на информационном уровне, а коммуникация принимает форму диалога.

Переводчик должен знать аэрокосмическую терминологию, корректно перенаправить информацию, понимая законы словообразования и грамматики, правила терминологизации общего лексикона, прямых заимствований из других языков, калькирования иноязычных терминов. [2]

В данной работе показаны примеры аэрокосмических терминов, в частности, наличие буквенных сокращений (ULD, unitloaddevice – средство пакетирования груза; TWY taxiwaym – точка взлета), использование терминов-предлогов (check-in — регистрация на борт, pilot-in-command — командир воздушного судна).

Сделаны следующие выводы:

1. Необходимо понимать суть понятий «общение» и «коммуникация», не являющимися синонимами, но не существующими друг без друга.

2. Успешная профессиональная коммуникация представителей различных аэрокосмических специальностей невозможна без понимания языковых звконов и овладения навыками коммуникации.

Список использованных источников:

1. Комиссаров В.Н. «Теория перевода» (лингвистические аспекты): Учеб. для ин-тов и фак. иностр. яз. - М.: Высш. шк., 1990

2. Коротаева И.Э. Информационно-коммуникативная составляющая в программах обучения иностранному языку в нелингвистическом вузе. [Электронный ресурс] // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68-2. С. 174-177. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=44379940

3. Todaro, Julie. (2019). COMMUNITY & COLLABORATION: The Community Partnerships Toolkit. College & Research Libraries News. 61. 905-908. 10.5860/crln.61.10.905.

Обсуждение на занятиях английского языка возможностей терапии тяжелой сердечной недостаточности с помощью вспомогательных левожелудочковых устройств по материалам зарубежной литературы

Черняева С.А., Антипушина Е.С.

Научный руководитель — Олифиренко С.М.

МАИ, Москва

According to American researchers, astronauts have a similar risk of death from chronic diseases compared to employees engaged in non-space activities. In Russia, in 2013, a survey of cosmonaut pilots who completed their flight activities was conducted, this program was called "Longevity". It was found that astronauts who have completed flight activities develop cardiovascular diseases, and in older age groups (mainly in the group from 61 to 74 years and from 75 to 90 years) ischemic heart disease was detected, which occurs with the formation of heart failure.

For patients who, due to various reasons, have developed severe heart failure that requires heart transplantation, there are new possibilities of therapy – the method of mechanical support of blood circulation with the help of auxiliary left ventricular devices (LVAD).

Such devices prolong the life of patients with severe cardiovascular diseases and improve their quality of life. In modern surgery, minimally invasive manipulations are most relevant, because they provide better tolerability for the patient. Minimally invasive surgical intervention – an intervention in which the patient is inflicted minimal damage due to the use of a small incision. Accordingly, the "side effects" (metabolic, physiological and psychological) of such exposure are significantly reduced.

This type of surgical intervention includes LVAD implantation. Among its main advantages are: 1) a short period of hospital stay (1-3 days); 2) no preventive administration of antibacterial drugs; 3) a low level of pain intensity in the postoperative period; 4) a short period of rehabilitation; 5) no need for bandages and special therapy after surgery since there are no postoperative sutures.

Despite a fairly large list of advantages, improvements to existing LVAD models are already planned. Further reduction of the pump size (creation of more miniature models), improvement of hemocompatibility and transdermal nutrition seem promising for improving the outcomes of surgery and survival after LVAD implantation.

References:

1. Dogan G., Hanke J.S., Deniz E., Merzah A., Li T., Mariani S., Haverich A., Schmitto J.D. The future of cardiac surgery: minimally invasive VAD implantations. Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2020; 8 (3): 17-20. DOI: https://doi.org/10.33029/2308-1198-2020-8-3-17-20.

2. Zakharov S.Yu., Rudenko E.A., Novikova O.N., Baranov M.V. Cardiovascular diseases in cosmonaut pilots after the completion of a flying career. Meditsina ekstremal'nykh situatsiy (Medicine of Extreme Situations, Russian journal) 2020; 22(2): 193-198. (In Russian)

3. Hamm P.B. et al. Risk of cancer mortality among the Longitudinal Study of Astronaut Health (LSAH) par¬ticipants. Aviation, space, and environmental medicine. 1998; 69 (2): 142-4.

4. Hamm P.B. et al. Design and current status of the lon¬gitudinal study of astronaut health. Aviation, space, and environmental medicine. 2000; 71 (6): 564-70.

Особенности перевода технических терминов по теме: «Воздушный старт ракет, проблемы и перспективы»

Широков А.И.

Научный руководитель — Власова С.В.

МАИ, Москва

Технология запуска космического аппарата с самолета — «воздушный старт» — приобретает сегодня особое значение в контексте растущего международного интереса к данному вопросу. В этом аспекте впервые проведенный компанией Virgin Orbit успешный воздушный старт двухступенчатой ракеты LauncherOne с борта модифицированного лайнера Boeing 747 «Cosmic girl» в конце января 2021 снова привлек внимание ведущих мировых ученых. Аппарат LauncherOne вывел на околоземную орбиту полезную нагрузку в 500 кг, и это далеко не первый пример успешного старта ракеты с воздушного носителя с начала 90-ых годов прошлого века. [1]

Актуальность данной темы: анализ перспектив воздушного старта ракет с точки зрения экономики, технологии и политики.

Гипотеза исследования: потенциал экономически выгодного применения проекта позволит вывести проблему на современный уровень.

Изучив различные научные источники, автор исследования определяют воздушный старт как способ запуска ракет (или самолетов) с высоты нескольких километров, куда их доставляет самолет – носитель, и где на определенной высоте носитель совершает кратковременный скачок с большим углом атаки, в течение которого идет отстыковка запускаемого аппарата, который далее совершает независимый полет на своих двигателях. [2]

Значимым примером успешности разработки технологии воздушного старта является российский проект МАКС (Многоцелевая Авиационная Космическая Система), где аппаратом-носителем является известный сверхтяжелый самолет Ан-225 «Мрия», который перевозил на своем фюзеляже советский аналог шаттла «Буран».

Анализируются результаты разработок отечественного проекта «Воздушный старт», предусматривающего пуск ракеты-носителя со спутниками на борту с высоты 10-11 км с воздушной стартовой платформы. Особенно отмечается коммерческая составляющая данного предприятия, когда частным лицом у Министерства обороны РФ был выкуплен тяжелый транспортный самолет Ан-124 «Руслан» и переоборудован в несущий аппарат.

Включение негосударственных компаний или частных лиц в подобные проекты демонстрирует перспективность идеи.[3]

Акцентируя внимание на технической стороне вопроса, рассматривается следующий факт: самолетом-носителем у самой успешной в этой области компании, Virgin Orbit, является обычный Jumbo jet (Boeing 747), который отличается от серийной машины лишь измененной электроникой и наличием большого красного пилона под левой консолью крыла. Сама же ракета LauncherOne по габаритам полностью помещается в обычный транспортник (на примере С-17 или Ил – 76). Приведенные факты доказывают, что данная система может осуществлять стартовать с любой площадки - как с космодрома, так и из Домодедово.

Обсуждение темы воздушного старта после успешного запуска от Virgin Orbit идет повсеместно, и основной язык для подобных дискуссий – английский. Необходимо изучение иноязычной терминологии уже в вузе, что приведет к улучшению навыков технического перевода, поможет в будущем становлении выпускников в инженерной профессии, позволит рационально обсуждать имеющиеся научные проблемы с коллегами из разных стран на английском языке. [4]

По данной теме исследования автором выделяются основные термины: air start (воздушный старт), double-deck wide-body aircraft (двухпалубный широкофюзеляжный самолет), cost-effectiveness (экономическая эффективность), liquid jet engine (жидкостный реактивный двигатель).

По результатам исследования делаются следующие выводы:

1) Данный вид запуска изучается достаточно давно, имея определенные наработки и научный опыт.

2) Воздушный старт имеет ряд преимуществ перед традиционным стартом с пусковой платформы (в частности, отсутствие такого ограничивающего фактора, как погода).

3) Исследованиями по данной теме занимаются компании всего мира, следовательно, необходимо владение английским языком для профессионального общения.

Список использованных источников:

1. Skyships [Электронный ресурс] // Видеохостинг YouTube, доступ свободный, заголовок с экрана. URL:[https://www.youtube.com/watch?v=PY1STfshz-U&t=675s] (Дата обращения 01.02.2020)

2. Николай Хижняк. «Первый успешный старт Virgin Orbit» [Электронный ресурс] // платформа «Новости Hardware». Доступ свободный, заголовок с экрана. URL:[https://3dnews.ru/1030298/kompaniya-virgin-orbit-provela-perviy-uspeshniy-kosmicheskiy-zapusk-s-borta-boeing-747] (Дата обращения: 11.02.2021)

3. Сергей Птичкин. «Воздушный старт, как изобрели новый способ запуска ракет с самолетов» [Электронный ресурс] / платформа «Русское оружие». Доступ свободный, заголовок с экрана. URL: [https://rg.ru/2020/06/06/vozdushnyj-start-kak-izobretali-novyj-sposob-zapuska-raket-s-samoletov.html] (Дата обращения 20.12.2020) 4. Анурова О.М., Зудилова Е.Н. Некоторые особенности перевода авиационно-технических терминов ЛСГ "швартовка и буксировка воздушного судна" с английского языка на русский. [Электронный ресурс] // Вестник Московского государственного областного университета, 2019. № 2. С. 70-80. (Дата обращения: 11.02.2021)

The Aviation English language of radio exchange as artificial language

Шушакова М.М.

Научный руководитель — Картушина Н.В.

МАИ, Москва

Language is the basis of human communication. Due to it, we form our thoughts and express them. This means that language is an essential part of our life and the main means of communication.

The significance of this article is explained by the development of aviation engineering and technologies which requires the appropriate evolution of a foreign language.

The language is generally divided into two types – natural and artificial. The natural one is a language that has developed historically, serves for communication between people and is not created intentionally. Whereas the artificial language is a language that is created intentionally for a specific purpose. Phonetics, grammar, and vocabulary are developed in a special way to achieve the goals of creating the language. Thus, the main difference between artificial and natural languages is its purposefulness and the area of operation. Regarding the English language, at present it is the language of business and industry. This means that English is an integral part of communication in a modern world, particularly in the aviation industry.

The aim of this article is to analyze the artificial origin of the Aviation English language of radio communication.

First of all, we note the area of operation and the special features of this language. The Aviation English language is used in aviation area. Accordingly, it must meet the requirements of the industry such as special terminological system, different sentence structure in order to describe a situation fast and understandably. A modification in the pronunciation of some sounds also exists.

The Aviation English language has features that indicate its artificiality. These issues were investigated in the works of authors: Korotaeva I.E., Chuksina O.V., Smirnova, E.I., Selvesuk N.L. Firstly, the Aviation English language has its own alphabet, which consists not of letters but of words. This is done in order to convey the necessary information accurately, to avoid confusion due to the similarity of the sounds of some letters, especially in presence of noise and other communication interference. Thus, the phonetics of the Aviation English language of radio exchange has significant differences in comparison with the generally accepted rules of the English language.

As for the grammar, there is a noticeable simplification. Thus, it lacks articles, possessive pronouns and linking verbs, as well as a number of auxiliary verbs and prepositions. And it often happens when the verb is used in the imperative mood and passive voice.

Regarding the vocabulary of the aviation language, there is also its own particularity. A special terminology is used in Aviation English. It's called the phraseology of radio exchange. All the rules are aimed at reducing the length of the report and improving the reliability of information transmission, taking into account the existence of a large amount of noise during radio communication.

The conducted analysis showed that the Aviation English language has its own specifics and differs from the standard well-known English. These differences refer to such areas of linguistics as phonetics, spelling, grammar and vocabulary (a significant part of which is represented by abbreviations). And such features are explained by the challenge that this language should achieve. Based on this, we can conclude that the Aviation English language of radio exchange is truly artificial.

References:

1. Коротаева И.Э. Роль и место учебного пособия "Английская грамматика в авиационном контексте" в обучении английскому языку студентов МАИ: Сборник докладов конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.П. Мишина. / И.Э. Коротаева, О.В. Чуксина. – М.: Издательство Перо, 2017. – С. 56-64.

2. 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). / А.К. Каллиопин. – 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.

3. Денисова О.И. Aviation English: modern technologies: учебное пособие / О.И.Денисова, И.Э. Коротаева, Л.А. Рогожина – ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 2016. – 76 с.

4. Лысенко С.В. Деятельностное представление авиационного английского языка: статья в сборнике трудов конференции. / С.В. Лысенко, Г. Тейлор. – М.: Издательство: ООО «Градиент», 2015. – С. 236-241.

5. Смирнова Е.И. Язык радиообмена: особенности коммуникации в авиации: статья в сборнике статей. / Е.И. Смирнова, Н.Л. Сельвесюк. – М.: Издательство «Перо», 2017. – С. 150-162.

Химия на страницах англоязычных образовательных ресурсов

Щепанова Е.С.
Научный руководитель — Коротун В.Л.
МАИ, Москва

Исследование данной темы было вызвано обстоятельством повсеместного распространения вирусной инфекции в 2020 году, что привело к необходимости активного использования дистанционных технологий обучения с использованием современных средств информатизации. Таким образом, дистанционные технологии обучения заняли важное место на всех ступенях образования и в основу информатизации процесса профессионального образования легли теоретические работы И.С. Казакова, А.И. Каптерева, Г.И.Кириловой, Н.В. Кротовой и др. Одним из профильных предметов, изучаемых студентами Института общеинженерной подготовки МАИ, является химия.

Постижение основ химии требует наличия абстрактного мышления, тренированной памяти, хорошо оборудованной лаборатории. Видео уроки образовательных ресурсов по изучению физических и химических свойств редких, дорогостоящих и опасных элементов помогают расширить знания при отсутствии возможности посетить лабораторию. Современные программы компьютерного моделирования помогают развить абстрактное мышление.

Благодаря современным дистанционным технологиям преподаватели и студенты имеют доступ не только к образовательным сайтам с изложением материала на родном языке, но и к англоязычным ресурсам. Программа ChemOffice позволяет создавать и редактировать химические структуры, визуализировать химические соединения. Десятинедельный курс лекций по химии представляет для свободного доступа UCI (University of California). На страницах сайта Royal Society of Chemistry можно изучать материалы для любого уровня химической подготовки. Глубокие знания химии помогают создавать новые материалы, в которых нуждается авиакосмическая отрасль.

Используя англоязычные образовательные ресурсы, студенты не только приобретают профессиональные знания в области химии, но и языковые навыки: усваивают терминологию на английском языке, специфические грамматические конструкции, совершенствуют навык аудирования. Это помогает подготовке к выступлению с докладами на международных конференциях. Научная коммуникация помогает ориентироваться в тенденциях создания легких и прочных авиационных материалов.

English language review of pulse detonation engine feasibility

Юматов М.Р., Хусаинов Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Анурова О.М.
МАИ, Москва

The pulse detonation engine (PDE) works on combustion of fuel and mixture oxidizer which happens by supersonic detonation. The prefix “pulse” makes sense because after passing detonation wave, engine needs fuel injection.

PDE has many advantages. Firstly, it’s the reduction of the total aircraft weight due to the absence of a compressor. Secondly, it’s reducing fuel consumption and increasing thrust. Thirdly, it’s achieving a speed of up to five Mach. The above advantages can make the PDE a promising aircraft engine in the near future.

Pulse detonation engines are already being designed in the world. For instance, such companies as Boeing, Pratt & Whitney and General Electric have announced the designing of the PDE.

But Russia is also getting with the program. “Energomash” tested detonation engine technologies for the first time.

Also, the Lulki development design office developed and tested a pulsating resonator detonation engine. During the tests of this engine, the specific thrust and specific fuel consumption indicators were 50 percent better than simple jet engines.

But that engine has also some drawbacks. One of the main drawbacks of the pulse detonation engine is the unavailability of most modern materials used in aviation to withstand high stress loads and temperatures.

However, this problem can be solved. Recent research and articles state that additive technologies can create parts for an engine quickly and cost-effectively that will operate extreme conditions. Research by scientists from Baranov Central Institute of Aviation Motor Development shows that with the help of additive technologies, it is possible to cool the combustion chamber better than modern alloys can afford.

In such a way, we can see a full pulse detonation engine on rockets and aircraft within 10 years. If the virtues that scientists and engineers write about are real, then we will be witnessing a new era of air engines.

Specific Features of Language Training of Modern Pilots

Юркова А., Степанов А.
Научный руководитель — д.филол.н., профессор Курбакова С.Н.
МАИ, Москва

Today English is widely used in many scientific and technical fields and it is one of the main means of professional communication. The purpose of this research is to study the challenges in using the English language that pilots face during the flight and conducting *Pilot-Controller* radio communication, as well as to analyze the need for intensifying language training of flight crew [1].

Over the years we can observe the rapid pace of development of the aviation industry. The technical literature in this field is fraught with special terms that require a clear definition in a target language during translation [4], [6]. Needless to say, that any mistake in interpretation of a term may cause fatal consequences, i.e. during flight pilots negotiate with the controller in English by using special speech models and technical terms. In the course of *Pilot-Controller* radio communications pilots should be taught to avoid misunderstanding of the controller's command on the one hand, and to be able to explain the situation clearly on the other [3], [5]. In fact, special attention in language training is devoted to the studies of aviation terms and so called professional slang. In aviation there are a lot of risk factors that must be minimized by providing overwhelming training of a pilot, including language training. Pilots must acquire sufficient knowledge and develop adequate skills in comprehending and articulating flight commands in English during international flights [2], [4].

Thus, incompetence of a flight crew in the knowledge of the special foreign terminology can lead to plane crashes with a large number of victims. Therefore, pilots need to know not only general English, but also its professional aspects such as grammatical structures and terminology. Pilots should pass not a General English exam, but also an English for Special Purposes exam. The appropriate high-quality language training for flight crew is provided at the Moscow Aviation Institute (MAI) and other aviation training centers. The MAI experience in this field deserves accolade and further research.

References:

1. Воронянская Е.Л., Кузнецова О.М. «Фразеология радиообмена на английском языке при выполнении международных полетов». Учебное пособие. Ульяновск: УВАУ ГА (И). 2010. 202 с.

2. Казачкова М.Б. Профессиональный язык как отражение профессиональной культуры (на материале русского и английского вариантов профессионального языка авиации.

Электронный ресурс: URL https://www.dissercat.com/content/professionalnyi-yazyk-kak-otrazhenie-professionalnoi-kultury-na-materiale-russkogo-i-angliis. Дата обращения: 14 февраля 2021 г.

3. Курбакова С.Н. Актуальные проблемы оптимизации лингводидактики. В сб.: Культурно-языковое взаимодействие в процессе преподавания дисциплин культурологического и лингвистического циклов в современном полиэтничном вузе. Москва, 2013. С.152-158.

4. Шлямова А.А. Специфика профессионально-ориентированной подготовки в авиационном вузе. Электронный ресурс: URL https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-professionalno-orientirovannoy-yazykovoy-podgotovki-v-aviatsionnom-vuze/viewer. Дата обращения: 12.02.2021.

5. Черняева Е.А. Проблема языкового барьера при действиях летного и диспетчерского состава в стрессовых ситуациях. Электронный ресурс: URL https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-yazykovogo-bariera-pri-deystviyah-letnogo-i-dispetcherskogo-sostava-v-stressovyh-situatsiyah/viewer. Дата обращения: 12.02.2021.

6. Kurbakova S., Ptchelko-Tolstova E., Badelina M. Second Language Learning: New Challenges of Applied Linguistics. В сб.:4th INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AND ARTS SGEM2017. Conference proceedings, 2017. С. 511-520.

Особенности употребления аэрокосмической терминологии в художественных произведениях (на примере романов А. Хейли «Аэропорт» и Р. Баха «Биплан»)

Яроцкий А.И., Андреева М.И.

Научный руководитель — доцент, к.п.н. Рыбакова Л.В.

МАИ, Москва

Предметом данного исследования является терминологическая (техническая)лексика в рамках художественных произведений (конкретно авиационная терминологическая лексика).

Объект исследования: функционирование терминологической лексики в рамках художественных произведений технического и образовательного характера.

Цель работы: путем изучения, рассмотрения и сопоставления материалов таких художественных произведений, как «Аэропорт» А. Хейли и «Биплан» Р. Баха проследить за использованием терминологической лексики в качестве дополнительного средства художественной выразительности и провести анализ семантико-стилистических причин, из-за которых появляются выразительные эффекты при использовании терминологии.

Достижение поставленной цели характеризуется в выполнении следующих задач:

На основе изученного материала (художественные произведения с использованием авиационной терминологии) отобрать информацию для исследования.

2. Провести классификацию материала по различным признакам и категориям, выяснить выразительные особенности терминов с помощью анализа их функционирования в различных художественных произведениях.

3. Доступно объяснить на базе исследования особенности употребления авиационной терминологии для студентов технических вузов, углубленно изучающих английский язык и его технические составляющие.

Задачи решались следующими методами, наиболее, на наш взгляд, функциональными для исследования:

1. Изучение и анализ литературы

2. Обобщение полученной информации

3. Синтез

Классифицируя полученные после прочтения произведений термины по структуре, мы можем выделить их характерные черты на структурном уровне

Всего в романе «Аэропорт» насчитывается около 110-120 слов-терминов, включая их вариации, аббревиатуры и т.д, что подчеркивает желание автора рассказать читателю как можно более простым языком не для точного описания устройства самолета и аэрокосмической отрасли, а для большего погружения в среду романа – среду авиации.

– непроизводные термины: aft, auger, course, descent, engine, jet, lever, loop, grader, splint, suit, terminal, throttle, to dive, и т.д;

– производные термины: amplifier, buffering, custodian, decompression, fuselage, disembark, hemostat, maneuvering, navigator. Relapse, stabilizer, turbulence и т.д;

– аббревиатуры: ARINC (Aeronautical Radio INC), ATC (Air Traffic Control), GP (General Practitioner) и т.д;

– а также сложные термины: airfield, bulkhead, altimeter, gyrocompass, radarscope, hypertension, leeway, runway, turbofan, propjet и т.д.

Произведение «Биплан также наполнено всеми видами вышеупомянутых терминов, например:

– непроизводные и производные термины rib, hangar, frame, aileron, axle, amperage, starter, hose, goggles, fitting, compressor, splinter, dope, cabin, lever и др;

– сложные термины, например biplane, cowling, wingspan, windscreen, sideslip, tailwheel, hemisphere, single-engine, multi-engine, crosswind, oscilloscope, windsock, idle-cutoff, tachometer и др.

– аббревиатуры prop, v-one, v-two, и т.д

В произведении «Биплан» всего около 80 терминов, из которых наиболее часто используются сложные термины, что подчеркивает желание автора во всех подробностях рассказать о функционировании механизма воздушного транспорта.

Второй тип терминов, словосочетания, активно используется в обоих произведениях. Конечно, в романе «Биплан» степень использования данных терминов более значительна.

В романах используются несколько видов данных терминов

– свободные термины-словосочетания, например aircraft skin, airport insurance, airport perimeter, electronic gear, engine failure, hangar area, tower cab, radio failure, dual radio, engine runup, strut of wood, runaway light, get airliner и др;

– устойчивые термины словосочетания air inlet, alarm buzzer, compressor vane, control yoke, distress signal, flight log, wing tank, engine cylinder, fuel valve, to power back, elevator trim, inertia starter и многое другое.

В романе «Аэропорт» данные словосочетания в большинстве своем используются в процессе радиообмена, в то время как в «Биплане» все это относится к техническим составляющим самолета, еще раз доказывая любовь автора к его самолету.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что использование авиационной терминологии в исследуемых нами художественных произведениях привносит в них уникальный, непередаваемый колорит, помогает погрузиться в реалистичную атмосферу, которую задумал автор произведения, помогает лучше понять сюжет и максимально раскрыть как персонажей, так и их взаимоотношения в личной и профессиональной средах, позволяет произведению стать намного более неповторимым и уникальным.

Секция №9.6 Связи с общественностью и реклама в аэрокосмической отрасли

Коммуникативные стратегии авиационных компаний в условиях эпидемии коронавирусной инфекции

Алексеев С.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Рекламная и PR-деятельность авиационных предприятий в социальных сетях за последнее десятилетие стала новым отраслевым трендом в коммуникациях с широкой аудиторией. Практически каждая крупная авиакомпания сегодня имеет аккаунты в социальных сетях, которые выступают в роли площадок для донесения корпоративных ценностей, популяризации своих услуг, а также сбора обратной связи.

Деятельность по продвижению компании в социальных сетях и новых медиа получила название SMM - Social Media Marketing (англ. - Маркетинг в социальных сетях). Этот процесс позволяет добиться таких целей как: увеличение узнаваемости предприятия, повышение продаж, продвижение ресурсов кампании в поисковой выдаче. Крупнейшие международные авиакомпании активно пользуются теми преимуществами, которые им дают новые медиа, вырабатывая собственные коммуникационные стратегии.

Однако, в условиях пандемии коронавируса, устоявшиеся стратегии подвергаются значительным изменениям из-за новых условий функционирования отрасли, фактически парализовавших ее работу на некоторое время. В связи с этим то, как авиационные компании выстраивали свои коммуникации в социальных сетях, представляет интерес, как пример адаптации к кризисной ситуации и быстро меняющимся условиям.

По результатам изучения аккаунтов крупных авиационных организации, среди которых «Lufthansa», «Delta», «Аэрофлот – российские авиалинии», «Emirates Airline» в период с января до июня 2020 года можно сделать выводы, как именно эти организации изменяли структуру и содержание коммуникационных стратегий. В качестве платформы для исследования целесообразно использовать Twitter из-за ее характерных особенностей – строгого ограничения количества символов в публикуемых записях, а также более тесного и персонального взаимодействия между пользователями посредством системы ретвитов и ответов. Сущность адаптации контента для этой социальной сети в новых условиях для вышеперечисленных фирм сводится к его концентрации на здоровье своих клиентов, которая включала в себя рекомендации по ношению защитных масок, социального дистанцирования, а также воздержанию от посещения массовых мероприятий.

Аудитория реагирует на этот контент положительно, это следует из комментариев под публикациями, а также количеству лайков и ретвитов. Например, твит Lufthansa про борта компании, которые доставляют медицинское оборудование для борьбы с коронавирусом собрал 910 лайков и 208 ретвитов, при том, что среднестатистический пост компании набирает от 100 до 300 лайков и от 20 до 40 ретвитов. Очевидно, что ставка на вирусный маркетинг, связанный с актуальными событиями в этом случае оправдывается, так как пользователи начинают активно делиться записями компаний у себя на страницах и вспоминать моменты из своих лучших путешествий.

Из всех вышеупомянутых авиаперевозчиков наибольших цифр медийного охвата – лайков, ретвитов и просмотра постов удалось добиться Emirates Airline, каждый пост компании набирает около 100 ретвитов и 800 лайков. Общее количество подписчиков аккаунта в Твиттере составляет 1,4 миллиона пользователей.

Затем идет Delta с 1,5 миллионами подписчиков и средним соотношением ретвит-лайк как 30-400. Lufthansa может похвастаться 485 тысячами подписчиками и соотношением 30-300, из чего можно сделать вывод, что, хотя аудитория перевозчика и меньше, чем у Delta, но она не намного менее активна.

Далее идёт «Аэрофлот – российские авиалинии», на аккаунт компании подписано 184 тысячи читателей и средним показателем в 5 ретвитов и 20 лайков, что, при сравнении с численностью с аудитории и сопоставлением с показателями активности вышеназванных авиаперевозчиков является скромным показателем, ведь если пользователи так же реагировали на твиты Аэрофлота, как на твиты Lufthansa, то мы бы имели показатели в 15 на 150 соответственно. В связи с этим изменение контента в социальных сетях «Аэрофлота» в сторону увеличения пространства для обратной связи представляется возможным вариантом развития коммуникативной стратегии компании.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы: даже в случае остановки профильной деятельности предприятия возможно поддерживать его узнаваемость. Для поддержания узнаваемости необходимо выработать медиастратегию, ориентированную на пользователей социальных сетей и реализовать ее. Результаты этой деятельности можно объективно оценить по выбранным целевым показателям – это могут быть лайки, репосты, место в поисковой выдаче.

Список использованных источников:

1. Интернет-коммуникация как новая речевая формация: колл. монография / под науч. ред. Т.Н. Колокольцевой, О.В. Лутовиновой. — 3-е изд., стер. — Москва: ФЛИНТА, 2016. — 328 с.
2. Кеннеди, Д. Жесткий SMM: Выжать из соцсетей максимум: Учебное пособие / Кеннеди Д. — М.:Альпина Паблишер, 2017. - 344 с.
3. Связи с общественностью: теория, практика, коммуникативные стратегии: учеб. пособие для студентов вузов / под ред. В.М. Горохова, Т.Э. Гринберг. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Аспект Пресс, 2017. - 224 с.

Реклама в космосе

Алябьева Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сидоров Л.Г.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

На сегодняшний день невозможно представить жизнь современного общества без рекламы. Реклама – динамичная, быстро меняющаяся сфера человеческой деятельности. Характер рекламы, её содержание и форма претерпевают кардинальные изменения вместе с развитием общества. Значение рекламы возрастает практически во всех областях общественной жизни. Нельзя не отметить её значительную идеологическую, образовательную, психологическую и эстетическую роль.

Каждый день реклама воздействует на большое количество людей. В первую очередь реклама влияет на потенциальных потребителей, тем самым способствует формированию общего представления о покупательских предпочтениях, но, помимо этого, реклама входит в социальную среду, которая участвует в становлении определенных стандартов мышления и социального поведения людей.

С течением времени рекламы становилось все больше и больше. С развитием технологий современные люди начали задумываться о расширении масштабов размещения рекламы.

Так, в настоящее время наиболее перспективным отраслевым направлением является космическая сфера и всё то, что связано с ней. На сегодняшний день рекламой на телевидении, радио и в интернет уже давно никого не удивить. Одна из неосвоенных площадей для размещения рекламы – космос.

В последние несколько лет известные компании ради расширения сфер влияния и привлечения новых клиентов готовы запускать рекламу в космос. В данной статье мы рассмотрели пути размещения рекламы в космосе. Показали, как космос может быть связан с бизнесом и продвижением.

Показывать рекламу в космосе предлагалось ещё в 1993 году, в Америке, компанией «Space Marketing». Они планировали запустить световой «щит» на низкую орбиту, чтобы его

было видно с Земли. Но проект так и не был разработан. Также после первой попытки космической рекламы в 1993 году были приняты меры – введение правил, запрещающих навязчивую космическую рекламу. Согласно Кодексу Соединенных Штатов Америки запрещается «реклама в космическом пространстве, которая может быть распознана человеком на поверхности Земли», определяя ее как «навязчивую». После этого многие ученые предлагали различные вариации рекламы в космосе, но проекты так и не были разработаны.

В начале 2019 года российский стартап «StartRocket» объявил, что в ближайшее время они планируют показывать рекламу в космосе. Первоначальная цель создания данного проекта — это, прежде всего, познание сферы космоса, развитие индустрии развлечений в нем, а уже потом — выведение на орбиту логотипов и рекламы различных брендов.

В апреле 2019 года специалисты стартапа совместно с сотрудниками космического центра в Сколковском институте науки и техники успешно завершили проект, в котором научно обосновываются возможности применения солнечного света для вывода изображений и сообщений на Земной орбите. Суть проекта «StartRocket» заключается в использовании около 300 маленьких спутников, которые будут снабжены большими парусами, обладающими отражающими способностями. При изменении их расположения) можно будет изменять количество отраженного солнечного света, таким образом можно будет получить новое изображение. Сотрудники «StartRocket» с уверенностью заявляют, что спутники не будут засорять космическое пространство, потому что они могут находиться в космосе лишь один год. «Затем вернутся в атмосферу, где они сгорят. Все наши кубсаты управляются удаленно».

Проект «StartRocket» планирует запуск 300 маленьких спутников, что в несколько раз меньше, чем у американской компании «SpaceX», производителя космической техники, которая планирует вывод более 12000 спутников.

Также сотрудники добавили, что спутники можно будет использоваться и в другом направлении. Так, например, для обмена информацией во время природных катастроф, когда телефонная сеть не будет работать. То есть с помощью этих маленьких спутников можно будет собирать информацию о каких-либо изменениях в климате, тем самым помогая избежать природные катаклизмы. Такие спутники будут очень полезны и в тех местах, где обычная инфраструктура не работает: в море, в районах стихийных бедствий.

Также две компании «Avant Space» и «КосмоЛаб» (являются резидентами «Сколково») предложили проект, согласно которому в будущем с помощью микроспутников с лазерными диодами можно будет писать послания в небе. Реализация данного проекта планируется в 2022 году. Об этом сообщил директор департамента реализации проектов Объединенной ракетно-космической корпорации (ОРКК) Андрей Диваев. Благодаря этому проекту можно будет в небе формировать любые послания, в том числе и рекламные. Лазеры для используемых аппаратов, способных показывать рекламу в космосе, успешно прошли испытания в стратосфере. Разработчики также отметили, что их свечение не будет создавать помех для астрономических наблюдений.

Реклама увеличивает доход, создает имидж компании, «раскручивает» товар. А также является средством общения производителя с потребителем. Благодаря рекламе в космосе может быть охвачена куда более значительная часть людей.

Технологические платформы в авиационной деятельности

Богомолов М.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

В современных условиях существование успешной экономической системы практически невозможно без внедрения инноваций. В Европе для снижения рисков и повышения конкурентоспособности с Соединенными Штатами Америки и странами Юго-Восточной

Азии были созданы европейские технологические платформы. За первые десять лет данной программы было создано 38 технологических платформ.

Технологическая платформа – это коммуникативная площадка, взаимодействия различных участников экономической деятельности, для совместной работы по вопросам инновационной деятельности. Объединение и осуществление сотрудничества государства, науки и бизнеса под единым началом способствует уменьшению убытков, повышает эффективность производства и привлечение дополнительных ресурсов. Одной из задач технологической платформы является создание системы коммуникации в обеспечении содействия инновационного развития хозяйственной деятельности государства.

В авиационной сфере ТП были созданы в результате разработки самолета Airbus A380 корпорации «Airbus». Механизмы взаимодействия того времени не позволяли в полной мере воплотить планы. Для решения этой проблемы было предложено создание инструмента взаимодействия европейских исследовательских центров, промышленных компаний, авиакомпаний, университетов. Созданная технологическая платформа ACARE также способствовала созданию самолета Falcon 7X и вертолета Eurocopter 175. В процессе работы ACARE был представлен план развития авиации на 50 лет.

Оглядываясь на успешный европейский опыт, в 2010 году правительством Российской Федерации было принято решение о создании технологических платформ на территории нашей страны. Были созданы «Авиационная мобильность и авиационные технологии», «Национальная космическая технологическая платформа», и другие, деятельность которых затрагивает проблемы развития инновационных технологий в авиационной отрасли.

При разработке платформы «Авиационная мобильность и авиационные технологии» была поставлена задача сформировать устойчивую систему взаимодействия для ведения эффективной деятельности. В результате деятельности платформы удалось привлечь множество экспертов и организаций, связанных с авиацией. Их совместная работа позволит реализовать государственные и федеральные программы развития отрасли. Например, члены технической платформы содействуют в усовершенствовании программы выдачи сертификатов и создании нормы для авиационных аппаратов в России. Участвуют в исполнении исследований в обеспечение формирования типоразмерного ряда перспективных двигателей для легких самолетов, вертолетов и беспилотных летательных аппаратов гражданского назначения.

В соответствии с современными стратегическими задачами технологическая платформа, является основным механизмом координации и кооперации участников научно-технической и инновационной политики. В результате плотного сотрудничества вырабатывается общий взгляд на развитие технологий в отрасли. Стратегическая программа исследований приводит к кратчайшему пути реализации поставленных целей государством в инновационном развитии отрасли.

Список использованных источников:

1. Бабикова, А. В. Перспективы функционирования и развития технологических платформ на примере авиакосмической отрасли / А. В. Бабикова, А. Д. Сарафанова. — Текст: непосредственный // Инженерский вестник. — 2015. — № 2. — С. 5-18.

2. Бебешко, И.Ю. Технологические платформы как инструмент содействия инновационному развитию российской экономики / И.Ю. Бебешко. — Текст: непосредственный // Теория и практика общественного развития. — 2012. — № 12. — С. 506-508.

3. Бубнов, В.В. Особенности функционирования элементов институциональной системы в инновационной экономике/ В.В. Бубнов, Н.М. Дубинина, Николаев С.В. – Текст: непосредственный// Образование. Наука. Научные кадры. – 2018. №2. – С.86-91.

4.Дубинина Н.М. Технологические платформы в авиастроительном коммуникационном пространстве// Н.М. Дубинина, В.В. Бубнов, — Текст: непосредственный //19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Тезисы. – М.: Издательство «Перо», 2020. – С.845.

Потребительская лояльность, ее исследование на примере ПАО «Аэрофлот»

Васильев М.О.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Такая сфера деятельности, как связи с общественностью и реклама, является весьма обширной и многогранной. Но, несмотря на это, в ней находит своё место и такое конкретное понятие, как потребительская лояльность (от англ. Loyal).

Под этим важнейшим направлением рекламной и PR-деятельности в маркетинге понимают доброжелательное отношение к товарам (услугам) и их товарным знакам, которое выражается в позитивных отзывах, рекомендациях покупателей друг – другу («сарафанное радио») и повторных покупках. Высокая потребительская лояльность способствует повышению паблицитного капитала организации.

Так, большинство компаний по всему миру с каждым годом всё большее внимание уделяют работе с потребительской лояльностью. Ведь она является составной частью успешного наращивания благоприятной «ауры» организации, выражающейся в объёме паблицитного капитала.

Авиационная компания «Аэрофлот» не является исключением. В ней существует обширная система департаментов, занимающихся деятельностью, напрямую или косвенно, связанной с накоплением паблицитного капитала, что способствует более продуктивному функционированию компании в пространстве публичных коммуникаций.

Как можно заметить, многие составные части PR-деятельности весьма плотно связаны между собой. И, чтобы иметь возможность контролировать эффективность принятия тех или иных решений в данной сфере, существует набор определённых инструментов.

В частности, компания «Аэрофлот» для измерения лояльности клиентов ежегодно использует индекс NPS (от англ. Net Promoter Score).

Проведение данного исследования строится на двух основных вопросах, которые задаются, что немаловажно, именно текущим клиентам компании.

Первый вопрос: «Насколько вероятно, что Вы порекомендуете компанию «Аэрофлот» своим друзьям/знакомым». Респондент ставит оценку по шкале от 0 до 10, где 10 означает «точно порекомендую», а 0 – «точно не порекомендую».

После обработки полученных результатов, исходя из ответов, клиентов делят на три группы: «Промоутеры» (в оригинале «promoters») – давшие оценку 9 и 10. Это клиенты, которые испытывают высокую степень лояльности к компании и, с очень большой вероятностью, будут рекомендовать ее. «Нейтралы» (в оригинале «passive clients») – оценившие на 7 и 8, относятся к «пассивным» клиентам, которые не то, чтобы очень сильно готовы рекомендовать компанию, но и не то чтобы очень сильно ей недовольны. И, наконец, «Критики» (в оригинале «detractors») – это те респонденты, которые посчитали возможным поставить оценки от 0 до 6 – их необходимо относить к недовольным клиентам, которые, скорее всего, не будут рекомендовать компанию своим друзьям и знакомым. Более того, «критики» авиационной компании, как и любой другой, могут негативно повлиять на людей, ещё не являющихся непосредственными клиентами компании, сформировав у них заведомо негативное отношение к организации.

Итоговый индекс, в свою очередь, рассчитывается как разница между процентным соотношением «промоутеров» и «критиков». Финальным показателем, естественно в теории, может быть как минус 100%, если все клиенты компании являются её «критиками», так и плюс 100%, если, соответственно, абсолютно все клиенты – это «промоутеры».

После основного, первого вопроса, задаётся также и второй. Он может быть, как в закрытой, так и в открытой форме, и нацелен на выявление причин того, почему клиент дал ту или иную оценку. Например, вопрос может выглядеть так: «Не могли бы вы максимально подробным образом описать причину поставленной вами оценки?». Так выявляются всевозможные барьеры и драйверы лояльности.

Ежегодно компания «Аэрофлот» выкладывает в открытый доступ свой годовой отчёт, в котором присутствует множество экономических данных. Но, помимо всего прочего, в данном документе можно отметить и график, посвящённый динамике индекса NPS.

Так, в отчёте за 2018 год вышеупомянутая авиационная компания задекларировала, что с 2010 года по 2017 год данный индекс неуклонно рос (2010 = +44%; 2017 = +72%.) Несомненно, этот факт можно связать с активными рекламными и PR-мероприятиями Аэрофлота, на которые компания на протяжении всех этих лет не жалела средств. Однако, в связи со слишком внушительным повышением цен на авиационное топливо в 2018 году, Аэрофлоту пришлось сократить ту часть бюджета, которая предназначалась для ряда коммуникативной деятельности в виде PR и рекламных мероприятий. Другими словами, данный шаг был экономически обусловлен.

Это не могло не отразиться на показателях ежегодной оценки индекса потребительской лояльности, проводимого компанией «Аэрофлот» совместно с компанией Bain & Company.

Таким образом, исходя из отчётности данной авиационной компании, за 2018 год, можно заметить, что показатель индекса NPS впервые за несколько лет не продолжил увеличиваться, а, напротив, стал равным показателю предыдущего 2017 года, что в равной степени говорит нам и о динамике изменения общего уровня паблицитного капитала компании.

Проблемы внедрения аэрокосмического туризма в жизнь общества

Гладкова О.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сидоров Л.Г.
РГАТУ им. П.А. Соловьёва, Рыбинск

Сегодня аэрокосмическая отрасль развилась до достаточно высокого уровня. Если в 1961 году Гагарин совершил первый в мире полет в космическое пространство, то сейчас мы достигли куда больших высот, теперь в космическое пространство может полететь не только подготовленный и обученный всему космонавт, но и обычные люди, как мы с вами – это и есть аэрокосмический туризм, самая экзотическая и экстремальная отрасль туризма на сегодняшний день. Это предоставление возможности обычному человеку побывать за пределами атмосферы, почувствовать себя настоящим космонавтом, насладится прекрасными видами, и прочувствовать впервые на собственном опыте отсутствие гравитации. Но на практике пока не так все гладко, как хотелось бы. Аэрокосмический туризм еще только находится в своем развитии, потому что существует ряд проблем, связанных с организацией более доступного туризма, с его рекламой и доступностью для всего общества.

Россия стала первой страной, выпустившей своего туриста в космос. Изначально первыми должны были быть США, выпустившие в космос, как туриста, американскую учительницу, победившую в конкурсе, но их корабль потерпел катастрофу, все члены экипажа вместе с туристом погибли. После этого США подписали закон о запрете выхода в космос не обученных для этого космонавтов. Тогда космических туристов стали отправлять только на российском космическом корабле «Союз». Первым космическим туристом в России стал Денис Тито, совершивший свое путешествие в 2001 году. После него таких туристов было еще 7 человек. 2009 год стал последним годом отправки туристов в космос. С этого времени все затихло, казалось бы, космический туризм перестал существовать. На это есть причины.

Одна из важных проблем – это проблема особого допуска людей по здоровью. По этой причине все затягивается на очень длительный срок. И в этом случае, чтобы осуществить путешествие, нужно пройти не только строгий осмотр состояния здоровья, но и некую 24–месячную подготовку к полету. Туристов тренируют в специально выделенном для этого месте: Звездном городке в Подмосковье. Ко всему этому полет на самом деле не ассоциируется с комфортным, а скорее экстремальным. Да и космический туризм для компаний, весьма, не такой выгодный и прибыльный, нежели отправка космонавтов для

какой-либо миссии, да еще и с риском для жизни, поэтому стали появляться проблемы с его финансированием. Все эти причины послужили прерыванию космического туризма, как оказалось на время.

Летом 2020 года вновь открывается эра космического туризма. Для США этот год становится новым этапом. Теперь они сами отправляют туристов на американских кораблях, так как раньше все полеты осуществлялись на российском корабле «Союз». США начали активно развивать эту сферу. Довольно быстро стали развиваться частные американские компании, одни из самых крупных - SpaceX и Virgin Galactic, первая из которых уже в этом году планирует отправить 4 туристов в космос на суборбитальную высоту, что значительно дешевле и выгоднее для бизнеса. И более 700 человек купили билеты на Virgin Galactic на последующие года. В России же идея частного туризма находится пока в разработке. Сейчас США перебралась на первую позицию в отрасли космического туризма, в данный момент они вкладывают огромные деньги на развитие данной отрасли. Россия же в этом плане сейчас находится на 2 месте после США.

Так как в основном все компании по космическому туризму – американские, большинство из которых заключают договор с российскими для отправки туристов на корабле «Союз», то для России космический туризм становится все более не выгодным.

В России есть реализуемые проекты, в которых специалисты крупных компаний выступают перед школьниками и студентами, просвещая молодежь в теме своей профессиональной деятельности. К примеру, российская Госкорпорация «Росатом» реализует целую программу работы с молодежью, куда входит как раз взаимодействие с учреждениями образования. Это участие ученых и специалистов в открытых уроках, организации лекций, экскурсий и другая просветительская деятельность. Исходя из этого, было бы лучше делать уклон на программы по просветительской деятельности космического развития в России. Необходимо, что бы общество все более приобщалось к сфере космоса, ведь в основном в космос летят туристы из США и Великобритании, русские туристы же хотят лететь в космос намного реже. Может после просвещения людей, а именно молодежи, в этом вопросе идея космического туризма засядет в головах у многих людей, а кроме этого мы приобщим больше людей к познавательной деятельности и фундаментальным наукам. У нас есть много космонавтов, которые не летают в космос, но полностью обучены этому. Как раз-таки, можно занять их этой просветительской работой. Они могли бы выступать на различных конференциях, лекция и уроках, рассказывая о достижениях современной космонавтики. Только в этом случае может появиться перспектива дальнейшего внедрения отечественного аэрокосмического туризма в жизнь в общества.

Использование технологий дополненной реальности при разработке коммуникативного пространства московского авиационного узла

Гулидов Г.Г.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Коммуникативное пространство – это система взаимосвязей между различными агентами коммуникации, которая в свою очередь является сферой обмена информацией (обычно обеспечивая диалог в обществе). Одним из элементов коммуникационного пространства является реклама.

Под рекламным пространством понимается система взаимосвязанных средств распространения безадресной информации для продвижения товара на рынок, формирование интереса к иному объекту рекламирования.

Эффективное использование рекламного пространства позволяет повысить интерес к товару, то есть потребность в нем потенциальных клиентов, что в свою очередь ведет к росту спроса, следовательно, сокращению средних издержек производства и росту валовой прибыли компании. Использование технологий дополненной реальности повышает эффективность использования рекламы в коммуникативном пространстве.

Технологии дополненной реальности (AR-технологии) — это инструмент для создания интерактивных средств взаимодействия с информацией, в том числе в рамках рекламного пространства

Сущность технологий дополненной реальности подразумевает использование особых технических средств для расширения возможностей визуального восприятия

В настоящий момент технологии дополненной реальности получили применение в области сложных технических производств. То есть продукты с применением AR-технологий сейчас пользуются спросом на рынке B2B.

На данный момент многие крупные технические компании патентуют свои продукты для выхода на потребительский рынок технологий дополненной реальности, это свидетельствует о том, что крупные бренды в скором времени будут интегрировать AR-технологии и продукты.

В свою очередь, массовое распространение новых цифровых технологий и продуктов оказывает сильное влияние на информационное пространство. В частности, технологии дополненной реальности уже оказывают сильное влияние на рекламу и формы её представления.

Многие российские технологические компании инвестируют в исследование способов интеграции дополненной реальности, внедряют их в работу своих служб в области сканирования документов и интернет-банкинга.

Технологии дополненной реальности обладают большим коммуникативным потенциалом и могут найти более широкое распространение с появлением технических средств на потребительском рынке, в том числе при формировании коммуникативного пространства московского авиационного узла.

Благоприятной средой для развития и внедрения AR-технологий являются аэропорты. Основные принципы и актуальные изменения можно проанализировать на примере московских аэропортов.

При работе с массовой аудиторией в коммуникативном пространстве московского авиационного узла в первую очередь используются возможности современных мобильных устройств, способных считывать информацию разными методами.

Основным направлением развития современной рекламы с применением дополненной реальности в коммуникативном пространстве авиационных узлов является создание интерактивных кодов для визуального считывания мобильным устройством. Такие коды часто используются на информационных стендах московских аэропортов, буклетах, баннерах и других визуальных носителях информации. Другим средством распространения технологий дополненной реальности в коммуникативном пространстве московского авиационного узла являются брендированные приложения и прямая интеграция элементов и средств интернет-пространства на рекламных носителях, по такому принципу создана аудиобиблиотека аэропорта Шереметьево, доступ к которой можно получить при помощи мобильного устройства при считывании особого кода или использовании ссылки, указанной на рекламных носителях.

Собственные мобильные платформы используются компаниями и брендами с торговыми представительствами на территории московского авиационного узла, данные платформы и средства применяются для привлечения и интеграции новых потенциальных клиентов, а также привлечения внимание к новым товарам фирмы.

Учитывая особенности коммуникативного пространства московского авиационного узла, применение технологий дополненной реальности необходимо для упрощения поиска информации, предоставления уникального контента, а также развития маркетинговых коммуникаций фирм с представительствами в рамках московского авиационного узла.

Список использованных источников:

1. Гукасьян Г.М. Экономическая теория. СПб.: 2010. 512 с.
2. Ромат Е.В., Сендеров Д.В. Маркетинговые коммуникации. СПб.: 2018.
3. Шарков Ф.И. Интерактивные электронные коммуникации. М.: "Дашков и Ко", 2010.

4. Золотарева Л.Г. Основные тенденции развития рекламы в современном обществе.// Научный вестник МГТУА ГА 2011. № 166. С. 126-130.

5. Мелехова А.С., Автономова С.А. Инновационные технологии и новые медиа в социальной рекламе//Инновации и инвестиции. 2015. № 11. С. 2-6.

Позиционирование авиакомпании «Аэрофлот — российские авиалинии» как этап развития имиджа и создания репутации организации

Емец Е.В., Богоявленских А.С., Казимина А.М.
Научный руководитель — профессор, д.филол.н. Уколова Л.Е.
МАИ, Москва

Репутация любой организации — это отражение устойчивого мнения общественности о ее достоинствах и недостатках, качестве продукции или услуг. На формирование репутации влияет несколько факторов: имидж организации, ее позиционирование, отношение к клиентам, известность, авторитетность, престижность и т.д.

Имидж понимается как искусственная имитация или преподнесение внешней формы какого-либо объекта. Имидж является одним из ключевых понятий, способствующих закреплению определенного образа в сознании потребителя, а также открывающим двери к известности организации в мире возрастающей конкуренции.

Под позиционированием в широком смысле понимают работу по продвижению организации в информационно-коммуникативном пространстве.

Прежде, чем разрабатывать стратегию позиционирования, необходимо выделить целевые аудитории. В соответствии с их потребностями будет решаться вопрос о выборе инструментов и формировании имиджа.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что рынок воздушных пассажирских перевозок является высококонкурентным и высокотехнологичным, а покупательские способности ограничены широким перечнем факторов. Именно поэтому авиационным компаниям приходится уделять большое внимание изучению потребностей своих клиентов, а также формированию положительного имиджа и репутации.

Целью исследования является анализ особенностей позиционирования авиакомпании «Аэрофлот – российские авиалинии» как этапа формирования положительного имиджа и репутации.

По мнению Костроминой Е.В., позиционирование авиакомпаний происходит в три этапа:

• В первую очередь, определяется набор конкурентных преимуществ, которые составляют основу позиционирования;

• Затем выбираются качества, соответствующие запросам нужной целевой группы;

• Выбранная позиция продвигается на рынке.

На этапе разработки следует учитывать, что выбранные преимущества определяют перечень конкурентов компании.

Формирование имиджа авиационной компании может происходить несколькими путями. Компания может дифференцировать свой продукт на рынке или представить продукт, похожий на предлагаемый конкурентами.

В случае дифференциации продукта следует провести исследование предложений других авиационных организаций, а также оценить реакцию потребителей на них.

Дифференциация может происходить по техническим атрибутам, по уровню обслуживания, по квалификации персонала, по местонахождению и бренду.

Авиакомпания «Аэрофлот – российские авиалинии» для дифференциации в значительной степени выбрала уровень обслуживания. Она позиционирует себя как компанию мирового уровня, основанную на лучших традициях гражданской авиации России, которая оказывает услуги по воздушной перевозке пассажиров, руководствуется принципами надежности, безопасности и эффективности, стремится превосходить ожидания пассажиров, предоставляет гостеприимный и профессиональный сервис на борту и на земле.

Одним из основных инструментов формирования имиджа является бонусная услуга по накоплению миль. За каждый перелёт пассажир получает баллы — мили. Их можно получить также за аренду автомобиля, остановку в отеле и т.д. Поскольку «Аэрофлот» входит в альянс «SkyTeam», условия накопления и траты миль распространяются и на 20 авиакомпаний альянса.

Бонусная программа задумана как важный инструмент привязки клиента к авиакомпании. Она заметно расширяет возможности по привлечению пассажиров.

По данным авиакомпании, в 2019 году «Аэрофлот» увеличил количество участников своей программы до 9,6 млн. человек.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что позиционирование как важный этап формирования имиджа, помогает поддерживать жизнедеятельность авиакомпаний. Поскольку авиакомпания стремится занять лидирующее место на национальном и международном рынке, ей необходимо выстраивать долгосрочную и эффективную стратегию, поддерживающую имидж, которая в будущем может привести к повышению конкурентных преимуществ и успешной интеграции России в мировую индустрию авиаперевозок.

Таким образом, с учетом всех аспектов деятельности, авиакомпании удается привлечь новых потенциальных пассажиров, вызвать доверие, разработать запоминающимся фирменный стиль, а также создать устойчивые ассоциации и положительную репутацию.

Цифровые услуги на борту самолетов как PR-технология для взаимодействия с пассажирами авиационных компаний

Золотарева П.В.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва

Актуальность данной работы заключается в том, что мы живем в эпоху развития информационного общества. Мы пользуемся технологиями каждый день, и каждый день они прогрессируют. Под этот прогресс подстраиваются все сферы деятельности, в том числе маркетинг и связи с общественностью. Их основные виды и технологии постоянно чем-то дополняются. Цифровые услуги можно рассматривать как PR-технологии. Они используются повсеместно, в том числе и на борту самолетов. Каждый, кто хоть раз летал на самолете, с ними сталкивался. Нам предлагают доступ к Интернету, интерактивные экраны, на которых можно в течение всего полета смотреть фильмы, слушать музыку, читать новости. Всё это улучшает удобства, которые могут нам доставить авиакомпании на борту своих самолетов. Даёт нам возможность с максимальным комфортом провести время полёта. Изучение и введение этих услуг очень актуально в наше время, учитывая технологический прогресс.

Новизна исследования заключается в том, что использование цифровых услуг на борту российских авиакомпаний ранее не изучалось. Оценка эффективности использования новейших цифровых технологий в предоставлении услуг на борту также является недостаточно изученной.

Основные положения:

1) Использование цифровых услуг на борту самолетов авиакомпании «Аэрофлот – российские авиалинии»;

2) Оценка эффективности использования цифровых услуг авиакомпании «Аэрофлот»;

3) Проект улучшения цифровых услуг авиакомпании «Аэрофлот – российские авиалинии» на примере зарубежных авиакомпаний.

Использование технологий связей с общественностью при продвижении среднемагистрального самолёта МС – 21 на авиационный рынок

Катасонов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Технологии связей с общественностью – это поэтапно определенная схема организации действий, направленная на информирование контактах аудиторий об организации, на создание и поддержание положительного имиджа и репутации определённой компании, товара или услуги.

К основным технологиям связей с общественностью относят: проведение специальных мероприятий, media и government relations, выпуск корпоративных изданий, взаимодействие в электронном пространстве, формирование корпоративного имиджа, спонсоринг.

В деятельности по связям с общественностью, которая была направлена на продвижение авиалайнера МС–21, корпорацией ПАО «ОАК» использовалась PR-технология специальных мероприятий.

ПАО «ОАК» приняла участие в международном авиационно – космическом салоне МАКС – 2019. Данный авиасалон сплотил отечественных и иностранных производителей авиационной техники, специалистов в области авиастроения, но главной премьерой стал самолёт нового поколения МС–21.

Новый самолёт был задействован в лётной программе, где продемонстрировал потенциальным покупателям отменную управляемость и надёжность. Полёт сопровождался широкой освещённостью в печатных и телевизионных СМИ. Также два лайнера были представлены на специализированной стоянке, один из них имел двухклассный пассажирский салон, участники выставки смогли оценить интерьер пассажирского салона, комфортабельность бизнес – класса, кабину экипажа.

ПАО «ОАК» принимала участие в международной выставке. Российский авиалайнер стал участником выставки «TEKNOFEST», которая была организованна в стамбульском аэропорту Ататюрк. Продукт компании был лично осмотрен президентом Турции Р.Т. Эрдоганом и президентом России В.В. Путиным. В процессе мероприятия были проведены переговоры о поставке МС–21 турецким авиакомпаниям.

Установление контакта со СМИ – технология, которая помогает ПАО «ОАК» продвигать новое воздушное судно МС–21. Реализацией media relations занимается пресс – центр ПАО «ОАК». Данный отдел организовывает пресс–конференции, на которых информируют об тенденциях развития продукта, выстраивает положительные новости о авиалайнере МС–21.

Также пресс–центр устанавливает партнёрство с печатными авиационными журналами (Взлёт, Авиатранспортное обозрение, Крылья родины), целевая аудитория которых состоит из руководителей предприятий авиационного комплекса. В качестве примера можно привести статью из журнала «Авиатранспортное обозрение» под названием: «МС-21 подтвердил максимальные характеристики в ходе испытаний».

ПАО «ОАК» применяется технология Government Relations – коммуникация с органами власти. Проект российского самолёта финансируется на государственном уровне, что позволяет успешно разрабатывать лайнер под влиянием экономических санкций.

Отметим, что для усиления осведомлённости о перспективном российском авиационном проекте, были проведены официальные мероприятия для иностранных делегаций Франции и КНР.

ПАО «ОАК» реализуется технология корпоративных изданий – выпуск журнала «Горизонты», который позволяет авиационному сообществу узнавать качественную информацию о самолёте.

ПАО «ОАК» использует цифровые PR-технологии.

Компания имеет корпоративный сайт, на котором подробно описаны лётно–технические характеристики самолёта, особенности конструкции и конкурентные преимущества.

На сайте можно подробно увидеть вариант компоновки салона и сконфигурировать его в зависимости от требований.

Наиболее актуальным интернет–средством ПАО «ОАК» является поддержка официального канала на видеохостинге «YouTube». Важным аспектом является создание видео – презентации салона МС–21, где был представлено увеличенное личное пространство в салонах бизнес и эконом класса, оптимизированный объем багажных полок, на которые умещается больше багажа в положении «поперёк фюзеляжа», учёт антропометрических характеристик, которые обеспечивают повышенный комфорт для пассажиров, что подчеркнуло высокую степень разработанности проекта и соответствие современным международным стандартам. Видео имеет 141 тыс. просмотров.

Компания активно ведёт деятельность в социальных медиа. ПАО «ОАК» представлена на электронных площадках (Facebook, Вконтакте, Twitter), где размещаются фото и видео, публикуются новости о самолёте.

Проведённое исследование показало, что ПАО «ОАК» применялись различные виды технологий связей с общественностью, среди которых: взаимодействие с органами власти, организация работы со СМИ, деятельность в сети Интернет, но наиболее эффективной технологией оказалась – участие в авиационных выставках, так как это позволило показать самолёт экспертам авиастроения и подготовить первые твёрдые заказы на поставку машин.

Событийные PR-инструменты в продвижении авиационного бренда

Клещёва Е.О.
Научный руководитель — Гуляев В.В.
МАИ, Москва

Актуальность темы исследования обоснована изменчивостью рынка, наличие постоянной конкуренции, а также различным новшествам в областях. На смену "классическим" инструментам продвижения, таким, как телевидение, радио, пресса и даже реклама в интернете активнее начинают пользоваться выставками, семинарами и другими массовыми мероприятия для вовлечения общественности.

Степень изученности проблемы

Public relations (PR) впервые как термин, описывающий целенаправленное выстраивание взаимодействий с общественностью, появился в 1882 году в лекции Йельского университета «Связи с общественностью и служебные обязанности юриста» (The «Public relations» and the duties of the legal profession). Несмотря на появление понятия в XX веке, в России данная сфера начала изучаться и развиваться гораздо позже остальных стран (лишь в начале 80-х годов). Активнее всего PR начал развиваться в период 1996-2000х годов, когда бизнес начал выходить на мировой уровень, а значит и требует большего взаимодействия для эффективной работы с общественностью. Тренды как мирового уровня, так и внутри страны постоянно меняются, поэтому данная технология постоянно изучается и проходит различные проверки как временем, так и обстоятельствами.

Основные положения

В работе рассматриваются следующие ключевые моменты: соотношение событийного PR и event-маркетинга, инструменты событийного PR и измерение эффективности мероприятия.

В первой части работы подробно остановимся на отличии PR-деятельности от event-маркетинга, так как данная путаница в понятиях может существенно сказываться на дальнейшей реализации деятельности. В ходе рассмотрения двух терминов, выявляют главные различия - это целевая аудитория, стратегия выстраивания работы, финансовые затраты, кредит доверия, общение или стиль коммуникации, а также измерение результатов взаимодействия и жизненный цикл деятельности. Данные различия помогают не только более детально разобраться в двух видах деятельности, но и выявить ключевые преимущества PR-деятельности, которые напрямую связаны с выбранной темой доклада.

Во второй части рассматриваются инструменты, которые использует событийный PR. Рассматриваются различные виды мероприятий, которые могут выступать эффективными инструментами в работе PR-отдела.

В третьей части остановимся на оценке эффективности проделанных мероприятий, которая отображает показатель успеха и дальнейшие перспективы. Рассмотрим такие понятия, как получение обратной связи и её интерпретацию; изменение уровня узнаваемости бренда, а также упоминаний в СМИ (индекс цитирования); посещение сайтов компании, проектные показатели (участники мероприятий, звонки, отзывы) и другие.

В заключении доклада делается вывод о результатах деятельности, где выявляются основные инструменты, которые наиболее эффективно могут быть использованы для продвижения авиационного бренда.

Реклама авиационных компаний в контексте социокультурных стереотипов

Кобельков Е.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Информационное поле перенасыщено рекламой, что затрудняет её запоминание. Она должная быть яркая, понятная и быстро запоминающаяся. Одним из инструментов, которые помогают это сделать, являются социокультурные стереотипы.

Социокультурные стереотипы — это архив человеческой памяти, который в сжатой форме включает опыт человека, оценочные суждения, стандартные схемы поведения и оценки событий, принятых в обществе. Социокультурный стереотип возникает на основе личного и общественного опыта людей. Использование стереотипов в рекламе позволяет существенно облегчить коммуникационную деятельность.

Удачным примером использования стереотипного восприятия социокультурной действительности является реклама «Turkish Airlines». Компания подчеркивает, что пассажиры, разделяют её ценности: свободу, равенство людей, безопасность, лидерство и победу. Используя в рекламе образы известных спортсменов победителей разных рас и национальностей.

Скандинавская авиакомпания «SAS» создала рекламную кампанию, где пыталась разрушить социокультурные стереотипы о скандинавских ценностях. В рекламе перечисляется, что скрепка, всеобщее право голоса и свобод, шведская мебель, вопреки стереотипу, берут начало в Соединённых Штатах. Это вызвало отторжение целевой аудитории Скандинавии и негативные отзывы шведских политиков и журналистов.

Кампания получилась достаточно резонансной, но, к сожалению для «SAS», рекламная кампания получила больше негативных отзывов и была оценена зрителями в 131 тысячу дизлайков и 15 тысяч лайков в YouTube при 1,3 миллионе просмотров.

Примером удачного использования социальных стереотипов является видео реклама авиакомпании «Air New Zealand», набравшая почти 1,7 миллионов просмотров и получив 2,5 тысячи лайков и 189 дизлайков, а также в большинстве положительных комментариев. В сюжете они показали с юмором различные социокультурные стереотипы, например, пристрастие американских полицейских к пончикам, коробка которых отлично поместится под стоящим впереди креслом, а также трудности жизни французов из-за любви друг к другу, после чего к ним подходят стюарды и предлагают кислородную маску. Сама реклама достаточно интересная и познавательная, через забавные стереотипы рассказывает о правилах нахождения на борту самолета, поднимает настроение и показывает, что бортпроводники помогут пассажиру в любой ситуации.

Российская авиакомпания «S7» запустила рекламную кампанию «По России с любовью», где, используя социальные стереотипы, компания управляет чувствами клиентов, вызывает интерес, расположение, перенося чувство любви, доверия и романтики на саму компанию. В рекламе используется стереотип Санкт-Петербурга как города романтики; Сочи как города горячей любви, радости отдыха; Казани как города, который объединяет

всех (два языка, две религии и две реки). Активно создаётся социокультурный стереотип, что авиакомпания — это общее счастье, любовь, свидание в небе. Использование социальных стереотипов было успешно, что позволило применить методы кросс-маркетинга, коллаборацию «S7» и «Авиасейлс».

В заключение отметим, что продуманное использование социокультурных стереотипов, в рекламе авиакомпаний, повышает интерес к рекламному продукту, делая его более заметным в информационным пространстве, а рекламируемую авиакомпанию более узнаваемой, которой клиенты могут доверить свой перелёт.

Список использованных источников:

1. Бубнов В.В. Стереотипы, их использование в коммуникативных кампаниях пассажирских авиаперевозок АО «Авиакомпания «Сибирь» // 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика». 23-27 ноября 2020 года. Москва. Тезисы. – М.: Издательство «Перо», 2020. – 825-826 с.

2. Вахтин В. Как не надо делать рекламу - учимся у SAS Airlines // [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://vc.ru/marketing/107029-kak-ne-nado-delat-reklamu-uchimsya-u-sas-airlines.

3. Липпман У. Общественное мнение // Пер. с англ. Т.В. Барчуново и Редакторы перевода К.А. Левинсон, К.В. Петренко. — М.: Институт Фонда «Общественное мнение», 2004. — С. 54. [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://royallib.com/get/doc/lippman_uolter/obshchestvennoe_mnenie.zip.

Управление кризисными ситуациями в деятельности российских авиационных компаний в период пандемии COVID-19

Кондратюк А.С.

Научный руководитель — профессор, д.филол.н. Уколова Л.Е.

МАИ, Москва

В своей деятельности авиакомпании часто сталкиваются с кризисными и чрезвычайными ситуациями, которые требуют оперативного и в то же время планомерного решения. В 2019 году мир столкнулся с пандемией COVID-19, что стало одним из главных испытаний для всего человечества, а также для рынка российских авиаперевозок. Авиационным компаниям было необходимо решать задачи чрезвычайной сложности. Это связано с тем, что авиационная отрасль ещё не сталкивалась с таким явлением, как пандемия. Отечественным авиакомпаниям требовалось сосредоточить все усилия для решения возникающих проблем, поддержания своей деятельности и выстраивания в этой ситуации положительного имиджа.

Целью данного исследования было проанализировать действия ведущих российских авиаперевозчиков, выяснить какие каналы и способы коммуникации они использовали для освещения текущей ситуации, как осуществлялась коммуникация с действующими и потенциальными клиентами, как осуществляли связь с органами государственной власти, а также выявить наиболее выигрышную стратегию и тактику поведения в данной ситуации.

Среди основных задач, решение которых требовалось для продуктивной деятельности российских авиаперевозчиков в период пандемии новой коронавирусной инфекции, можно выделить следующие:

- Максимально быстрое информирование потребителей авиационных услуг о возможных изменениях в расписании, открытии или закрытии тех или иных аэропортов, отмены рейсов и т.п.
- Потребность в оперативном реагировании на запросы клиентов и решение их проблем.
- Содержание авиационной техники в условиях постоянно изменяющихся правил авиаперевозок.
- Отслеживание и организация денежных компенсаций.
- Поддержание общего положительного имиджа.

В ходе проведенного исследования были проанализированы действия ведущих отечественных авиакомпаний («Аэрофлот», «S7 Airlines») в условиях пандемии, проведен анализ PR-деятельности данных авиакомпаний, выявлены наиболее выигрышные стратегии и тактики поведения в сложившейся ситуации.

Список использованных источников:

1. Чумиков А.Н. Антикризисные коммуникации: Учеб. Пособие для студентов вузов / — М.: ЗАО Издательство «Аспект Пресс», 2013. 172 с.
2. Данилов В. А. Связи с общественностью. Инструменты антикризисного управления: учеб. пособие для бакалавров/ — М.: АНО ВО «Институт непрерывного образования», 2018. 155 с.
3. Захаров В.Я. Антикризисное управление. Теория и практика: учеб. пособие А72 для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / [В.Я. Захаров и др.]; под ред. В.Я. Захарова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИДАНА, 2010. — 319 с.

Основные темы пресс-релизов пресс-службы международного аэропорта Шереметьево

Кошман В.С., Бекленищева В.В.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва

Актуальность исследования. Ковид-19 повлиял на авиаперевозки по всему миру. Авиационным предприятиям пришлось искать новые и усовершенствовать старые механизмы для распространения информации о себе. Так, пресс-служба международного аэропорта Шереметьево в своих пресс-релизах рассказала о деятельности аэропорта, подстраиваясь под условия ограничений.

Пресс-релиз является основным PR-текстом, с помощью которого организации рассказывают общественности о своей работе. За время пандемии пресс-служба международного аэропорта Шереметьево продолжала активно размещать на сайте материалы, в том числе и пресс-релизы, посвященные деятельности аэропорта для поддержания постоянного потока новостей в это непростое для всех время.

Новизна состоит в том, что в ходе исследования было рассмотрено 10 пресс-релизов с официального сайта аэропорта «Шереметьево» в период с 24 декабря 2020 по 3 февраля 2021 года.

Темы пресс-релизов аэропорта в рассматриваемый период посвящены подведению итогов работы организации в 2020 году и перспективам развития в 2021 году. Так, в пресс-релизе от 24 декабря 2020 года было объявлено, что парадом аэродромной техники открылась первая ВПП в аэропорту Шереметьево. В пресс-релизе от 11 января 2021 года сообщается о том, что в 2020 году аэропорт занял 5 место в Европе по объему пассажиропотока, количество обслуженных пассажиров составило 19 млн 784 тыс. человек.

На сегодняшний день аэропорт Шереметьево продолжает реализацию противоэпидемических мер в полном масштабе. В ходе проверок и инспекционных туров была выявлена эффективность данных мероприятий. В пресс-релизе от 3 февраля 2021 года пресс-служба рассказала о мероприятии, которое проводилось для улучшении качества обслуживания пассажиров в связи с пандемией коронавируса.

Таким образом, пресс-службе международного аэропорта Шереметьево удалось адаптироваться к работе в новых условиях, сумев сохранить непрерывный информационный поток, приспособившись к новым реалиям жизни.

Social Media Marketing как важный канал цифровых коммуникаций организаций авиационной сферы

Крапивкин Е.А.
Научный руководитель — Алехина О.А.
МАИ, Москва

Цифровые коммуникации – это совокупность инструментов (методов) передачи текста, изображений, видео, записей звука и другой информации через особые цифровые каналы. Digital-маркетинг является направлением таких коммуникаций, нацеленным на потребителя и максимизацию прибыли базисного субъекта.

Актуальность изучаемой темы высока, так как маркетинг в социальных сетях - сравнительно молодой и эффективный инструмент продвижения. Общие цели SMM можно описать как увеличение присутствия бренда в жизни потребителей, объединение целевой аудитории в сообщество и конвертации её в покупателей (метод воронки продаж), работа с негативом, создание и поддержание благоприятного образа личности или компании.

Маркетинг в социальных сетях повышает эффективность коммуникативной деятельности авиационных организаций, поскольку отвечает потребностям целевых аудиторий, которым необходимо получать информацию из любой точки мира в круглосуточном режиме. Специфика современного рынка авиаперевозок заключается в непрямом управлении потребительским спросом и повышении интереса к определённому направлению с учётом потребностей и сложившихся предпочтений разных групп покупателей. При этом, продажу билетов авиаперевозчики могут осуществлять как напрямую, так и с помощью компаний-партнеров. Билетные агрегаторы (например, OneTwoTrip) выступают в роли онлайн-турагентств, предлагающих забронировать отель, перелёт и трансфер через их ресурс.

Цель исследования: изучить и определить важность и преимущества digital-каналов в коммуникативном процессе B2C, B2B, а также обозначить центральную роль социальных сетей в процессе взаимодействия.

Социальные сети стали одним из важнейших для бизнеса каналов коммуникации. Активное присутствие бренда в сети оказывает большое влияние на имидж организации, позволяет стимулировать спрос, собирать аудиторию в единых каналах коммуникации и, тем самым, информировать её наиболее быстро и с наименьшими вложениями. Социальные сети предоставляют точную статистику, что позволяет анализировать проделанную работу и вносить коррективы моментально.

Автором проведено исследование эффективности использования каналов digital-коммуникаций организациями авиационной сферы, активности компаний в социальных сетях и вовлечённости аудитории.

В качестве примера были рассмотрены каналы digital-коммуникаций авиакомпании «S7 Airlines», билетного агрегатора «OneTwoTrip» и авиастроительной корпорации «Airbus».

Авиакомпания «S7» имеет веб-сайт, аккаунты на таких площадках как Instagram, Facebook, YouTube, Одноклассники и Вконтакте. Контент на страницах идентичен и оптимизирован под Instagram, что указывает на приоритет данной социальной сети для компании. Это подтверждает и наибольшее число подписчиков среди других аккаунтов – более 341 тысячи.

Билетный агрегатор «OneTwoTrip» является интернет-ресурсом, поэтому сайт – приоритетный канал коммуникации. У компании имеется свой блог (раздел сайта), а также активные аккаунты в Facebook, Instagram, Twitter, YouTube, Вконтакте и Одноклассники. Несмотря на то, что контент оптимизирован для Instagram, наибольшее число подписчиков на странице на Facebook – более 236 тысяч.

Корпорация «Airbus» имеет аккаунты в Instagram, Twitter, Facebook, LinkedIn и YouTube. Контент оптимизирован для Facebook, на странице в данной социальной сети наибольшее число подписчиков среди других аккаунтов компании – более 2,48 миллиона. Впечатляющие

цифры и в других социальных сетях – Instagram более 1,9 млн. подписчиков, на сайте LinkedIn более 400 тысяч отслеживающих.

По результатам исследования можно сделать вывод, что SMM для компаний авиационной отрасли является важным имиджевым каналом коммуникации. Авиакомпании могут стимулировать спрос и информировать наиболее заинтересованную часть потребителей об акциях и скидках, авиастроительные корпорации – формировать положительный образ современной компании и привлекать новые, квалифицированные кадры как работодатель, агрегаторы же способны выполнять роль турагентств, вдохновлять людей на путешествия и помогать им в выборе направления, предоставляя также наибольший комфорт в покупке билетов, брони отеля и резерве трансфера.

Список использованных источников:

1. Ромат Е., Сендеров Д. Маркетинговые коммуникации. СПб.: 2020. 496 с.

2. Чумиков А.Н., Бочаров М.П. Самойленко С.А. Реклама и связи с общественностью: профессиональные компетенции. М.: Дело, 2016. 520 с.

3. Шарков Ф.И. Интерактивные электронные коммуникации. М.: "Дашков и Ко", 2010. 260 с.

4. Шилина М.Г., Интернет-коммуникация в связях с общественностью. Прагматический аспект. М.: РИЦ Северо-Восток Москва, 2011. 464 с.

5. Кейс Digital Milestone и S7 Airlines: большой SMM для авиакомпании [URL: https://adindex-ru.turbopages.org/adindex.ru/s/case/2020/09/29/285612.phtml] (дата обращения 05.02.2021).

6. Малышкина Е.А. – История бренда или история о бренде [URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-brenda-ili-istoriya-o-brende] (дата обращения 04.02.2021).

Рекламные стратегии продвижения авиакомпаний на рынок

Курилов Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.

МАИ, Москва

Реклама — это один из маркетинговых инструментов, доступных авиакомпаниям. Наиболее эффективные рекламные кампании начинаются с принятия стратегического решения, которое определяет планы и перспективы развития компании на рынке. В свою очередь, эти решения могут быть приняты в контексте общекорпоративной коммуникационной стратегии (то есть всего, что компания делает или не делает на рынке, что понимается не только под рекламой), которая должным образом объединяет любые усилия, направленные на достижение наилучших результатов, предпринимаемые как часть других форм общения, таких как спонсорство, благотворительность и другие.

Рекламная стратегия — донесение до потребителя конкретной выгоды, решения проблемы или другой выгоды, материальных или психологических свойств, предлагаемых покупкой продукта.

Под рекламной стратегией понимается также обширная долгосрочная программа, направленная на достижение важнейших целей рекламной деятельности. Считается, что формирование и разработка рекламной стратегии позволяет не только достичь поставленных целей, но и сделать продукт более привлекательным для потенциальных потребителей.

Излишне говорить, что реклама должна продвигать продукты, корпоративный имидж и ценность корпоративного бренда. В условиях разработки или планирования краткосрочных целей маркетинг может сосредоточится на ключевой информации об изменении услуг, примером подобных услуг может служить появление нового самолета или выведение нового самолета на рынок, или создание нового маршрута.

Рекламные объявления также могут помочь в реализации специальных предложений, таких как скидки или бонусы за частые полеты. В аэрокосмической отрасли существует сильная конкуренция: компании предлагают очень похожие продукты для одних и тех же

клиентов. Поэтому авиакомпании пытаются творчески подходить к своим маркетинговым стратегиям таким образом, чтобы привлечь внимание потребителей. Они используют социальные сети, нетрадиционные методы рекламы, программы лояльности и многие другие инструменты, чтобы вызвать доверие и сочувствие к компании и бренду.

Когда объявление готово, часто проводится дополнительный опрос, называемый «тестированием производительности», чтобы убедиться, что окончательное объявление соответствует стратегическим и коммуникационным целям (отслеживание реакции потребителей), а затем решить, стоит ли его выпускать. Эти результаты должны быть оценены сторонними организациями, которые специализируются на этом виде тестирования. Включение других компаний для оценки деятельности, помогает рекламодателю использовать уже имеющиеся индивидуальные методы исследования, что позволяет добиться высокой степени объективности. Таким образом, свободные и высокопрофессиональные маркетинговые исследования становятся все более неотъемлемой частью большинства рекламных кампаний.

Список использованных источников:

1. Ромат Е., Сендеров Д. Маркетинговые коммуникации. СПб.: 2020. 496 с.
2. Стратегический маркетинг: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. А. Пашкус, В. Ю. Пашкус. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 225 с. — Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс.
3. Беркутова, Т. А. Маркетинговые коммуникации: учебное пособие/Т. А.Беркутова. — Ростов н/Д: Феникс, 2015

PR и формирование имиджа Роскосмоса. Проблемы и перспективы развития PR-деятельности

Магомадов С.М.
Научный руководитель — профессор, д.и.н. Назаров А.Д.
МАИ, Москва

Роскосмос — государственная корпорация, созданная в августе 2015 года для проведения комплексной реформы ракетно-космической отрасли России.

Госкорпорация «Роскосмос» обеспечивает реализацию государственной политики в области космической деятельности и ее нормативно-правовое регулирование, а также размещает заказы на разработку, производство и поставку космической техники и объектов космической инфраструктуры.

В функции государственной корпорации также входит развитие международного сотрудничества в космической сфере и создание условий для использования результатов космической деятельности в социально-экономическом развитии России.

Безусловно, Роскосмос имеет устойчивый имидж гиганта индустрии аэрокосмической промышленности. Однако данная репутация формировалась достаточно продолжительное время. Не будет преувеличением то, что данная организация является наследником богатой во всех аспектах, советской аэрокосмической отрасли. В этом заключается как проблематика, так и отличительное и выгодное положение молодой госкорпорации.

Преимуществом такого расклада дел безусловно является возможность грамотно наследовать данные традиции и обыгрывать эту принадлежность в медиапространстве с точки зрения устойчивой репутации, богатой истории и создании у аудитории имиджа компании с многолетней историей.

Несмотря на данное возможное упущение, Роскосмос проводит грамотную политику по присутствию в медиапространстве и созданию благоприятного имиджа. Так, данная корпорация и, в частности, ее пресс-служба взяли за обыкновение проводить, организовывать и принимать участие во всевозможных мероприятиях, выставках и благотворительных акциях, например, в 2020 году:

• Арт-проект «Скафандр», направленный на помощь детям с онкологическими заболеваниями;

• Участие во Всероссийской акции «Елка желаний» в которой руководство Роскосмоса воплощало мечты детей с различными заболеваниями;

• Запланировано участие в Международной космической конференции GLEX-2021;

• Активное взаимодействие высшего руководства со всевозможными СМИ.

Таким образом, мы можем наблюдать отечественную госкорпорацию во всевозможных благоприятных для репутации позициях. Стоит отметить, что Роскосмос обладает огромным потенциалом для роста в сфере PR и рекламы.

Использование системы интегрированных коммуникаций в сети Интернет при продвижении услуг авиационной компании «Победа»

Моторин Я.В.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Система интегрированных коммуникаций – это комплекс коммуникативных элементов, взаимодействующих между собой, преследующих единую цель и дополняющих друг друга, компенсирующих недостатки и преумножающих преимущества каждого вида маркетинговых коммуникаций. Использование системы интегрированных коммуникаций позволяет снизить издержки на продвижение компании в результате достижения синергетического эффекта от совместного использования всех её элементов.

Существуют разные подходы к элементам системы интегрированных коммуникаций: классически в них включают рекламу, стимулирование сбыта, связи с общественностью, личные продажи, direct-mail (прямой маркетинг). В широком смысле под системой интегрированных маркетинговых коммуникаций (ИМК) сегодня понимается взаимодействие всех элементов маркетинга.

Немаловажным будет упомянуть, что элементы в системе при реализации идут друг за другом: так, хорошо показавшая себя реклама запускает процесс стимулирования сбыта, распространяемый товар начинает расходиться на торговых точках. Далее в игру вступает повышение лояльности потребителей к бренду, а именно – работа специалистов по Public Relations. После чего начинает работать стимулирование повторных покупок, тем самым создаются продолжительные коммуникации между потребителем и компанией. Таким образом, реклама способствует тому, что потенциальный покупатель получает информацию о товаре или услуге, что в итоге, с использованием остальных методов системы ИМК, приводит либо к единоразовым, либо к повторным покупкам, то есть, реклама выступает в качестве первого и основополагающего элемента в системе.

Интернет обладает круглосуточной доступностью, возможностью чёткого таргетирования аудитории, что позволяет использовать систему ИМК в полной мере – обеспечивается ускоренная работа интегрированных коммуникаций, а также всегда можно отследить и проанализировать текущие результаты, потому что цифровая аналитика рекламных и PR-кампаний в Интернете ведётся в реальном времени.

Рассмотрим на примере продвижения услуг авиационной компании «Победа», как реклама взаимодействует с другими видами коммуникации в системе ИМК. Для этого достаточно рассмотреть их страницу в социальной сети Instagram, где посты выкладываются как раз-таки в соответствии с комплексом маркетинговых коммуникаций. Тут есть коммерческие посты, призывающие ознакомиться с новыми акциями на зарубежные курорты, а также красочно оформленные блоки, информирующие о предстоящих скидках на авиабилеты и открытии новых маршрутов. Присутствуют посты в формате личного блога, которые создают специалисты по связям с общественностью. Данный блог рассказывает о всевозможных лайфхаках при использовании услуг авиационной компании, а также о помощи путешественникам. Здесь и коллаборационные посты с другими компаниями, к примеру, с компанией «Aviasales», что говорит нам о спонсоринге. И колл-центр, который 24 часа в сутки осуществляет обратную связь, но, конечно, занимается параллельно прямыми продажами. Так, мы видим, что в одном только социальном профиле компании реклама отлично гармонирует с другими элементами системы ИМК, играя информирующую роль во

всём комплексе и подталкивающая потребителей к покупке билетов коммерческим постом в социальной сети. И это мы рассмотрели лишь Instagram-аккаунт, не касаясь остальных внешних коммуникаций бренда.

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод о продуманном использовании системы интегрированных маркетинговых коммуникаций авиакомпанией «Победа». Реклама в системе интегрированных коммуникаций является неотъемлемым и важнейшим инструментом, который отвечает за информирование потребителей и за постепенный перевод их из потенциальных во вполне лояльных и активных покупателей. Также, все минусы рекламы, такие как неспособность осуществить физическую продажу или недоверие со стороны потребителя отлично поддерживается другими элементами из комплекса ИМК, что позволяет осуществлять полный спектр маркетинговых коммуникаций с потенциально аудиторией без всяких потерь и упущенной выгоды, что мы могли увидеть на примере продвижения услуг авиационной компании «Победа».

Концепция бренда российской частной космической компании S7 Space

Некрасов Г.А.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва

Актуальность исследования. В последнее время во всем мире наблюдается процесс создания частных космических компаний, которые занимаются не только перевозками, но и космическим туризмом. В Российской Федерации такой компанией является компания S7 Space.

Новизна исследования состоит в том, что бренд S7 Space является брендом-новатором. На сегодняшний день на территории России и СНГ не существует ни одного частного бренда, который бы занимался запуском и выводом на орбиту Земли космических аппаратов.

Компания S7 Space или «С7 космические транспортные системы» – это первая частная космическая российская компания, которая занимается запуском ракет и выводом космических объектов на орбиту Земли. Она была основана в марте 2016 года. Бренд S7 Space является брендом с расширением от основного бренда S7 Airlines.

Бренд S7 Space — это частный коммерческий проект, направленный на получение прибыли, который одной из главных целей своего развития ставит конкурентную борьбу с западными космическими компаниями.

Идентификация бренда в первую очередь происходит через визуальный образ бренда аматеринской компания S7 Airlines, которая существует на рынке с 2005 года. Слоган компании: «Свобода выбирать».

К ключевым ценностям бренда относятся узнаваемость, которая вызывает у своих потенциальных клиентов доверие; эмоции, воспоминания и переживания – все это ценности бренда S7 Space. Воспоминания о первых запусках компании с платформы «SeaLaunch», переживания за успех миссий, эмоции, пережитые вместе с командой инженеров компании S7 Space. Все это делает бренд полезным для потребителей.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в России начинают появляться и развиваться частные космические компании, которые активно развивают и продвигают свой бренд не только на российском, но и на зарубежном рынках.

Особенности рекламных услуг авиационных компаний для молодежной аудитории

Нзерибе С.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва

Рекламные услуги — это услуги по созданию, распространению и размещению информации, предназначенной для неопределенного круга лиц и призванные формировать или поддерживать интерес к физическому или юридическому лицу, товарам, товарным знакам, работам, услугам.

Актуальность исследования обусловлена тем, что рекламные услуги необходимы абсолютно каждому предприятию, в том числе и авиационному, так как без них оно не может функционировать и существовать.

Новизна работы заключается в определении особенностей рекламных услуг авиакомпаний для молодежной аудитории.

При разработке рекламы для молодежной аудитории, необходимо учитывать следующие особенности:

1. Основным каналом коммуникации для молодежи являются социальные сети.
2. Большое влияние на молодежную аудиторию оказывают блогеры или инфлюенсеры, а также амбассадоры.
3. Большинство представителей молодежной аудитории - визуалы.
4. Молодые люди предпочитают развлекательный контент подачи информации. Авиационные компании создают собственные игры, тесты и интерактивный креатив, полезный (образовательный) рекламный контент.
5. Предоставление льгот и скидок молодым пассажирам. Так, авиакомпания «Аэрофлот» постоянно проводит акции для своих молодых клиентов.

Таким образом, при разработке рекламных услуг авиационных компаний для молодежной аудитории, необходимо учитывать специфику медиапотребления и адаптацию рекламных услуг авиационных компаний под новые форматы, площадки и лидеров мнений. Все это дает новое представление и понимание о рекламных услугах авиационных компаний, ориентированных на молодежную аудиторию, для привлечения новых клиентов.

Маркетинговые решения в машиностроительной отрасли

Петюкевич Т.В.
Научный руководитель — к.э.н. Казакова Н.В.
МАИ, Москва

Машиностроительная отрасль, в современных отечественных условиях, характеризуется детерминантой развития всей экономики Российской Федерации, но и также подвергается, в наивысшей степени, кризисным явлениям:

- Недостаточность высококвалифицированного персонала;
- Изношенность производственных баз;
- Нехватка инвестиций;
- Продукция предприятий обладает низкой конкурентоспособностью.

Для достижения высоких результатов и снижения неблагоприятных явлений, отечественным машиностроительным предприятиям необходимо использовать инструменты маркетинга, позволяющие определить стратегические решения и направленность организаций на интенсификацию процессов заданных целей.

Важность внедрения в отечественный машиностроительный комплекс, маркетинговых решений, обуславливается и тем, что сектор машиностроения является основой промышленного производства в Российской Федерации, который характеризует необходимость взвешенного подхода к решениям ряда имеющихся проблем, что обусловлено следующими факторами:

- Машиностроительная отрасль выступает в качестве катализатора научно – технического прогресса в различных секторах хозяйствования;
- Машиностроительный комплекс является самой сложной отраслью отечественной промышленности производящий широко дифференцированную продукцию – от наиболее активной части основных фондов, до повседневных бытовых приборов;
- Машиностроительные предприятия ведут деятельность и на отечественном оборонном комплексе, следовательно, активное развитие таких предприятий определяет обороноспособность Российской Федерации;

• Машиностроительные предприятия в отечественной экономике, выпуская свыше 75% по своей специализации, получили монополистическое положение в занимаемом секторе экономики, что обуславливает их высокую экономическую и социальную значимость;

• На долю машиностроительной отрасли приходится в среднем 15% Валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации.

Следовательно, качественно заданные маркетинговые решения, будут способствовать к развитию отрасли машиностроения, выводя каждое предприятие на новый уровень и становлением Российской Федерации высоко конкурентным поставщиком на мировом рынке.

Маркетинговые решения представляют собой совокупность воздействий на маркетинговую среду и окружение организаций – потребителей, конкурентов, рынок, партнеров и т.д., и предпринимаются для достижения целей предприятий.

Сами решения, принимаются при наличии следующих условий:

• Использование научных подходов и положений принятия решений;

• Изучения воздействия экономических законов на эффективность решений в области маркетинга;

• Обеспечение лиц, принимающих решения, качественной информацией;

• Обеспечение условий для разработки альтернатив и многовариантности решений;

• Задействование в процессе принятия решений современных информационных технологий;

• Соблюдение правовой защищенности принимаемых решений;

• Внедрение эффективных систем стимулирования и ответственности.

Маркетинговые решения в машиностроительной отрасли позволят отечественным предприятиям эффективно выстроить свое функционирование и принести результативные изменения в ряд элементов их существования:

• Решения в ценовой политике предприятия;

• Решения в товарной политике предприятия;

• Решения в сбытовой политике предприятия;

• Решения для привлечения инвесторов;

• Решение использования директ – маркетинга на предприятии и т.д.

Внедрение на предприятиях машиностроительной отрасли маркетинговых решений, учитывающих особенность отрасли, специфику выпускаемой продукции и её жизненного цикла, использование профессионального кадрового потенциала, обладающего способностью к анализу и оценке, позволят снизить кризисные явления имеющиеся в отечественных условиях, а также принятые маркетинговые решения помогут организовывать хозяйственную деятельность так, чтобы в назначенные сроки предприятие смогло получить результат, к которому стремится – прибыльное удовлетворение потребностей своих потребителей.

Специальные мероприятия в создании имиджа авиационной компании «Россия»

Полубкова Н.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва

АО «Авиакомпания «Россия» входит в состав Группы «Аэрофлот» и является одним из крупнейших авиаперевозчиков России. В качестве PR-технологий создания и поддержания общего имиджа компании и услуг, PR-специалисты компании разрабатывают и затем проводят специальные мероприятия, которые привлекают внимание СМИ и целевой аудитории.

Актуальность исследования связана с тем, что авиакомпании приходится разрабатывать новые подходы в поддержании своего имиджа в непростое для авиационной отрасли всего мира время.

Новизна исследования состоит в изучении специальных мероприятий, которые были проведены для создания положительного имиджа компании за период 2016-2021 годы. Итак, авиакомпанией «Россия» были проведены следующие специальные мероприятия:

1. Проект «Тигролет» (сентябрь, 2016).
2. Самолет в специальной ливрее - «Спортолет» (май, 2018).
3. Конкурс «Плюсы Вашего полета с «Россией» (март-апрель, 2018).
4. 2019 год был объявлен годом театра в авиакомпании «Россия». Авиакомпания выпустила серию короткометражных кинороликов.
5. На 75 годовщину Победы в ВОВ, «Россия» подготовила фильм о подвигах пяти гражданских авиаторов (2020).
6. Открытый урок для первого потока учеников класса авиационной направленности, функционирующего под эгидой авиакомпании «Россия», на базе Мурманского академического лицея (октябрь, 2020).
7. Самолеты авиакомпании получат названия городов трудовой доблести (2021).

Таким образом, технологии по связям с общественностью в виде специальных мероприятий используются для реализации определенных целей и задач, что позволяет управлять имиджем организации и поддерживать его. Авиакомпания «Россия» делает упор на формирование социально направленного имиджа компании, путем проведения специальных мероприятий среди своих потенциальных клиентов.

Место фирменного стиля в коммуникативной политике авиакомпании «Россия»

Последова А.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Коммуникативная политика организации – важнейшая деталь ее деятельности. Это, прежде всего, действия и усилия, направленные на информирование потребителей и других заинтересованных аудиторий о компании, ее деятельности и продукции. Коммуникативная политика также подразумевает создание и использование фирменного стиля, что в современном мире - исключительная необходимость для организаций, стремящихся к успеху.

Использование фирменного стиля в рамках коммуникативной политики способствует созданию достойной репутации среди заинтересованных сторон предприятия, которая будет влиять на решение о приобретении продукции и услуг этой компании, желанию работать в ней или инвестировать, что имеет большую стратегическую значимость. Она обеспечивает признание и легитимность со стороны заинтересованных групп, формирует прибыль, а также дает конкурентные преимущества.

Фирменный стиль - это образ компании, который позволяет ей выделиться среди большого количества конкурентов на рынке, система идентификационных признаков для формирования образа предприятия. В данную систему обычно входят товарный знак, логотип, слоган, корпоративная цветовая гамма, графические и шрифтовые константы. Все основные элементы помещаются в брендбук. Помимо этого, коммуникация с потребителями может осуществляться с помощью корпоративного героя, печатной и сувенирной продукции, оформленной в едином стиле с логотипом компании.

Участник группы «Аэрофлот» — российская авиакомпания «Россия» — на сегодняшний день является одним из крупнейших авиаперевозчиков в Российской Федерации. Логотип авиакомпании является главной константой фирменного стиля и состоит из двух элементов: знака в виде инверсионного следа от самолёта, повторяющего черты латинской буквы R, и фирменного начертания; представлен в двух вариантах – кириллица и латиница, что является средством обращения к российской и международной аудитории.

В основе цветовой гаммы — доминирование красного и белого цветов с дополнительными акцентами темно-синего, что вызывает ассоциации с национальным

флагом Российской Федерации, величием и силой государства, его идеологией. Графические константы авиакомпании неразрывно связаны со сферой ее деятельности: паттерн универсального использования образовывается из повторений элемента, схожего с турбиной воздушного судна. «Россия» имеет уникальный одноименный шрифт, выполняющий задачу усиления визуальной цельности образа компании и привлекающий внимание потенциальных пассажиров.

В системе графических элементов фирменного стиля заданный образ поддерживает коммуникационную связь с внутренней и внешней аудиторией начиная от деловой документации и заканчивая ливреей. Например, от носовой к хвостовой части самолетов «России» паттерн становится менее плотным — словно следует за потоком воздуха. Этот приём помогает передать пассажирам чувство легкости, полёта, даже когда самолёт находится на земле. Акцидентная линия-самолет, пиктограммы, форма экипажа – все созданные элементы корпоративного стиля «России» вдохновляют и формируют патриотические настроения у сотрудников, что отлично сказывается на результатах работы.

Эффективная коммуникативная политика организации способствует обеспечению стабильного формирования спроса и продвижения предложения товаров и услуг на рынки для того, чтобы удовлетворить потребности покупателей и получить прибыль. Фирменный стиль делает организацию узнаваемой, что в свою очередь помогает сократить затраты на рекламу. Это позволяет эффективно решать комплекс маркетинговых задач, в том числе по влиянию на аудиторию, конкуренции и управлению производством, так как потребитель по элементам фирменного стиля быстрее идентифицирует компанию, покупая сразу и положительные эмоции, чему способствует фирменный стиль.

Особенности интернет-коммуникаций в работе с потенциальными абитуриентами Московского авиационного института (национального исследовательского университета)

Рахманов И.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Интернет-коммуникации в работе с потенциальными абитуриентами вузов в наше время становятся одним из важнейших элементов коммуникативной деятельности организации. Они позволяют формировать доверительные отношения с нашей основной аудиторией – будущими студентами. Перед поступлением в вуз многие абитуриенты интересуются его жизнью, жизнью студентов в нем, различными мероприятиями, которые там проводятся, эта и прочая информация позволяют формировать имидж. Грамотно сформированный позитивный имидж включает в себя и качество образования, но оно далеко не всегда является решающим фактором в выборе вуза.

Для создания благоприятного образа в глазах потенциальных абитуриентов можно использовать такие инструменты как: веб-сайт вуза, официальные странички в соцсетях, проведение онлайн-трансляций различных мероприятий, работу с отзывами и так далее.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) имеет представительство в соцсетях, среди них «Вконтакте» – как официальный аккаунт Московского авиационного института, так и группы для поступающих различных на факультеты, «Instagram», «Facebook», «Twitter» и «YouTube». К сожалению, не все страницы в социальных сетях достаточно разработаны, а некоторые из них имеют скорее стихийный характер публикаций, а не систематический, что может негативно сказаться на эффективности коммуникационной политики в сети Интернет. Однако несмотря на наличие слабых мест в коммуникационной политике в Интернете, она является эффективной.

Во многом это заслуга веб-сайта МАИ. Сайт имеет как приятный проработанный стиль, соответствующий концепции вуза, так и богатое информационное наполнение по широкому спектру вопросов и проблем. В дополнение к этому разработана удобная система навигации, облегчающая посетителям сайта поиск нужной информации.

Для получения специализированной информации возможно посещение организуемых в соцсетях прямых трансляций. Проводятся беседы с компетентными представителями ВУЗа по определенным темам, в текущих условиях в сеть перешли и дни открытых дверей. Что позволило увеличить охват аудитории, по сравнению с традиционным методом проведения.

Налаживание работы инструментов интернет-коммуникаций, как единой системы позволит не только привлечь абитуриентов, но и окажет позитивное влияние на нынешних студентов вуза. Также будет улучшаться имидж МАИ, что благодаря накопительному эффекту в долгосрочной перспективе позволит снизить расходы на рекламную деятельность. Благоприятный имидж окажет воздействие и на косвенные аудитории, такие как родители, лидеры мнений, работодатели, представители органов власти и управления, СМИ и т.д. Эти аудитории также имеют влияние на процесс принятия решения о поступлении в определенный вуз абитуриентами.

Применение маркетинговых инструментов в аэрокосмической отрасли

Романова Е.С.
Научный руководитель — к.э.н. Зубеева Е.В.
МАИ, Москва

Авиакосмическая отрасль развивается внутри и влияет на развитие общества, так и развитие общества влияет на внутреннее развитие аэрокосмической отрасли. На текущий момент в любой сфере применение маркетинговых инструментов всегда влечёт за собой прирост эффективности показателей, на которые направлены эти инструменты. Так, к примеру, в рамках текущих обстоятельств пандемии, многие организации в рамках маркетинговой деятельности принимают сторону экологичности, безопасности и чистоты, применяя инструменты рекламы, ребрэндинга, копирайтинга и.т.д., что стимулирует клиентов к увеличению доверия к данным организациям, т.к. в рамках текущих реалий это очень актуально. Это один из множества примеров, как маркетинговый инструмент влияет на взаимоотношения той или иной организации, деятельности, сферы с людьми и обществом в целом.

Также эти маркетинговые инструменты могут помочь в развитии организации внутри, ведь они не всегда направленны на такое прямое оптимизационное действие, как привлечение новой клиентуры. Иногда эти маркетинговые инструменты позволяют развивать организацию изнутри.

Аэрокосмическая отрасль всегда была, и является до сих пор одной из самых сложных, трудоемких, и наукоемких отраслей. Для того чтобы не потерять лидерские позиции и одну из главенствующих ролей в экономике, необходимо постоянно презентовать большую эффективность и способность соответствовать современным позициям информационного общества, а также внедрять инструментарий, который поспособствует прогрессу в данной сфере.

Исходя из этого мы понимаем, что для работы в аэрокосмической отрасли необходимо привлекать высококвалифицированных, опытных, стрессоустойчивых и креативных сотрудников. Зачастую именно благодаря сотрудникам той или иной организации развивается сфера, к которой она принадлежит.

21-й век – это век высоких технологий, развитие IT-сферы, использование инновационных интернет-технологий, модернизация и оптимизация любых процессов. Именно поэтому один из наиболее новых инструментов маркетинговой деятельности – Digital маркетинг, сейчас набирает популярность и его использование, является неотъемлемой частью развития любой отрасли.

Одним из важнейших инструментов Digital-маркетинга является Digital-реклама. Именно этим инструментом в наше время пользуются любая сфера, организация и деятельность, если хочет повысить тот или иной показатель своей деятельности. Он способствует повышению эффективности развития любой сферы.

Digital-реклама делится на два вида: медийная и перфоманс Digital-реклама.

Благодаря этим двум инструментам Digital-маркетинга м использование каждого из них, можно развить аэрокосмическую отрасль, как изнутри так и извне.

При использовании медийной Digital-рекламы мы можем стимулировать увеличение узнаваемости брэнда организации, которая входит в аэрокосмическую отрасль, увеличение доверия к ней, информирование о её принципах и деятельности на рынке, а также информирование потенциальных клиентов о её существовании, что увеличит впоследствии её конкурентоспособность.

При использовании перфоманс Digital-рекламы мы стимулируем конкретные показатели, которые хотим оптимизировать: привлечение высококвалифицированных сотрудников, которые имеют необходимое образование, опыт работы и стаж на рынке, и стимулирование таких работников откликаться нвакансии, что позволит развить организацию, которая входят в аэрокосмическую отрасль, с точки зрения повышения высококвалифицированных сотрудников, которые являются элементами этой организации. Также этот инструмент может стимулировать потенциальных клиентов приобретать ту или иную услугу, которую предоставляет организация, входящая в аэрокосмическую отрасль.

При использовании данных инструментов в аэрокосмической отрасли, происходит процесс двухстороннего развития организации, которая являются частью этой отрасли. С одной стороны, происходит развитие извне, что сказывается на положении той или иной организации на рынке аэрокосмической отрасли. С другой стороны, происходит внутреннее развитие организации, которая может способствовать развитию деятельности, характерной для аэрокосмической отрасли (например, создание новой модели ракеты/самолёта, создание менее энергозатратного двигателя, избавление от экологических выбросов того или иного объекта, и т.д.).

Список использованных источников:

1. Цахаев Р.К., Муртузалиева Т.В., Алиев С.А. Ц24 Основы маркетинга: Учебник / Р.К. Цахаев, Т.В. Муртузалиева, С.А.Алиев.— М.: Издательство «Экзамен», 2005. — 448 с.

2. Костромина Е. В. Авиатранспортный маркетинг / Е. В. Костромина. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 360 с.

3. Диденко Н. И. Международный маркетинг: учебник для бакалавров / Н. И. Диденко, Д. Ф. Скрипнюк; отв. ред. Н. И. Диденко. – М.: Юрайт, 2012. – 556 с.

Укрепление конкурентоспособности авиакомпании «Аэрофлот — российские авиалинии» рекламными и PR-средствами

Рыжкова О.Н.

Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.

МАИ, Москва

Актуальность. Конкуренция существует в любой сфере деятельности, и авиационная отрасль не является исключением. Особенно остро этот вопрос стоит в период пандемии короновируса, когда произошло резкое снижение пассажиропотока и ограничение авиасообщения со многими странами.

Укреплением конкурентоспособности авиакомпаний занимаются PR-отделы, используя для этого как рекламные, так и PR-средства. Не является исключением из этого и российская авиакомпания ПАО «Аэрофлот – российские авиалинии».

Новизна исследования состоит в анализе применения сотрудниками PR-отдела данной компании рекламных и PR-средств за период с сентября 2020 года по февраль 2021 года. Исследование позволило выделить следующие рекламные и PR-средства:

1. «Специальные предложения» на билеты по России с 50% скидкой.

2. Изменения в детском меню для маленьких пассажиров бизнес-класса перед Новым годом.

3. Ежегодный новогодний розыгрыш бесплатных билетов на рейс в ночь на 1 января.

4. «Специальные условия» для более быстрого получения элитных уровней по программе лояльности «Аэрофлот Бонус» (январь, 2021).

5. Размещение в социальных сетях видео роликов, посвященных обработке салонов самолетов дезинфицирующими средствами в рамках профилактики новой короновирусной инфекции.

Итак, проанализировав работу PR-отдела за последнее полугодие, можно подвести итог, что компания «Аэрофлот» использует все необходимые для современных условий рекламные и PR-средства для поддержания и укрепления конкурентоспособности. Благодаря профессионализму, грамотной работе PR–отдела и всей компании в целом, авиаперевозчик имеет хорошую репутацию и занимает лидирующие позиции на рынке.

PR космоса в России

Сорокина Н.П., Свирина Ю.С.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Тараненко А.В.
МАИ, Москва

Актуальность исследования связана с тем, что в современных реалиях изучение космоса является одной из основополагающих целей для развития будущего, большинство стран тратят огромные средства на исследования и накопление знаний о космосе. Удачный пиар может продвинуть любой проект, сделать его узнаваемым, увеличить просмотры в социальных сетях. Вложения в проект или сферу пойдут только тогда, когда этот проект или сфера станут узнаваемы большей частью целевой аудитории.

Новизна исследования состоит в предпринятой авторами попытке выделить периоды развития PR космической отрасли Российской Федерации.

Исходя из исторического развития нашей Родины, можно выделить 2 периода в развитии связей с общественностью космического пространства:

1) Советский период. Начинается с полета в космос Ю.А. Гагарина 12 апреля 1961 года. В Советском Союзе была прекрасно развита популяризация космонавтики. Выходили научно-популярные книги для дошкольников, школьников и взрослых; журналисты работали в ЦУПах в самые ответственные и решающие моменты космических программ. Космонавты были кумирами, которым хотели подражать миллионы. По каналам СМИ распространялись детально проработанные журналистские тексты, документальные фильмы и передачи.

2) Российский период, начинается с распада СССР 26 декабря 1991 года. В первые годы существования нового государства характеризуется застоем во сферах деятельности, в том числе и в космической. Только начиная с 2000 годов в стране начинается пропаганда космоса. Примерами такой пропаганды можно назвать множественные фильмы и передачи по ТВ («Белое солнце Байконура 2006», «Космос говорит по-русски» 2007, «Первые на луне» 2008 и т.д.). Сегодня Роскосмос продолжает популяризовать космическое пространство и разработки наших ученых, однако его попытки очень слабые. Современная космонавтика нуждается в PR, и на это есть ряд причин. Во-первых, PR даст возможность привлечь новые кадры и удержать старые, так можно избежать текучки кадров и умов из страны. Во-вторых, PR – это хороший способ привлечь инвесторов и спонсоров, дополнительный бюджет даст новый толчок в развитии, т.к. позволит приобрести новейшее оборудование или же создать его.

Таким образом, сегодня мы можем наблюдать возрождение популярности космоса и космонавтики. В России живут и работают талантливые инженеры и ученые, они каждый день создают что-то новое; а главная задача тех, кто работает в сфере PR, — показать это общественности в новом ракурсе, который помогает сделать космос интереснее и ближе.

Технологии product placement в кинематографе
для продвижения услуг авиационной отрасли

Сучков А.М.
Научный руководитель — Алехина О.А.
МАИ, Москва

На сегодняшний день интегрированные маркетинговые коммуникации являются неотъемлемой частью современного мира, без которой уже невозможно представить нашу жизнь. Коммуникативное пространство создается с помощью большого количества инструментов и технологий. Product placement, как один из инструментов, является уникальным средством управления массовым сознанием и покупательским поведением.

В связи с огромным количеством рекламно-информационных материалов, обрушивающихся на современного потребителя, целевым аудиториям становится все сложнее уловить суть сообщений, понять, что именно происходит. Соответственно, такие явления, как «баннерная слепота», встречающаяся у пользователей, уже не являются чем-то из ряда вон выходящим. Следовательно, люди, уставшие от назойливой рекламы, как на сознательном, так и бессознательном уровнях, пытаются избегать контактов с ней.

Актуальность темы состоит в том, что в современных условиях все сложнее представить жизнь общества без развлекательной составляющей. Именно на этой потребности аудитории основана эффективность использования технологии product placement в кинематографе.

Е.В. Ромат дает следующее определение product placement: «Продакт плейсмент представляет собой синтетическое средство маркетинговых коммуникаций, использующее интеграцию информации о товарах, компаниях, брендах, конкретных лицах и территориях в сюжеты и контекст художественных произведений для достижения коммуникационно-маркетинговых целей коммуникатора».

Одним из вариантов такого продвижения является life placement - технология создания положительных эмоций от использования продукта, общение с потребителем, которое переходит в восхищение продукцией фирмы, формирование определенного образа жизни.

Исключительность product placement заключается в том, что, будучи интегрированным в сюжет фильма, он является составной частью развлекательной сферы и одновременно с этим несет неявный рекламный посыл для продвижения товаров и услуг.

С помощью такого вида искусства как кинематограф, технологии product placement и life placement могут существенно влиять на зрителя и продвигать услуги в аэрокосмической отрасли.

Кинематограф, как современное медиа, является эффективным средством для реализации таких функций, как развлечение, воспитание, просвещение, благодаря чему является привлекательным каналом коммуникации для организаций. Реализация эффективного влияния на аудиторию в авиационной сфере несет в себе ряд особенностей, так как данная отрасль содержит секретные данные, имеет повышенное внимание масс, находится в подвешенном, потенциально кризисном состоянии и входит в перечень важных направлений для государства.

Кинематографические произведения уже успели доказать свою эффективность при формировании положительного имиджа, как отдельных компаний и организаций, так и авиационной отрасли в целом:

- В фильме «Елки» зрителям демонстрируют визуальный вариант product placement авиакомпании «S7 Airlines» в виде накладок под голову с логотипом компании;
- В ремейке фильма «Экипаж», который вышел на экраны в 2016 году, помимо национального российского авиаперевозчика - авиакомпании «Аэрофлот – российские авиалинии» - продвигается профессия и образ пилота в целом, то есть, присутствует life placement;
- В фильме 2007 года «Ирония судьбы. Продолжение» реклама авиакомпании «Аэрофлот» присутствует в виде рекламного щита в аэропорту, билета, пассажирских кресел с фирменным подголовником;

• В фильме «О чем говорят мужчины. Продолжение» 2018 года продвигается авиакомпания «Россия», зрители видят рекламные щиты в аэропорту, ливрею воздушного судна, салон.

Технологии Product placement присутствуют в данных фильмах в визуальном и кинестетическом вариантах, то есть целевая аудитория может увидеть не только элементы фирменного стиля авиационных организаций, но также и то, что герои пользуются услугой воздушной перевозки.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование product placement в кинематографе для продвижения услуг компаний авиационной отрасли является привлекательным вариантом для организаций, поскольку в последнее время данная технология полноправно утвердилась в ряду других, позволяющих эффективно сформировать массовое потребительское поведение.

Список использованных источников:

1. Алехина О.А., Уколова Л.Е. Кинематограф как одно из средств формирования информационного пространства организаций аэрокосмической отрасли в России [Электронный ресурс] // Коммуникология. – 2020. – Том 8. – № 1. – С. 155-166. Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1lIe9m2L0raNYUglIhaHAsCyANQVmipN9/view (дата обращения 10.02.2021).

2. Чумиков А.Н., Бочаров М.П., Самойленко С.А. Реклама и связи с общественностью: профессиональные компетенции: учебное пособие. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2016. — 520 с.

3. Ромат Е.В. Сендеров Д.В. Маркетинговые коммуникации. СПб.: Питер, 2018. — 495 с.

Модульные технологии в PR-деятельности авиационных организаций

Тихомиров И.А.

Научный руководитель — Гуляев В.В.

МАИ, Москва

На данный момент существуют разные авиационные предприятия. Оказание авиатранспортных услуг на современном рынке связано с жесткой конкуренцией и различными экономическими факторами. Для грамотной реализации деятельности и эффективного распределения ресурсов компании требуется уделить внимание разработке стратегии.

Использование различных технологий позволяет наиболее продуктивно добиваться поставленных целей и задач. Очередность действий обусловлена необходимостью формирования социального поведения общественных групп. Для этого применяются различные механизмы и группы технологий. Именно их комплексное использование способствовало созданию нового понятия – “модульные технологии”.

Комплекс технологий позволяет реализовать направленные действия. Таким образом, требуется применение технологических схем, которые именуются как модульные технологии (модули). Само использование модуля предоставляет возможность целенаправленного использования имеющихся ресурсов в PR-проекте.

Сами модули бывают общего плана, из которых впоследствии выделяются и другие группы (RACE):

R - это Research (Модуль представляет собой анализ и постановку необходимой задачи);

A - Action (Модуль представляет собой разработку сметы и соответствующей программы);

C - Communication (Общение: осуществление программы информационно-коммуникативными средствами);

E - Evaluation (Модуль представляет собой оценку, включающую в себя определение результатов и введение изменений в программу).

Частные модули выделяются уже из имеющихся модулей общего плана:

Пресс-конференции, выступления (устные/письменные), выбор спонсоров, выставки и др.

Для грамотного использования данных модулей необходимо обладать знаниями и верным подбором модульных технологий. Для этого требуются знания в таких инструментах, как:

- Пакет базовых материалов;
- Идентификационные атрибуты;
- Пул СМИ;
- Презентация;
- Пресс-конференция;
- Пресс-тур.

Оптимизация и рационализация являются первоочередными задачами, как процессы, которые способствуют эффективной реализации поставленных задач. Информационные базовые материалы представляют собой основу модульных технологий. Пакет информационных материалов должен воздействовать на целевую группу, где присутствуют СМИ, и представлять наиболее полную и подробную информацию с целями и задачами проекта. Так выделяются требования к технологическому модулю:

- Информационная достаточность и разнообразие;
- Наличие аналитической информации;
- Возможность удобного использования информации СМИ.

Таким образом, в целях эффективного использования ресурсов авиационной организации необходимо использовать модульные технологии. Модули – это универсальный технологический инструментарий, без использования которого сложно представить себе организацию отдельных PR-событий. Это позволяет PR-специалисту оптимизировать деятельность субъектов для выполнения необходимых задач. Необходимо объединять все мероприятия и акции фирменным стилем и внимательно отнестись к логотипу (товарному знаку), как идентификационной атрибутике. Влияние цветовой гаммы и графического оформления материалов позволит наиболее подходящим образом воздействовать на целевую аудиторию.

Нативная реклама и ее роль в популяризации космической отрасли

Фадеева А.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Бубнов В.В.
МАИ, Москва

Вселенная для современного человека стала ближе. Космическое пространство используется во благо человечества: спутниковая связь и GPS-навигация, солнечные батареи, съемки спутников и многое другое – все это прочно укоренилось в нашей повседневной жизни благодаря исследованиям и разработкам для освоения космического пространства. Но освоение космического пространства требует больших капиталовложений от частных лиц и государства, что приводит к необходимости привлечения инвестиций и создания положительного общественного мнения.

Важнейшей технологией популяризации космической тематики является нативная реклама, то есть «встроенная» реклама, в которой при информировании, развлечении адресата рекламы ему непринуждённо сообщается дополнительная информация от рекламодателя.

Цель нативной рекламы, как инструмента привлечения внимания к космической отрасли имеет два аспекта. С одной стороны, это непосредственное представление космической отрасли, с другой – изменение мышления и сознания потребителя: повышение интереса к освоению космоса, осознание социальной и экономической целесообразности развития космической отрасли.

Классические примеры нативной рекламы космической отрасли – художественное и документальное кино, новостные сообщения, научные статьи и подобное.

Сегодня можно говорить о новом направлении проникновения информации о космосе и космической отрасли в сознание потребителя – реклама товаров народного потребления.

В рекламе космического обогревателя Теплэко подчёркивается «космическое» происхождение техники. Дополнительная идея рекламы: космическая отрасль – гарант надежности, она приходит на пользу людям. Сотни ежедневно окружающих нас в быту и упрощающих нашу жизнь вещей являются наследием космонавтики. В производстве электрического обогревателя Теплэко используется кварц, который широко применяется при освоении космоса благодаря своим исключительным физико-химическим свойствам. Например, кварцевые волокна (из диоксида кремния) применялись для обеспечения эффективной тепловой защиты космических аппаратов типа «Буран».

Отличную рекламную кампанию товара через обращение к теме освоения космоса представила марка Aqua Minerale (компания PepsiCo). Главная героиня рекламного ролика – космический ученый-исследователь. «Я хочу быть на высоте и в космосе, и на Земле» - говорит она и добавляет, что жизненные силы для этого ей дает вода Aqua Minerale. Удачный пример популяризации технических наук, космической отрасли.

Первым рекламным роликом, снятым в космосе, является реклама молока TNUVA. Ролик с названием «Молоко в космосе» появился на израильском телевидении. Тогдашний командир орбитальной станции «Мир» космонавт Василий Циблев, находясь в невесомости, подлетал к пачке с молоком и пробовал напиток. Результат не заставил себя ждать – рекламу показали почти все мировые СМИ, а молоко стало бестселлером. Бюджет от ролика был переведен на счета ракетно-космической корпорации «Энергия», а сама корпорация вызвала дополнительный интерес общественности.

Открытие космоса для жизни пропагандирует реклама Илона Маска, суть которой заключается в запуске в космос ракеты с автомобилем Tesla на борту. Автомобиль начал движение к поясу астероидов около Марса, достигнув которого, ракета останется на орбите, и этот режим должен продлиться, по утверждению Илона Маска, миллиард лет. Сам он представил свою акцию как попытку увековечить в космосе достижения человеческого разума и инженерной мысли. Это тоже неплохой пример популяризации космической отрасли.

Таким образом, мы видим, что, действительно, хоть в рекламе и демонстрируется товар и рассказывается о его выгодных свойствах, но скрытое и ненавязчивое появление космической тематики, гармонично вписанной в сюжет роликов, воздействует на сознание и мышление потребителей, заставляет понять, что космическая отрасль делает жизнь комфортнее.

Исследования в интернете с целью повышения эффективности коммуникативной деятельности

Хакимов Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.ю.н. Дубинина Н.М.
МАИ, Москва

Интернет представляет собой сложную среду, обладающую специфическими признаками, не свойственными традиционной среде коммуникации. Это характеризуется детальным распределением каналов коммуникации, которые, в свою очередь, являются многофункциональными платформами. Учитывая свойственные им закономерности, возможно установить понятие об особой форме коммуникации, обусловленной технической структурой её среды. Человек в данной детализированной системе является прежде всего пользователем, которому присущи конкретные характеристики. Помимо этого, он, в соответствии с техническими и психологическими факторами, придерживается отличной от традиционной формы поведения. Понимание данных факторов позволяет рассматривать и прогнозировать поведение субъекта в Интернет-среде, что осуществляется путём анализа информации о нём. Также на основе данных можно эффективнее сегментировать аудиторию организации. То есть, исследования в Интернете позволяют повысить эффективность коммуникации

Одними из основополагающих факторов эффективной коммуникативной деятельности организации авиакосмической отрасли можно считать установление чётких бизнес-задач, позиционирование товаров и понимание потребностей клиентов в соответствии с установленными задачами. Проводя коммуникативные исследования в Интернете, возможно создать профиль потребителя, в результате взаимодействия с которым товар будет реализован наиболее эффективно. Данные принципы применяются к каждому целевому рынку компании.

Можно отметить, что любые действия по продвижению товаров и услуг, а также по повышению лояльности клиента, будут основаны на данных о потребителе. Но маркетинг на основе баз данных позволяет точно идентифицировать клиента и его потребности. Ключевыми данными являются:

- Идентификационные данные (используются только по согласию пользователя)
- Пол
- Почтовый адрес
- Номера телефонов (личный, рабочий) с указанием оператора связи
- Адреса электронной почты (личный, рабочий)
- Аккаунты в социальных сетях
- Идентификаторы в CRM-системе
- Данные о трудоустройстве (место работы, должность)
- Данные о предпочтениях в том, что касается коммуникации (какую информацию хочет и не хочет получать клиент).

Для создания информационной модели и проведения сегментации также используется информация о проведённых операциях:

- Идентификатор клиента, местоположения совершения покупок и цена приобретаемых товаров
- Информация о продукте — сегмент, бренд, иерархия продуктов, размер, и т.д.
- Информация о транзакции — объём продаж, детали счёта, её дата, время и идентификатор товара.

В процессе улучшения коммуникации, проводя исследования в Интернете, возможно получить специфические данные, которые позволяют лучше работать с клиентом в рамках конкретной товарной группы.

Кластеризация профилей клиентов является продвинутой технологией сегментации, и используется тогда, когда имеются достаточные необходимые данные, а результаты анализа позволят покрыть расходы на исследование, повысив эффективность коммуникации.

Благодаря кластеризации возможно сгруппировать фразы по поисковому запросу и сформировать на их основе структуру интернет-магазина, учитывающую реальные интересы целевой аудитории

Кластерный анализ использует математические модели для обнаружения групп схожих клиентов, основываясь на наименьших различиях среди покупателей в каждой группе. Это многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных, содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы.

Повышение эффективности коммуникации может быть достигнуто путём анализа 3D-модели кластеров на основе основных параметров реализации продукта. К ним относятся: частота заказов, заказанные товары, ценовые параметры. При анализе такой модели возможно выявить наиболее перспективные кластеры, сосредоточение усилий на которых будет оптимально. Использование подобного рода кластеров будет актуально и для развития аэропортов и авиакомпаний, особенно в аспекте достижения эффективности дополнительных услуг для пассажиров, как в терминалах, так и на борту воздушного судна.

Список использованных источников:

1. Кластеризация для сегментирования клиентов // marketing.spb.ru: Интернет-проект. 2016. URL: https://www.marketing.spb.ru/lib-research/segment/k-means_cluster_analysis.htm (дата обращения 06.02.2021)

2. Составление параметров сегментации клиентов // marketing.spb.ru: Интернет-проект. 2013. URL: https://www.marketing.spb.ru/lib-research/segment/parameters.htm (дата обращения 06.02.2021).
3. Типы данных о клиенте // shopolog.ru: Интернет-проект. 2013. URL: https://www.shopolog.ru/metodichka/customer-retention/4-tipa-dannykh-o-kliente/ (дата обращения 06.02.2021)
4. Форман Д. Много цифр. Анализ больших данных при помощи Excel. 2014. М.: Альпина Паблишер. 580 с. (дата обращения 06.02.2021)
5. Что такое кластеризация и кластерный анализ // vc.ru: медиаплатформа. 2020. URL: https://vc.ru/marketing/114738-chto-takoe-klasterizaciya-ili-klasternyy-analiz (дата обращения 06.02.2021)

Интернет-мем как инструмент продвижения бренда

Янчак Е.Р.
Научный руководитель — доцент, к.филол.н. Кушваха Х.Н.
МАИ, Москва

Интернет-мем — различные сведения в той или иной форме (медиаобъект, то есть объект, создаваемый электронными средствами коммуникации, фраза, концепция или занятие), как правило, остроумные и смешные, спонтанно вызывающие большой отклик, распространяясь в Интернете разнообразными способами.

Классические способы передачи информации все больше демонстрируют собственную малоэффективность, так как не отвечают требованиям периода массмедиа, основу которого составляет быстрота распространения информации. Чтобы оказаться в поле зрения потенциального и реального потребителя, она должна видоизмениться в зону межличностной коммуникации, стать передаваемой, обсуждаемой. В связи с этим актуальным становится исследование новых принципов и инструментов распространения данных в обществе, перегруженном информацией.

Важным подобным способом, воплощающим в себе характерные черты коммуникационных процессов XXI века, стали интернет-мемы. Мем - это наиболее простой и эффективный метод не только лишь сформировать доверительные взаимоотношения с аудиторией, но и заставить запомнить себя и всплывать в сознании общества. Удачный мем застрянет в голове пользователя, как рекламный слоган.

Актуальность данного исследования обуславливается несколькими факторами.

Во-первых, в последние годы замечено увеличение заинтересованности к использованию интернет-мемов в маркетинговых кампаниях. В сети начали возникать специальные обучающие программы по применению мемов в качестве метода продвижения. Так, к примеру, SMM-специалист П. Гуров создал вебинар об использовании интернет-мемов в маркетинге.

Во-вторых, в соответствии со статистическими данными, максимальную реакцию у российской аудитории находит забавная реклама. О данном свидетельствует опрос всемирной компании-измерителя Nielsen, результаты которого демонстрируют, что 60% отечественных потребителей предпочитают рекламу, содержащую юмор. Одной из основных характеристик интернет-мемов считается их ироничный характер. Данной их характерной чертой и увлечением аудитории к шутливой рекламе также актуализируется тема данного исследования.

Важно отметить, что мемы являются востребованным явлением. Интернет-мемы занимают большую часть развлекательного контента в сети Интернет. Актуальность обусловлена тем, что компания может использовать данное явление без особых затрат для продвижения имиджа за счет того, что мемы часто распространяются независимо от действий предприятия.

В качестве примера будет рассматриваться портал aviasales.ru через социальные сети vk.com и twitter.com. Новизна работы заключается в том, что ранее данный портал не был

рассмотрен через интернет-мемы, а также продвижение портала с помощью мемов также является относительно новым явлением.

В основных положениях будет рассмотрено обоснование термина мем и подходы к его определению, особенности использования интернет-мемов в продвижении портала aviasales.ru, оценка эффективности использования интернет-мемов портала aviasales.ru в социальных сетях Твиттер и Вконтакте.

Секция №9.7 Международные проблемы энергосбережения и повышения энергоэффективности

Технология Watergen

Алавердян Ю.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва

Нехватка воды — это отсутствие достаточных водных ресурсов для удовлетворения потребностей населения и домашних животных в чистой питьевой воде. Основные источники пресной воды — реки, озера и болота. Но естественное распределение ресурсов, к сожалению, неравномерно по всей территории земного шара. Например, в Европе проживает 20% населения мира, на долю которых приходится всего 7% ее запасов.

Количество людей на Земле растет с каждым днем, а вместе с ними и потребность в питьевой воде. То есть, если ежегодный прирост населения составляет 84 миллиона человек, то необходимое увеличение водных ресурсов должно быть не менее 60 миллионов кубометров.

Неправильное использование природных ресурсов приводит к их быстрому расходу, потому что грунтовые воды восстанавливаются очень медленно — 1% в год. Также немаловажное значение в этом вопросе имеет загрязнение водных источников (промышленные стоки, выбросы, смыв удобрений с полей). Например, в Америке 37% рек и озер настолько загрязнены, что в них даже невозможно купаться.

Если не будут приняты меры, то к 2030 году почти 5 миллиардов человек, около 67% населения мира, останутся без надлежащей очистки воды. Сегодня на каждого жителя земной плоскости приходится около 750 кубометров пресной воды в год, к 2050 году этот показатель снизится до 450 кубометров. м. До 80% стран мира окажутся в зоне, которая по классификации ООН относится к категории ниже черты дефицита водных ресурсов. По прогнозам, пострадают Африка, Ближний Восток, Северный Китай и Южная Азия. Благодаря технологиям, которые создаются возможно решить данную проблему.

Производство питьевой воды на основе влажности (AWG) является одним из наиболее важных и инновационных решений, доступных сегодня, и используется для решения растущей проблемы снижения уровня питьевой воды в мире. Считается, что через десять лет 50% населения мира будет жить в районах, не имеющих доступа к чистой, свежей и безопасной питьевой воде.

В основе линейки продуктов Watergen лежит уникальная запатентованная технология теплопередачи GENiusheat, которая позволяет воздуху вокруг нас превращаться в чистую, свежую питьевую воду с низким энергопотреблением.

Технология Watergen извлекает воду из воздуха, позволяя воздуху быстро перемещаться в запатентованную систему Genius за значительно короткое время, обеспечивая большую эффективность и, следовательно, используя меньше энергии. Уникальный энергоэффективный модуль теплообмена, который использует конденсацию как средство производства пресной воды. Один литр воды стоит 7-15 центов, в зависимости от местных затрат на электроэнергию.

Масштабируемое и настраиваемое решение для производства питьевой воды в широком диапазоне суточных объемов, адаптированное к любому объему производства. Используя эту технологию, Watergen может поставлять свежую чистую питьевую воду для всего города или деревни, или ее можно уменьшить, чтобы обеспечить достаточно высококачественной питьевой водой для частных домов или офисов.

Watergen присутствует более чем в 65 странах мира. Наша круглосуточная служба технической поддержки обеспечивает тесное послепродажное обслуживание, чтобы обеспечить удовлетворенность клиентов

Исследование взаимодополняемости возобновляемых источников энергии

Анисимов И.В.
Научный руководитель — доцент, к.б.н. Шейпак О.А.
МАИ, Москва

Global trends show that the demand for energy resources will soon be covered by renewable energy sources. However, renewables, like any other, have drawbacks. One of the most striking is the conditionality due to climate and weather conditions. In addition, the best way to overcome these obstacles is to hybridize multiple energy sources in one reproducing station. Combining two or more renewable energy sources leads to the elimination of the disadvantages of one type of energy, at the expense of the advantages of the other. Thus, solar-hydro, wind-solar and other power plants appear in the energy sector. The complementarity of these resources serves as their main advantage and the ambitions of the world energy sector have long been directed towards full and diverse use.

For a long time, renewable energy sources have been able to compete with the old ones we are used to. An alternative has already been found, the rest is just to use it wisely. And in this scientific work, we would like to demonstrate how much more competitive alternative energy sources will become, if today, we will use their hybridization to the fullest and what results we can achieve. The main task of the work is to demonstrate the importance of using this method now and as quickly as possible. I wanted to prove that it is precisely the complementarity of renewable resources that will soon be able to solve all the problems that the energy industry is currently facing when trying to provide large facilities with energy through the implementation of renewable energy sources. The relevance of renewable energy sources has now reached its peak, and I believe that many cities could already be partially supplied with energy from renewable energy sources, but environmental conditions, weather shortages are one of the reasons for the difficulty of using them. Now we are at the level where science has reached enough so that we can calmly overcome these problems and fulfill our needs in the field of energy, at the expense of more economical and environmentally friendly resources.

Снижение энергопотребления

Баранова А.Е.
Научный руководитель — Балык Е.В.
МАИ, Москва

Electricity is always one of the main cost items in production. There are several ways to directly save electricity - reducing costs through the use of less energy-intensive equipment, the use of alternative energy sources. For these purposes, many companies are introducing an automated information and measurement system.

The presence of such a system opens up opportunities for reducing energy costs. The energy saving systems should include control over the combustion mode of lighting devices, and the installation of residual current devices in the power supply circuits, and the use of time relays, presence and motion sensors, and the comprehensive replacement of outdated electrical equipment with more advanced, and therefore more economical.

The task is to redistribute the load from peak hours, when the price per unit of power is high, to night zones, when the price drops significantly. An automated information and measurement system for technical accounting of energy resources can help in this. The system should cover energy-intensive industries and individual powerful consumers.

For organizations, it is recommended to introduce the following innovations:

1. Install electricity metering devices.
2. Avoid increasing the maximum power without permission for technological connection.
3. Replace lamps with incandescent lamps with lamps with fluorescent lamps or LEDs designed for office space and work places.
4. Paint the walls of the premises in light colors to increase the illumination. Painting the walls in light colors saves 5-15% of electricity.

5. To increase the efficiency of electricity use in the automation of lighting control (motion sensors, presence sensors, time relays).

Energy efficient glazing. Implementation effect: - for the object, the measure allows to reduce the heat loss of the building during the heating period by 8-10%, and when insulating the "dark" part up to 13-15% (payback period 9-20 years); - for the municipality, a decrease in fuel consumption, a decrease in tariffs, a decrease in energy consumption (heat and electricity) on the coldest days, and the release of deficient capacities. Such designs are prevalent in Finland, Sweden, Norway.

On the one hand, with such an installation of structures, it is possible to achieve high levels of energy efficiency and noise reduction. In this case, there are no problems associated with the restoration of destroyed openings. On the other hand, we note a significant drawback: a decrease in the area of the translucent filling, which reduces the coefficient of natural light.

Альтернативные схемы очистки ливневых сточных вод аэропортов

Баранова И.А.
Научный руководитель — доцент, к.х.н. Сотникова Е.В.
МАИ, Москва

Водоотводные системы аэропортов являются сложными инженерно-техническими сооружениями, от надежности работы которых зависит долговечность искусственных покрытий и безопасность взлетно-посадочных операций. Водоотводная система состоит из двух частей: водосточной системы, предназначенной для сбора и отвода поверхностных вод, образующихся в периоды выпадения атмосферных осадков и дренажной системы, предназначенной для перехвата и отвода грунтовых вод, поступающих в основание искусственных покрытий. Обе системы взаимосвязаны и работают совместно.

Основными загрязнителями ливневых сточных вод аэродромных территорий являются нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы, органические вещества, используемые для обработки авиатранспорта и покрытий. Анализ очистных сооружений (МПО «Эколандшафт», ГУП «Мосводосток», ООО «Росэкострой») показал, что для очистки ливневых стоков используются очистные сооружения накопительного закрытого типа и самотечного открытого типа. Вода на них очищается до показателей водоемов рыбохозяйственного назначения, но только по двум основным загрязняющим веществам (взвешенные вещества и нефтепродукты).

В связи с этим актуальным является вопрос выбора схемы очистки, отвечающей критериям наилучшей доступной технологии. Эти критерии обеспечивают наименьший уровень негативного воздействия на окружающую среду, применение ресурсо- и энергосберегающих методов, а также экономическую эффективность от внедрения и эксплуатации технологии. В связи с этим был проведен анализ методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, нефтепродуктов, органических веществ, который показал что распространенные методы имеют существенные недостатки для использования их в очистных сооружениях поверхностного стока. Например, использование биохимических методов в холодный период года не рационально в связи с необходимостью подогрева воды; электрохимические методы связаны со значительными расходами электроэнергии; мембранные методы требуют больших капитальных затрат. Реагентные методы устарели, поскольку вносят в окружающую среду дополнительные химические вещества и приводят к образованию шламов.

С точки зрения наилучших доступных технологий представляют интерес сорбционные методы очистки на основе материалов искусственного и природного происхождения. На основе экспертных оценок были выбраны сорбенты: Work Beads на основе агарозы; АБЗ, изготавливаемый из бурых углей Тулунского месторождения; брусит; КФГМ-7 (керамический фильтрующий гранулированный материал), изготавливаемый из каолина. В результате была предложена схема очистки стоков, состоящая из 6 ступеней: 1 — вращающиеся диски, 2 — горизонтальная песколовка, 3 — акумулирующая емкость,

4 — фильтры с плавающей загрузкой, 5 — сорбция при фильтровании через углеродоволокнистые сорбенты, 6 — сорбция с применением предложенных сорбентов. Эта схема позволит обеспечить качество очищенной воды до ПДКрыб.-хоз. Однако более целесообразно использовать очищенную воду на технические нужды в оборотном водоснабжении.

Список использованных источников:

1. ФЗ от 10.01.2002 №. – ФЗ (ред. от 30.12.2020) «Об охране окружающей среды». Ст. 28.1 Наилучшие доступные технологии

2. Сотникова Е.В., Дмитренко В.П., Сотников В.С. Теоретические основы процессов защиты среды обитания: Учебное пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2014.- 576 с.

Выработка электроэнергии волнами океана

Батраченко А.В.
Научный руководитель — к.э.н. Прокофьев Д.А.
МАИ, Москва

Волновые энергетические системы используют движение воды для производства электричества. Некоторые типы этих устройств используют силу разбивающихся волн, другие пользуются набуханиями, а третьи используют давление волн вблизи океанского дна. Однако все они преследуют одну и ту же цель: преобразовать волновую энергию в электрическую. Электричество может быть использовано для питания электрической сети - это сеть кабелей, которая передает электричество в дома и здания, чтобы люди могли им пользоваться. Мощность волн ограничена областями вблизи океана. В конце концов, кабели могут быть очень длинными. Исследователи проверяют, насколько хорошо различные типы генераторов преобразуют энергию океана в электричество. Также они пытаются убедиться, что морская жизнь не пострадает в процессе. Не все прибрежные районы работают для выработки энергии волн - в наиболее благоприятных местах расположения должно быть достаточно волн, но не настолько, чтобы конвертеры могли пострадать во время шторма. Чтобы определить такие места, ученые обращаются к компьютерным моделям. Существует компьютерная модель, которая называется SWAN (имитация волн вблизи берега). Она предсказывает силу и местоположение энергии океанских волн. Для этого модель учитывает такие факторы, как ветер, особенности на дне океана и взаимодействия между несколькими волнами. Одна из новейших систем немного напоминает плоский ковер. «Волновой ковер» лежит у берега, в воде глубиной около 18 метров. Когда волны проходят по поверхности, «ковер» движется вместе с ними и поглощает их энергию. Удобство данной технологии состоит в том, что находится это вне поля зрения. Тем не менее «волновой ковер» может находиться близко к берегу. Это значит, что кабели могут быть короче. Именно поэтому вырабатываемое электричество должно стоить меньше. Некоторые проблемы, с которыми можно столкнуться: энергия, выкачиваемая из волн, уменьшит то количество энергии, которое останется, когда волны продолжат приближаться к берегу. Они будут меньше, по крайней мере, на некотором расстоянии. Меньшие волны могут привести к меньшему перемешиванию питательных веществ в толще воды. И это может повлиять на виды, которые там живут. Еще одна проблема: преобразователи будут шуметь. Это может быть проблемой для рыб, дельфинов и других животных, которые полагаются на звук, чтобы найти пищу. Но при этом волновые преобразователи вряд ли создадут высокий уровень шума. Самая шумная часть произойдет, когда преобразователи изначально будут установлены на каком-то объекте. С другой стороны, конвертеры могут стать основой для искусственного рифа, если водоросли, мидии, ракушки или кораллы захватят структуру и начнут расти. Такие рифы обеспечивают защиту рыб и других морских обитателей. Следовательно, это возможность увеличения разнообразия морской флоры и фауны в этом районе. Они могут быть полезны только пока эти существа не будут мешать движению преобразователя волн.

Проблемы электроэнергетике в космосе

Воронов М.А., Яковлев Д.С.
МАИ, Москва

В последнее время активно развивается покорение космоса, запуски групп спутников (starlink), освоение ближайшего планетарного пространства (perseverance). Но человеческие возможности по освоению межзвездного пространства ограничены текущим уровнем технологического развития. Варп-двигатель, сфера Дайсона, путешествия сквозь “кротовые норы” и многое другое остается на страницах фантастических рассказов. Однако прогресс не стоит на месте и человечество жаждет познания окружающего мира. Сейчас активно развивается программа по колонизации Марса таким величайшим человекам, как Илон Маск. Одновременно с эти встает вопрос, откуда будут черпать энергию будущие марсианские города.

На данный момент в космосе активно используют солнечные панели и батареи, однако они не являются идеальным источником энергии и имеют ряд недостатков. Например, сложность технического обслуживания (запыления, повреждение панелей), невозможность использование как единственного источника энергии. Решением подобной проблемы может послужить использование ядерной энергетики. Преимуществом ядерного реактора является непрерывная работа, вследствие чего создание постоянного напряжения в электросети, независимость от метеоусловий. Также в открытом космосе ядерная энергия позволит космическим аппаратам функционировать долгое время в без доступа к солнечной энергии.

Таким образом, можно сказать, что люди давно нуждаются в альтернативном источнике энергии в космическом пространстве. По нашему мнению мирный атом приведет к успешной колонизации Марса, а в дальнейшем и других планет.

Проблема утилизации лопастей ветрогенераторов

Галичкина А.Д.
Научный руководитель — к.э.н. Прокофьев Д.А.
МАИ, Москва

Ветроэнергетика процветает с 2000-х годов, но, несмотря на то, что срок службы ветряных турбин оценивается в 20-30 лет, многие из них больше не могут выгодно эксплуатироваться из-за снижения тарифов на подачу топлива. Теперь, когда срок службы первого поколения – тех, что были установлены в 1990-е годы, - подходит к концу, крайне актуальным становится вопрос об утилизации и переработке оборудования.

Первые ветрогенераторы, подлежащие демонтажу, выявили неожиданную сложность: конструкция ветряных турбин не всегда экологична из-за материалов. Лопасти составляют 2-3% от массы всей конструкции и являются самой большой частью ветряка. Они изготавливаются с использованием стекловолокна (более старые модели) или углеродного волокна (более поздние модели). Эти композитные материалы делают лопасти ветрогенератора легче и прочнее, но затрудняют их утилизацию.

Демонтаж ветряной турбины является трудоемким процессом. Они делятся на четыре большие секции: бетонное основание, мачта, лопасти несущего винта (обычно три) и гондола. Каждая секция обладает довольно большими габаритами. Для их транспортировки требуются очень большие и загрязняющие окружающую среду транспортные средства.

Немецкая компания Veolia, являющаяся мировым лидером в сфере ветроэнергетики, разработала собственное решение данной проблемы. Компания Veolia представила специальную пилу, которую можно использовать для разрезания лопастей на мелкие кусочки до их транспортировки, что делает их более легкими, и позволяет задействовать меньше ресурсов при перевозке.

Кроме того, было разработано инновационное решение для переработки лопастей, изготовленных из стекловолокна. Они измельчаются и смешиваются с другими компонентами и становятся топливом для цементной промышленности, заменяя традиционные ископаемые виды топлива, например, такие как мазут.

Стоит обратить внимание на утилизацию лопастей из углеродного волокна, прочного и легкого материала, характерного для более современных ветряков. В настоящее время не существует процесса восстановления вышедших из эксплуатации изделий на основе углеродного волокна. Компания Veolia предлагает такие решения для переработки ветряных турбин из данного типа, как пиролиз (термический процесс, уже опробованный и испытанный для авиационной промышленности).

Наилучшая стратегия для лопастей ветряных турбин — это стратегия жизненного цикла, в которой учтены все его этапы, включая разработку, испытания, техническое обслуживание, модернизацию и соответствующую технологию переработки, чтобы обеспечить максимальное извлечение ценности из материала в течение срока его службы.

Крайне важно найти решение, учитывая стремительное развитие ветроэнергетики и необходимость замены многих ветряных турбин в ближайшие годы.

Перспективы и проблемы использования возобновляемых источников энергии

Григорьев Г.М.
Научный руководитель — Лаврова Л.А.
МАИ, Москва

Ограниченность, конечность запасов традиционных источников энергии и усиливающиеся трудности их добычи, ставит на первый план для человечества необходимость поиска и использование возобновляемых, альтернативных источников энергии. Эти проблемы усиливаются социальной напряжённостью в обществе, ухудшением экономической и экологической обстановки в мире.

К существующим и активно разрабатываемым возобновляемым источником энергии (ВИЭ) относятся:

- Использование ветра;
- Солнца;
- Приливов и отливов;
- Геотермальных источников;
- Малых речных потоков.

Использование данных ВИЭ обладает рядом неоспоримых преимуществ перед традиционными видами энергии. Сюда относят экологическую чистоту, отсутствие вредных выбросов, эффективность использование на удаленных территориях, что исключает опасность для загрязнения планеты и помогает обеспечить условия создания безопасного будущего для человечества.

Система внедрения и использования ВИЭ имеет ряд сложностей, которые зависят от трудностей привлечения заинтересованных инвесторов, способных вкладывать огромные инвестиции, что обусловлено минимальной отдачей и отсутствием получения быстрой прибыли для них. Недостаточная поддержка государственных структур, отсутствие надлежащей правовой базы и государственных заказов также тормозят развитие ВИЭ. Нельзя не учитывать и зависимость ВИЭ от погодных и сезонных условий которые не гарантируют постоянную эффективность. Все это должно учитываться при долгосрочном планировании структур энергетики для удовлетворения потребности человечества в бесперебойной энергии.

Несмотря на важность перехода к ВИЭ, имеющиеся недостатки этих систем не могут заменить в полной мере традиционные виды топлива, но являются вектором развития будущего для человечества, которое мы можем и делаем сегодня.

Анализ современных энергосберегающих технологий в системе отопления

Дмитриев С.Н., Дмитриева А.В.
МАИ, Москва

Основная часть построенных зданий и сооружений предусматривает использование большого количества ресурсов. Современные технологии способствуют уменьшению потребляемого количества ресурсов за счет внедрения различных приборов и решений. На сегодняшний день проектирование объектов происходит уже с учетом современных технологий и систем, способствующих использованию меньшего числа ресурсов, либо использование их повторно.

Энергоэффективность здания — это степень, в которой потребление энергии на квадратный метр площади здания соответствует установленным контрольным показателям энергопотребления для этого конкретного типа здания в определенных климатических условиях.

Контрольные показатели энергопотребления — это репрезентативные значения для обычных типов зданий, с которыми можно сравнивать фактические характеристики здания. [1]

Для оценки эффективности здания используется ГОСТ Р 54862-2011. Он предусматривает 4 класса энергоэффективности системы автоматизации и управления зданием: A, B, C, D. Класс энергоэффективности существующих зданий, построек и сооружений определяется по результатам энергоаудита. [2]

Благодаря встроенной автоматике экономятся энергоносители, используемые для отопления. Например, комнатный термостат предотвращает использование отопительной системы большего расхода количества топлива, чем необходимо. Он включает обогрев, пока в комнате не будет достигнуто заданной температуры, а затем выключается, пока температура не упадет ниже запрограммированной температуры. Термостатические радиаторные клапаны позволяют контролировать температуру отдельных радиаторов, позволяя уменьшить нагрев в комнатах, который не используется. [3]

Примером современных технологии является умное управление отоплением. Умные термостаты - это новейший тип управления отоплением, который подключается к Интернету, что позволяет получить к ним доступ и настроить удаленно. Они дают гораздо больший контроль над отоплением, где бы ни находились жильцы, в любое время суток. Одним из преимуществ интеллектуальной системы управления отоплением является то, что можно вносить изменения удаленно.

Вторичное отопление относится к использованию индивидуальных обогревателей, таких как переносные электрические обогреватели или стационарные газовые камины, в дополнение к центральному отоплению или накопительным электронагревателям.

Современные системы центрального отопления обычно более эффективны, чем индивидуальные электрические обогреватели, но может иметь смысл использовать индивидуальный обогреватель для обогрева одного помещения в течение ограниченного времени.

Авторами предлагается решать данную актуальную жилищную проблему многоквартирных домов, путем применения современных технологий в области энергосбережения и повышения комфорта жителей: установка технических приборов учёта - Автоматизированных узлов управления теплопотребления для повышения уровня энергоэффективности здания и комфорта жителей. Регулирование температуры теплоносителя осуществляется путем подмеса теплоносителя из обратного трубопровода в подающий, расходно-температурные параметры теплоносителя до и после узла смешения отслеживаются и изменяются с помощью контроллера и систем мониторинга в зависимости от заданного температурного графика системы отопления здания.

Важно учитывать не только стоимость установки различных систем, но также эффективность с учетом местных погодных условий и субсидий на отопление с низким содержанием углерода.

Для повышения эффективности можно применить сразу несколько вариантов оборудования. Если в здании существует большая утечка тепла, то необходимо предпринять

меры для препятствия отдачи теплоэнергии через щели в оконных стеклах и дверных проемах.Понимание новых технологий энергосбережения в зданиях позволит энергоаудитору предложить лучший метод энергосбережения для конкретного типа здания. Таким образом, он рассматривает потенциал внедрения и интеграции новых технологий на предприятии.

Ускорение энергоэффективности не может быть достигнуто без сотрудничества между региональными и местным уровнями и без готовности граждан к переменам. Повышение энергоэффективности требует, чтобы сектор финансовых корпораций работал в тесном сотрудничестве со строительным сектором для разработки современных финансовых решений, которые могут открыть энергоэффективные решения для широкого круга граждан.

Список использованных источников:

1. Электронный ресурс: https://www.unido.org/sites/default/files/2009-02/Module18_0.pdf (дата обращения 24.02.2021г.)

2. ГОСТ Р 54862-2011 Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания. Дата введения 2012-05-01

3. Электронный ресурс: https://expert-stroy.com/metody-povysheniya-energoeffektivnosti-sooruzhenij/ (дата обращения 24.02.2021г.)

4. Электронный ресурс: https://energysavingtrust.org.uk/take-control-your-heating-home/ (дата обращения 24.02.2021г.)

Инновационная система хранения энергии

Дронин А.С.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.

МАИ, Москва

Система Мальты в основном состоит из обычных компонентов и обильного сырья - стали, воздуха, соли и товарных жидкостей. Технология использует существующие производственные и строительные экосистемы в энергетической и нефтегазовой отраслях, что позволяет сократить сроки воздействия на рынок и снизить риски при сохранении низких затрат.

Концепция Мальты основана на хорошо установленных принципах термодинамики для системы, которая хранит энергию в виде тепла (в расплавленной соли) и холода (в охлажденной жидкости).

Система Мальты состоит в основном из обычных компонентов и обильного сырья - стали, воздуха, соли и жидких продуктов. Технология использует существующие производственные и строительные экосистемы в энергетической, нефтегазовой отраслях, сокращая сроки воздействия на рынок и снижая риски при сохранении низких затрат. Система накопления энергии Мальты принимает электричество, преобразует и хранит эту электроэнергию в виде тепла, а затем преобразует его обратно в электричество для перераспределения в электрической сети. В режиме зарядки система работает как тепловой насос, накапливая электричество в виде тепла в расплавленной соли.

Используя системы накопления энергии, Мальта, можно отделить предложение от спроса, тем самым заметно повышая качество и надежность сети. Мальта облегчает успешное решение проблем с управлением возобновляемыми источниками энергии. Когда дело касается инновационных, неприхотливых и надежных батарей, никто не может сравниться с Мальта. Используя опыт многих десятилетий, компания может предложить решения для накопления энергии, способные удовлетворить любые потребности в мощности и энергии, от киловатт до мегаватт. Технологии мирового уровня создаются на заводах, соответствующих всем требованиям мировых стандартов, в том числе на одном из наиболее технологически совершенных предприятий по производству.

Цифровая трансформация энергетики: миф или реальность?

Дружинин Д.С., Васильев М.А.
Научный руководитель — Солодова А.Д.
МАИ, Москва

Цифровизация стала сопутствующим процессом развития всех сфер нашей жизни: положительно сказывается на передаче информации, логистике, производительности труда. Настало время для включения цифрового инструментария и в энергетические процессы. Всемирная пандемия новой коронавирусной инфекции заставила многие отрасли экономики внедрять цифровые технологии в свои бизнес-процессы, такие условия как раз позволяют и должны ускорить переход от традиционных источников энергии в пользу альтернативных.

В нашей стране благодаря программе «Цифровая экономика в РФ», стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и указу президента РФ от 7.05.2018 №204 “О национальных целях и стратегических задачах развития Российский Федерации на период до 2024 года” возможно спланировать фундамент для благоприятных условий цифровой трансформации. В ближайшем будущем будет также создан экспертно-координационный орган по вопросам цифровизации в России. Целью проекта "Цифровая энергетика", который был сформирован Минэнерго как отдельная отрасль программы «Цифровая экономика Российской Федерации», является создание всеобщего информационного пространства для субъектов энергетики.

Данный ведомственный проект состоит из следующих целевых направлений:

1) Повышение эффективности функционирования ТЭК России.

2) Цифровая электроэнергетика.

3) Цифровизация нефтегазового комплекса.

4) Цифровизация угольной промышленности.

Повышение эффективности функционирования ТЭК России посредством использования цифровых технологий и платформенных решений позволит достичь следующих целей и обеспечить:

1) Создание системы координации и мониторинга цифровой трансформации ТЭК России.

2) Создание условий для разработки и развития цифровых сервисов и решений в отраслях ТЭК в единой информационной среде.

3) Создание условий подготовки высококвалифицированных кадров для цифровой энергетики.

4) Внедрение цифрового государственного управления и КНД в отраслях ТЭК России.

5) Создание системы формирования отраслевых заказов.

Внедрения данного комплекса обеспечит следующие положительные эффекты:

А) Нефтегазовая отрасль

1) эффективный мониторинг и оптимизация нефтегазовых активов и производственных мощностей по всей цепочке создания стоимости: от скважины до автозаправочной станции;

2) в секторе добычи рост объема извлекаемых запасов (нетрадиционной нефти и газа), снижение затрат на их освоение;

Б) Угольная отрасль

1) предупреждение наступление сбоев и аварий на производственных объектах;

2) снижение травмоопасности;

3) оптимизация производственного процесса от добычи до поставки угля потребителю;

В) Электроэнергетика

1) повышение стабильности работы энергосистем;

2) возможности для развития распределенной генерации;

3) снижение аварийности;

4) сокращение потерь электроэнергии.

Данные плюсы обеспечат безусловный рост производительности и будут являться ключевыми в энергетической сфере. По прогнозам экспертов, доля организаций ТЭК,

использующие передовые производственные технологии, к 2025 году составит 14%, а доля организаций ТЭК, использующие средства защиты информации, передаваемые по глобальным сетям, к 2025 году составит 100%. Ожидается, что уже в краткосрочной перспективе цифровизация позволит ТЭК России увеличить доходы на 3-4% и создаст надежный задел для дальнейшего устойчивого роста.

Однако отрицательные черты у этого глобального процесса в энергетическом секторе тоже существуют, среди них можно выделить следующие:

1) Ряд некоторых профессий будет вытеснен из-за новых технологий.

2) Возможность фатальных ошибок из-за системных сбоев.

3) Высокие финансовые затраты на замену нового оборудования и др.

Безусловно, перечисленные риски нужно принимать во внимание, однако они становятся оправданными в сравнении с положительным эффектом внедрения цифровых технологий.

Таким образом, можно считать, что в ближайшем будущем цифровизация положительно скажется на развитии энергетического комплекса в России. Безопасность и производительность будут отвечать лучшим мировым стандартам, а предприятия будут оснащены лучшими технологиями, Россия сможет добывать электроэнергию без больших потерь и сможет сделать эту отрасль ведущей. Уже сейчас наша страна старается отвечать новым трендам, а цифровизация является ключом к прогрессивному развитию энергетики в России.

Форсайт как технология стратегического планирования в сфере энергетики

Евграфова С.О., Кулагин К.М.
Научный руководитель — профессор, д.э.н. Смирнов В.Г.
МАИ, Москва

Форсайт (англ. foresight — видение будущего) — способ, средство, процесс грамотно продуманных попыток просчитать отдаленное будущее науки, технологий, экономики, общества и мировых тенденций на основе глобального и масштабного опроса экспертов различных областей: стратегических исследований и технологий, которые, вероятнее всего, смогут сформулировать наибольшее количество полезной информации, из которой можно будет прогнозировать дальнейшее будущее той или иной области, или сферы жизни в целом. В наше время мы начинаем уделять всё большее внимание энергетической сфере, и в данных тезисах мы рассмотрим именно её, так как проблемы с недостатком ресурсов и с отсутствием энергоэффективного использования имеющихся резервов становится всё больше, затрагивая достаточно большое количество стран, как малых, так и мировых лидеров.

Международный опыт внедрения стратегического планирования в разных странах является отличным примером для современной России. Примером может послужить опыт США, Канады, Китая, Франции, Италии, Японии, Южной Кореи и Германии, которые активно начали применять механизмы форсайта во многих областях государственного значения. Технология себя зарекомендовала для дальнейшего активного использования, поскольку человечеству всегда было интересно знать своё будущее и результаты стратегического планирования давали им примерное представления для дальнейших планов и размышлений относительно потенциального развития различных отраслей. Дополнительно, по итогам использования, методика предполагает развитие бюджетирование, ориентированное на результат, которое не может не заинтересовать любое правительство.

Цель форсайта является создание большого и многоступенчатого плана по совершенствованию и обновлению энергетической системы России. После проведения исследований, станет более понятно, какие области внутри энергетики требуют наибольшего внимания, куда в первую очередь требуются вложения и какие проекты достойны скорейшей реализации для осуществления наиболее энергоэффективной политики и увеличения

государственного бюджета, как за счет экономии, так и за счет снижения расходов на добычу энергии. Фактически речь идет о разработке модели «новой энергетики России» — выборе перспективных путей создания новой конкурентоспособной сфере, которая будет выглядеть доминирующий на фоне остальных, потому что у нас имеется достаточное количество возможностей для реализации этой идеи.

Формирование системы государственного стратегического управления позволит:

• Улучшить подход к прогнозированию любой длительности;

• Обеспечить повышенное количество выигрышных и долгоиграющих проектов

• Обеспечить создание и разработку стратегий для развития Российской Федерации в различных сферах, так как экономика, энергетика и технологии

• Улучшить формирование гражданского общества, путем обсуждения и исследования проблемы

• По результатам успешной реализации проекта, будет соответственное улучшение мировой репутации

Блокчейн в энергетической отрасли

Жданов Н.Д.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва

Энергоменеджмент или управление энергетическим хозяйством предприятия – проблемный и довольно сложный процесс, требующий умения проводить тщательный анализ и принимать правильные решения в целях обеспечения эффективного энергосбережения на предприятии.

Блокчейн — это цифровая структура данных, общая и распределенная база данных, которая содержит постоянно расширяющийся журнал транзакций и их хронологический порядок.

Потенциальным применением является использование технологий распределенного реестра в процедурах оптовой автономной торговли. Оптовые энергетические рынки состоят из сложных процедур, для которых требуются сторонние посредники, такие как брокеры, торговые агенты, биржи, репортеры цен, поставщики логистических услуг, банки и регулирующие органы.

В оптовой торговле энергией блокчейны могут снизить транзакционные издержки, обеспечивая при этом прозрачные данные для доступа нескольких сторон, включая органы, которые могут сертифицировать соответствие нормативным требованиям.

Блокчейны могут способствовать созданию местных энергетических и ориентированных на потребителей рынков или микросетей, которые направлены на поддержку местных производство и потребление электроэнергии. Одно из основных преимуществ этого подхода - снижение потерь при передаче и отсрочка дорогостоящих обновлений сети

Блокчейны могут безопасно регистрировать владение и происхождение потребляемой или поставляемой энергии. В результате, решения на основе блокчейнов могут использоваться для интеллектуальных схем зарядки и совместного использования ресурсов.

Технологии блокчейн можно применять в различных сценариях использования, связанных с операциями и бизнес-процессами энергетических компаний:

• Биллинг: блокчейны, смарт-контракты и интеллектуальные измерения могут реализовать автоматизированное выставление счетов для потребителей и распределенных генераторов.

• Продажи и маркетинг: практика продаж может меняться в зависимости от энергетического профиля потребителей, индивидуальных предпочтений и экологических проблем. Блокчейны в сочетании с методами искусственного интеллекта (AI), такими как машинное обучение (ML), могут идентифицировать модели энергопотребления и, следовательно, обеспечивать индивидуализированные и добавленные энергетические продукты.

• Автоматизация: блокчейны могут улучшить контроль над децентрализованными энергетическими системами и микросетями. Внедрение местных энергетических рынков, поддерживаемых локализованными торговыми площадками P2P или распределенными платформами, может значительно увеличить собственное производство и потребление энергии, также известное как деятельность за счетчиком, что потенциально может повлиять на доходы и тарифы.

• Приложения интеллектуальных сетей и передача данных: блокчейны потенциально могут использоваться для связи интеллектуальных устройств, передачи или хранения данных

• Управление сетью: блокчейны могут помочь в управлении сетями децентрализованных сетей, услугах гибкости или управлении активами. Блокчейны могут обеспечить интегрированную гибкость торговых платформ и оптимизировать гибкие ресурсы, что в противном случае могло бы привести к дорогостоящим обновлениям сети.

• Совместное использование ресурсов. Блокчейны могут предлагать решения по оплате для совместного использования ресурсов между несколькими пользователями, такие как совместное использование инфраструктуры зарядки электромобилей, данных или общего централизованного хранилища данных.

• Конкуренция: Смарт-контракты потенциально могут упростить и ускорить переключение поставщиков энергии. Повышение мобильности на рынке может усилить конкуренцию и потенциально снизить тарифы на энергию.

• Прозрачность: неизменяемые записи и прозрачные процессы могут значительно улучшить аудит и соблюдение нормативных требований

Экологичное и энергоэффективное машинное обучение

Жильцова В.Н.
Научный руководитель — к.э.н. Прокофьев Д.А.
МАИ, Москва

В последние годы, с развитием облачных сервисов и расширением использования больших данных, Интернета вещей и Искусственного Интеллекта (ИИ) - потребление энергии центрами обработки данных быстро увеличилось, и появилась потребность в энергосбережении, а также сокращении выбросов CO2.

К 2030 году прогнозируется, что до 20 процентов мировой электроэнергии будет потребляться компьютерными вычислениями и коммуникационными технологиями, при этом на центры обработки данных будет приходиться одна треть.

Искусственный интеллект сейчас изучает распознавание образов, общение, схемы выигрыша в сложных играх, вождение автомобиля и многое другое, и каждый день дает замечательные результаты. Но все эти достижения требуют огромных вычислительных мощностей и затрат энергии для разработки и обучения алгоритмов. По мере того, как последствия изменения климата становятся все более выраженными, экспертов по ИИ все больше и больше обременяют эти потребности в энергии, ведь многие громкие достижения в области ИИ имеют ошеломляющий углеродный след.

По мере роста стоимости ИИ в индустрии возникает новый интерес к алгоритмам, потребляющим меньше энергии. Согласно одной из оценок, разработка ИИ для решения кубика Рубика требует столько же энергии, сколько три атомные электростанции вырабатывают за час. Поэтому энергоэффективность данной отрасли приобретает не только экономический аспект, но и колоссальный экологический. Чтобы изменить эту ситуацию, в настоящее время предпринимаются различные попытки сделать ИИ экологически безопасным:

Во-первых, сообщество ИИ должно стремиться снизить потребление энергии при построении моделей глубокого обучения.

Во-вторых, раскрытие фундаментальной науки, лежащей в основе глубокого обучения, и формальное описание её сильных и слабых сторон, поможет направить разработку более точных и эффективных моделей.

В-третьих, у большинства крупнейших мировых компаний нет талантов для эффективного создания ИИ, но их руководители понимают, что ИИ и глубокое обучение станут ключевыми компонентами будущих продуктов и услуг. Вместо того, чтобы действовать в одиночку, компании должны искать партнерства.

В-четвертых, использовать накопленный при решении одной задачи опыт для решения другой, аналогичной проблемы, во избежание лишних затрат энергии и времени.

Легко смотреть на беспилотный автомобиль, мчащийся по дороге, и думать, что люди достигли технологического пика, но важно понимать, что с точки зрения инфраструктуры и эффективного использования энергии человечество все еще находится на очень ранних этапах развития ИИ.

По мере развития исследований ИИ люди должны настаивать на том, чтобы лучшие платформы, инструменты и методологии построения моделей были легкодоступными и воспроизводимыми. Это приведет к постоянному совершенствованию энергоэффективного ИИ.

Повышение энергоэффективности ВУЗов для создания эффективной среды «Умного города»

Калимуллина Э.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишучков В.И.
МАИ, Москва

Гармоничное развитие современной инфраструктуры «Умного города» объединяет конкретные технологические и информационные решения по отдельным направлениям интеллектуализации городской жизни — умный дом, умный транспорт, умная энергетика, умная система управления жилищно-коммунальным хозяйством, умное обращение с отходами, умная система здравоохранения и т.д.

Здания и сооружения в крупных городах являются одними из основных потребителей энергетических ресурсов, идущих на обеспечение комфортного присутствия людей в зданиях: работу освещения, отопления, вентиляции и кондиционирования помещений, водоснабжения, работы различного инженерного и бытового оборудования зданий. Большая часть этих зданий (ВУЗы, школы, больницы, административные здания и другие госучреждения) были построены в прошлом веке и не соответствуют современным требованиям по условиям комфорта и показателям энергоэффективности.

В связи с этим, постановлением Правительства РФ № 1289 от 7 октября 2019 г. были установлены требования к снижению государственными (муниципальными) учреждениями суммарного объема потребляемых ими энергоресурсов. Начиная с 2021 г. госучреждениям на 3-летний период будет устанавливаться целевой уровень снижения потребления электроэнергии, тепла и воды на основе потенциала снижения потребления каждого вида ресурсов для различных по предназначению зданий.

Это означает, что все учреждения с государственным участием, в том числе и ВУЗы, должны постоянно контролировать уровень потребления энергоресурсов на свою деятельность и изыскивать резервы для повышения энергоэффективности за счет внедрения различных энергосберегающих мероприятий и оптимизации энергопотребления в зависимости от режима работы.

В этих условиях создание системы интеллектуального учета энергоресурсов и умной цифровой инфраструктуры сбора, анализа и регулирования энергопотреблением ВУЗов становится технологической базой и мощным источником для изыскания возможностей определения и контроля потенциала снижения потребления каждого вида ресурса, дистанционного управления водо-, тепло-, электропотреблением и, соответственно, перехода к следующим уровням архитектуры умного города и умного здания — цифровым интегрированным платформам.

Базовыми технологическими решениями в области умного управления энергопотреблением выступают умные счетчики и датчики, централизованные станции контроля и сбора информации, системы цифрового наблюдения и информационного моделирования энергопотребления зданий, технологии предиктивного регулирования.

Это позволит понимать, в какие периоды времени какое устройство и какое оборудование работает и насколько эффективно, накапливать и прогнозировать полученные данные, организовывать управления режимами любого оборудования, формировать в конечном итоге систему эффективного энергоменеджмента с помощью накопленной информации о режимах энергопотребления, средств обработки больших данных и «искусственного интеллекта».

Переход к использованию умных энергоэффективных технологий (умные счетчики и датчики, умные контрольно-измерительные приборы, умные розетки, умное бытовое оборудование; умный свет и системы управления освещением; умное отопление, вентиляция и кондиционирование; умное управление режимами потребления энергоресурсов), а также построение систем оперативного контроля за потреблением энергоресурсов и интеллектуального управления энергосбережением приведет к экономии потребляемой энергии и повышению энергоэффективности зданий.

Системы накопления энергии – революция в энергосистемах

Козловцев С.А.
Научный руководитель — доцент, д.т.н. Мишучков В.И.
МАИ, Москва

В электроэнергетике работает базовый технологический принцип – соответствие уровня генерации и потребления электроэнергии, что обуславливает необходимость поддержания баланса между вырабатываемой и потребляемой мощностью. Качественные структурные изменения последних лет связаны в основном с увеличением доли генерации с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Нестабильность энергии ВИЭ обусловлена сильной зависимостью от погодных условий, и сглаживается традиционной генерацией энергии. Но такой способ не решает проблему баланса полностью, а также имеет экономические и технологические ограничения.

Радикально проблема решается при условии широкого внедрения систем накопления энергии (СНЭ), что в настоящее время становится одним из ключевых направлений развития электроэнергетики. [1]

СНЭ сейчас активно развиваются и получают все больше различных функций, что дает возможность прогнозировать и регулировать энергопотребление, что, в свою очередь, снижает затраты на внедрение технологии ВИЭ на различных предприятиях, электростанциях. Стоимость технологий ВИЭ и СНЭ постоянно снижается, что позволит в будущем внедрять их более широкому кругу лиц.

На данный момент внедрение этих технологий следует тщательно экономически и технологически обосновывать. [2] А чтобы добиться максимальной эффективности, необходимо использовать как можно больше возможностей СНЭ, а именно:

1. Стабилизация мощностей ВИЭ на электростанциях и в распределенных энергосистемах. Система сглаживает работу ВИЭ: накапливает энергию во время продуктивной выработки и высвобождает, когда источник энергии не может ее вырабатывать.
2. Выравнивание суточных графиков нагрузки. Система накапливает энергию в периоды малого на нее спроса и выдает в моменты пика потребления.
3. Снижение зависимости от ограничения энергоресурсов.
4. Повышение надежности энергоснабжения и противоаварийное применение. Противоаварийная автоматика обеспечивает живучесть и надежность электроэнергетической системы, ограничивая развитие аварийных режимов и создавая условия для их прекращения. [3]

На данный момент отрасль СНЭ находится в стадии бурного развития: к 2040 году прогнозируется увеличение мировой мощности СНЭ до 1000 ГВт. В России прогноз менее перспективный: 10-15 ГВт к 2030 году, что связано, прежде всего, с зависимостью энергоснабжения от традиционных источников, чем с отсутствием перспективы внедрения СНЭ.

Мировая тенденция в энергетике направлена на возобновляемые источники энергии. Считается, что через 20-30 лет возобновляемые источники будут давать в среднем 20-30% от общего объема энергии, что делает СНЭ неотъемлемой частью «энергетики будущего». [4] Внедрение накопителей энергии является самым эффективным способом стабилизации собственной генерации на основе ВИЭ.

Поэтому необходимо уже сейчас развивать СНЭ, делать их более доступными, и быть готовыми оперативно внедрять их в существующие энергосистемы России. Сокращать отставание наших систем можно уже сейчас, переходя от традиционной архитектуры энергосистем к новым мировым тенденциям генерации и накопления.

Список использованных источников:

1. Сайт ООО «Системы накопления энергии» / [Электронный ресурс] // URL: http://estorsys.ru/ (дата обращения 21.02.2021);

2. Старченко А., «Reinventing Energy: как новые технологии меняют электроэнергетику» / [Электронный ресурс] // URL: https://energiavita.ru/wp-content/uploads/2019/10/StarchenkoAG_2018-05-17_sm.pdf (дата обращения 21.02.2021);

3. Общественно-деловой научный журнал «Энергетическая политика» №6(148), июнь 2020 / «Системы накопления энергии: российский и зарубежный опыт» с.76-87 [Электронный ресурс] // URL: http://estorsys.ru/images/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0_6.pdf (дата обращения 21.02.2021);

4. Статья «Системы накопления энергии: от мечты к повсеместному применению» / [Электронный ресурс] // URL: https://4s-info.ru/2020/02/27/sistemy-nakopleniya-energii-ot-mechty-k-povsemestnomu-primeneniyu/ (дата обращения 21.02.2021).

Biofuels

Королева А.А.
Научный руководитель — Еримейнко Н.А.
МАИ, Москва

The purpose of the work.

Due to the constant development of humanity, its industries and the surrounding world in general, the negative impact of man on nature is growing. The aim of this work is to show that development also affects the positive mood for nature and to study the mechanisms for changing the use of carbon monoxide. After all, carbon monoxide is considered one of the most harmful gases for nature as a whole.

Every year, the demand in the energy sector leads to a greater depletion of fuel resources. In this regard, energy and fuel sources are trying to replace them with renewable resources, if possible. One of these resources is considered to be microalgae, thanks to them, it is possible to produce biodiesel. Biodiesel is a liquid motor fuel or in other words, methyl alcohol, which is obtained by chemical reactions from various vegetable oils and animal fats.

What are they like?

Microalgae are microscopic-sized algae. They live in freshwater and marine systems and live in the water column. They grow rapidly, have a high degree of photosynthetic efficiency, and have relatively little need for land and water consumption compared to conventional land-based biofuel crops.

Algae is perfect for producing biodiesel: they provide an excellent yield of biomass, and it should also be noted that they do not contain sulfur and other various toxic components, for example, if you take oil, it just has such toxic substances, plus it has the property of running out. This culture is also characterized by rapid decomposition by microorganisms, and most importantly, they provide a high yield of the finished product, almost up to 50% of the original biomass. According to the calculations of American scientists, it turned out that algae can produce biofuels, which will be enough for the annual consumption of 5% of the country's cars.

What is the use of growing algae?

Growing microalgae to produce biodiesel can help solve an environmental problem: disposing of CO2 and reducing the greenhouse effect. The emissions from thermal power plants can be used for the cultivation of microalgae. For example, the utilization of flue gases for growing microalgae provides an effective gas purification system in the metallurgical or chemical industry, in heat and power plants, and in incinerators. Since the production of biodiesel from microalgae does not use fuel resources, it considers it environmentally friendly.

How is seaweed grown?

The cultivation of these crops takes place with the help of special reactors. This plant is a closed, controlled and automated continuous cycle system. The closeness and continuity of the working plant allows you to maintain the hygiene of the culture, and also provides savings in production space. The installation requires minimal labor and materials during use and maintenance.

Lighting is very important in the process of growing algae. For example, in water bodies, lighting is insufficient and, therefore, not effective, since microalgae are located at a great depth, and other algae cultures, and in general other organisms located above them, block the sun's rays and do not allow microalgae to photosynthesize fully. To ensure that the energy of the sun acts evenly, a special installation of reactors is placed vertically on the entire surface of the algae, thereby solving the problem that occurs in natural conditions.

The algae feed consists of special chemical solutions that must be added to the water every 10 hours.

Conclusion: Microalgae is a type of algae that does not require a lot of effort to get a sufficient amount of biodiesel from their masses, which will contain any toxic substances at a minimum, since this type of algae does not contain them. They will produce not a small amount of product, which is considered not only eco-friendly, but also energy-saving, since it is not necessary to spend a lot of energy on the production of a product from crops.

«Мини-гидроэлектростанция» для работы в арктических условиях

Кузьмин Д.А.
МАИ, Москва

«Мини-гидроэлектростанция» для работы в арктических условиях

Многие отдаленные населенные пункты севера России не имеют единого места для энергоснабжения, в связи с этим электричество на данной территорию можно выработать лишь с помощью дорогостоящих в эксплуатации дизельных электростанций. Поэтому немалую часть суток в данных поселениях электричество отсутствует из-за экономии.

Учеными из России был разработан новый компактный гидроагрегат, при использование которого возможно вырабатывать электрическую энергию для отдаленных территорий севера. Данное устройство представляет из себя турбину со встроенным насосом, свободного течения реки – это является необходимым условием для его работы.

«Мини-гидроэлектростанция» способна производить энергию без вреда для экологии и дешевле старого способа. Данное устройство является гидротурбиной, в которую встроен гидронасос, оно вырабатывает электрическую энергию благодаря потоку реки. Гидронасосом вода нагнетается в трубопровод, после чего она под давлением попадает на раструб струи. Для запуска этого устройства, скорость течение реки должно иметь скорость

не менее 1 м/с, поэтому, чтобы оставаться на плаву, мини-гидроэлектростанция удерживается понтоном.

Испытания данной разработки проводились в дельте реки Лена. Ученые сделали вывод: устройство возможно применить не только для получения электроэнергии, а также и для орошения земель. Так как оно может применяться для подачи воды в системы для орошения, в системы для очистки и опреснения не только речной воды, но и морской. На данный момент о серийном выпуске устройства речи не идет – активной турбине еще предстоят испытания в лабораторных условиях. Тем не менее ученые уже опробовали ее в дельте реки Лена.

Источники, использованные при написании:

1. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/9181705 (24.02.2021г.)
2. URL: https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/625683-v-rf-sozdali-mini-gidroelektrostantsiyu-dlya-raboty-v-arktiki/ (24.02.2021 г.)
3. URL: https://ruposters.ru/news/12-08-2020/rossiiskie-uchenie-razrabotali (24.02.2021 г.)
4. URL: https://energy.hse.ru/Wiie (24.02.2021 г.)

Глобальные энергетические тенденции сегодня

Лебедев А.А.

Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.

МАИ, Москва

The purpose of our work — is to identify energy trends prevailing nowadays including the coronavirus pandemic period. There is no doubt that changed economic situation influenced the process of energy consuming.

The amount of CO_2 emissions increased by 17% due to the coronavirus. Controlling the amount of CO2 emissions is very important for the global climate. But despite this there are no online monitoring systems. Therefore, scientists are developing an alternative approach for estimating CO2 emissions, based on the localization index.

In addition, the amount of greenhouse gas emissions and air pollutants decreased due to the coronavirus. The amount of NO2 emissions decreased by 30%. Reduced NO2 emissions cause short-term cooling. But this was offset by a 20% reduction in SO2 emissions, which cause short-term warming. Such short-term changes require special attention. The dangers associated with extreme weather conditions will be compounded by the current pandemic situation. Due to various warming and cooling trends, the response of the climate in 2020-2030 to various pathways remains uncertain.

The coronavirus pandemic has had a big impact on oil prices. Interim crude oil prices have fallen by almost 15% in the past month. Due to the coronavirus, the average daily global oil demand will decrease by 435,000 barrels. This is bad, because it is not only an actual decline in demand but also a decline in consumer and business activity and concerns about the future of the markets.

Nevertheless, in the current period we should speak about other problems, which became visible in the process of energy consuming.

Thus, the coronavirus has strongly influenced global energy nowadays. The situation revealed new problems and highlighted new aspects, which are bound to be problems unless we prevent it.

Проблемы энергосбережения и методы повышения энергоэффективности в России и за рубежом

Леонова К.А.

Научный руководитель — Огородников С.С.

МАИ, Москва

Энергоэффективность — разумное потребление энергетических ресурсов. Из-за отсутствия на протяжении нескольких десятков лет разумного природо- и энергопользования, человечество оказывается на пороге глобального энергетического

кризиса. По оценкам ученых, в следующие 50 лет мы целиком лишимся всех энергетически важных запасов природных ресурсов.

Так, многие развитые государства стали регулировать энергопотребление на законодательном уровне, а также финансово стимулировать предприятия и индивидуальных предпринимателей, проводящих политику энергосбережения и энергоэффективности. В России, например, были утверждены СНиП 23-02-2003 "Тепловая защита зданий", касающиеся повышения энергоэффективности строящихся зданий, но, к сожалению, политика энергосбережения оказалась невыгодна для инвесторов, которые предпочитают вкладывать средства в постройку более дешевых не энергоэффективных домов. Также, были приняты несколько законов, требующих соответствия новых построек требованиям энергоэффективности (наличие оборудования, учитывающего энергопотребление), регламентирующих порядок проведения специальными организациями энергообследований. Помимо этого, были введены субсидии и налоговые льготы для предпринимателей, проводящих политику повышения энергоэффективности.

К сожалению, пока что, Россия не полностью использует свой потенциал в повышении энергоэффективности. Основными причинами этому являются недостаточный контроль над рациональным энергопотреблением, недостаточное развитие и внедрение новых технологий, а также дороговизна эксплуатации энергоэффективного оборудования.

На данный момент, в США действует программа увеличения энергоэффективности жилых домов с плохой изоляцией. Около 5 миллионов семей с помощью программы могут получить:энергоаудит, изоляцию и утепление дома, стен и труб, улучшение систем кондиционирования, нагревания и вентиляции. Предоставляемая 10-ти процентная налоговая скидка на установочные работы позволяет сэкономить семье около 1500 долларов. Таким образом, поддерживая население в повышении энергоэффективности их домов, государство значительно уменьшает воздействие горожан на экологию, ведь обогрев домов - одна из самых значимых статей затрат энергоресурсов страны.

В Европейских странах, аналогично США, повышения энергоэффективности пытаются добиться, используя энергосберегающее оборудование в жилых домах. На реконструкцию домов государствами выделяются миллиарды евро, а гражданам, решившим проводить модернизацию своего жилья, предоставляются налоговые льготы и кредиты в банках с пониженной ставкой. Также, Европейские страны добились значительных успехов в эксплуатации альтернативных видов энергии (ветроустановки, солнечные батареи, биогаз).

Таким образом, можно сделать вывод, что государства обеспокоены проблемой нерационального энергопотребления в мире. Некоторые страны проводят более успешную политику в повышении энергоэффективности, другие - чуть меньше, но только лишь объединившись, можно будет добиться значительных результатов в решении данной проблемы.

Спектр инноваций новой энергетической платформы

Ляпустина Н.Г., Коновалов К.С.
Научный руководитель — к.э.н. Прокофьев Д.А.
МАИ, Москва

История любой потерянной компании демонстрирует очевидное заблуждение ее менеджеров относительно того, что рост численности населения автоматически приведет к увеличению потребителей ее продукции, забывая при этом о существовании продуктов-заменителей. С момента начала массового производства компании имеют преимущество быстрого снижения издержек с учетом увеличения объемов производства и экономию от масштаба.

Нефтяная промышленность была первой отраслью, которая способствовала химической революции. Ряд таких изменений действительно поддерживал высокий уровень спроса на нефть. Тогда появился еще один перспективный продукт – природный газ. Те, кто оформлял транспортировку газа – совершили газовую революцию. Они создали фирмы для

строительства и эксплуатации газопроводов. Мировой спрос на нефть увеличился, и планируемые годовые темпы внутреннего роста составили около 6%. Нефтяной промышленности мешала переоценка значения рынка нефтепродуктов и запасов нефти. В их расчетах не было места потребительским предпочтениям. И сейчас нефтяные компании рассчитывают на многообещающий спрос, но прогнозы, основанные на его однозначной линейности, не приведут к положительным результатам.

Сегодня предпочтением в мире считается электромобиль. К примеру, в Китае ожидается до 5 млн экологически чистых автомобилей, а годовой объем производства 1 млн. Инвестиции в производство в 2011 г. составили в Китае 1,3 млрд долларов. На эти деньги изготовлены аккумуляторы для 150 000 электромобилей. Наш мир мог бы пойти по пути «зеленых технологий» еще с конца XIX в., но, достаточно большое количество времени нефтяная промышленность спасалась от стагнации изобретениями и ростом населения, что открывало новые возможности для ее традиционной продукции. Если бы наш мир был более предсказуем, то цены на нефть могли бы быть стабильны. Человечество тратит энергию гораздо быстрее, чем находит ее новые источники. Развитые страны вряд ли вернутся к использованию угольных электростанций, а строительство атомных электростанций, которые могли бы решить энергетические проблемы, после аварий Чернобыля и Фукусимы вызовет напряженность и недоверие в обществе. Из-за отсутствия эластичности спроса цены на нефть постоянно подвергаются то снижению, то повышению. Учеными доказано: полный переход к коммерческому использованию новых источников энергии требует временного лага не менее 25 лет. Дело даже не в технологиях его использования, а в том, что как инвестиционные, так и технические требования к производству нового топлива и его транспортировке превышают те, которые необходимы для использования ресурса «прошлого поколения». Другими словами – это отсутствие инфраструктуры. Конечно, внедрение новых технологий и распространение их в повседневной жизни общества, - это тема больше касается нашего будущего. Но мир абсолютно не стоит на месте, появляются инновации, разрабатываются новейшие технологии. Меняясь сам под давлением современности, он серьезно изменяет и содержание глобализации.

Новая энергетическая платформа

В настоящее время становится востребованной база энергетической новой промышленности, но не исключена революция термоядерного синтеза. А что насчёт возобновляемых источников энергии? Инвестиции за счёт солнечной энергии: с 2,5 млрд долларов в 2000г. - до 150 млрд долларов в 2015г. Большое значение для альтернативной энергии имеет Китай. Их стремительные темпы развития могут привести к 2025 г. годовые инвестиции в размере 125 млрд долларов. За счёт удешевления оборудования производство и установка солнечных модулей к 2025 году способна привести к 200 млрд долларов. В будущем вероятны два варианта технологий-те, которые внедряются в нашу жизнь относительно недавно, а также те, которые всегда играли решающую роль. Все-таки для новых, подрывных устройств необходимо изменение в структуре сети доставки, в распределении энергии. Кардинально меняется структура самой выработки энергии. Существование новейших технологий больше напоминает коммуникацию связи. По сути, это некие маршрутизаторы для электричества, которые отправляют необходимое количество электричества в определенное место(к примеру, устройство Flexible AC Transmission System). Хоть и внедрению мешают трудности, связанные с высокой стоимостью, налогообложением, но уже существуют технологии управления этими сетями.

Не стоит забывать о минимизации потерь при передаче и преобразовании энергии при возможности экономии энергии в автомобиле. Знаменитая на весь мир компания Tesla Motors - это высокая экологичность (отсутствие полного выделения выхлопов). Автомобиль не нуждается в сгораемом топливе или антифризе, а также в маслах и фильтрах, что очень важно для экологии в целом.

Впрочем, такие масштабные изменения возможны в странах-лидерах, где сознательно идут на определенные издержки. Но даже в такой глобальной отрасли, как энергетика, важен аспект конфигурации встраивания в рынок. Самое главное – иметь стратегическое видение до полной реализации проектов.

Применение технологии Интернета вещей в энергосбережении

Меркулов М.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва

Большинство обсуждений IOT (Internet of Things) сводится к тому, что это он изменить жизнь человечества в ближайшие десятилетия. Однако уже сейчас технологии Интернета вещей влияют на большое количество сфер и отраслей. Важнейшей из них конечно же является энергетика и в частности электроэнергетика.

Решения на основе IoT в сфере энергетики все чаще сочетаются с функционалом искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения для обработки и анализа массивов больших данных, генерируемых в процессе работы оборудования. Для достижения необходимого эффекта системы IoT использует сенсоры и коммуникационные технологии для обнаружения и передачи данных в реальном времени, что позволяет быстро производить вычисления и принимать оптимальные решения. Всё это в итоге позволяет применять технологии Интернета вещей во множестве современных проектов, нацеленных на оптимизацию всех процессов, встречающихся в любой деятельности человека. Технологии помогают выявить неочевидные закономерности в работе объектов, буквально «услышать» предприятие и выстроить на основе этой информации диалог на новом уровне. Среди таких технологий можно обозначить два примера: диспетчерский контроль и сбор данных (SCADA) и усовершенствованная измерительная инфраструктура (AMI). Использование SCADA позволило осуществлять централизованный мониторинг и управление удаленными системами генерации и передачи данных. SCADA состоит из датчиков и исполнительных механизмов, взаимодействующих с центральным ведущим блоком и управляемых им, а также обеспечивает пользовательский интерфейс через человеко-машинный интерфейс. Система фиксирует данные с отметками времени для последующего анализа. AMI-это двусторонняя система связи интеллектуальных устройств как с коммунальной, так и с потребительской стороны счетчика. Состоящий из домашних вычислительных сетей, домашних дисплеев, систем управления энергопотреблением, интеллектуальных счетчиков, коммуникационных сетей и систем управления данными, AMI является ключевым компонентом “умной сети". В мировой практике уже появились электростанции, способные эффективно контролировать и управлять основными рабочими процессами в полностью автономном режиме с помощью инструментов сбора и анализа данных. К примеру, возможностей ИИ и машинного обучения вполне достаточно, чтобы справиться с мониторингом и настройкой газовых турбин, – уже на тысячах предприятий по всему миру эти задачи так или иначе автоматизированы. В конечном итоге внедрение технологий Интернета вещей в электроэнергетику (и энергетику в целом) влечёт за собой серьёзную экономическую выгоду за счёт существенного сокращения электропотребления.

Минусы возобновляемой энергии

Полтавский И.П.
Научный руководитель — доцент, к.п.н. Журбенко Н.Л.
МАИ, Москва

The theme of renewable energy is becoming very actual nowadays because of popularity of healthy lifestyle, environmental protection and ecology. Thad why people are interested in using of ecological-friendly replacements of thing that can be dangerous for our atmosphere and wildlife. From my point of view it’s rather nicely that people nowadays try to protect our environment. Thanks to it next generations will be able to see clean prosperous world with all its landscapes and wonderful animal world. But can we find a perfect way to make our world as clean as possible or all ways habe their own disadvantages instead of all their dignities? Practically all things that help us to keep our planet clean are costly, so it’s becomes difficult for some countries to encourage ecological situation in satisfactory state. It goes without saying that ecology plays a very important role in our life so we must do everything we can to help it to stand well.

Problem of renewable power has been under heated debates recently, so it is very essential for people to know different facts about it, at least its advantages and disadvantages. Personally I want to tell about its disadvantages, because at first sight many people think that this energy is very useful and prosperous thing, that can be used in all spheres of our life. But it is wrong opinion. Yes, I can say that this type of energy is really good resource, but it goes without saying that it has its own disadvantages like every thing in this world.

Firstly I want to explain you the definition of renewable energy. It is an energy that is collected from renewable resources, such as wind, sunlight and etc. Renewable energy often provides energy in four important areas: electricity generation, air and water heating/cooling, transportation, and rural (off-grid) energy services.

Renewable power has become very popular today. This type of energy can give people energy production without any air pollution. American solar and wind generation are showing great results and being integrated into the national electricity grid without any compromising reliability.

Here's the information you should know about the different types of renewable energy sources and it's application.

What Is Renewable Energy?

Renewable energy is made from natural sources and processes that are frequently supplemented.

Now renewables are becoming a more important power source, accounting for more than one-eight of US generation. The expansion in renewables is also happening at scales, from rooftop solar panels that can sell power back to the grid to giant offshore wind farms. Even some entire rural communities rely on renewable energy for heating and lighting.

Renewable energy is a natural resource that can replace itself quickly and without any problems. Sources of this energy tile energy include such energies as solar energy, wind energy and hydropower.

Types Of Renewable Energy

The renewable energy resources that are used by people on the planet today consists in the majority of sunlight (it is solar energy), wind (it is wind and wave power), water (it is hydro energy), gravitational forces (it is tides), the internal heat of the planet (it is geothermal energy) and biomass (it is biomass energy).

Despite of the fact that these alternative sources of power aren't "dirty", there are some cases and problems that must be solved before giving up fossil fuels and shifting to hundred percent of renewable energy.

Here are some of the reasons why renewable energy can create some problems:

Bad weather can affect energy supply. As renewable energy often depends on weather conditions, this can impact the reliability of a constant energy supply.

Also:

1. It is not as cost-effective as other energy types and options.
2. It isn't always a commercially-viable option.
3. Generates pollution.
4. It may not be a inexhaustible energy resource.
5. It can often be manipulated by politics.
6. It is an energy resource that is hard to access for some people.

To sum it all up I can say that this type of energy can't be perfect because of its impermanence and cost of resources we need to create renewable energy. But I can't again but mention, that this type of producing energy isn't as cost as others. Besides this type of energy depends on weather and climate very much, and this fact makes it not very useful in different parts of the world. So I can say that renewable energy can't be named complete, because anyway it has disadvantages and can't be used in all over the world without any problems and nuances.

Global impact of COVID-19 on the Smart cities' energy efficiency

Пушкарев М.Д.
Научный руководитель — Яримака В.В.
МАИ, Москва

Smart city technologies that are designed to make the urban infrastructure functioning more efficient, and the citizen's life more comfortable and safe. Therefore, these technologies have proved to be extremely popular in the context of the COVID-19. To make smart cities sustainable for the future, our connectivity infrastructure needs to be underpinned by efficient energy network. Smart cities need to improve energy efficiency, not just to save money, but also to help the country reach its net-zero carbon emissions targets.

City areas are becoming "smarter," as governments, businesses, and communities increasingly rely on technology to overcome the challenges from rapid urbanization. Energy efficiency and the use of renewable energy are intimately linked with questions of energy security and energy supply and thus to sustainable development.

Smart technologies include:

• Buildings and physical structures, electrical, electronics, communications information technology infrastructure and software, green and renewable energy resources.

• Network connectivity, such as communication via fibre optics to home, citywide Wi-Fi, near field communication (NFC), Bluetooth and cyber-physical systems

• Mobility of rapid mass transit and sustainable systems, which improves mobility,

• Short-message services (SMS) including communication mechanisms; smart meters, electronic/intelligent cards, and IT connectivity digitalization.

• E-Governance, citizen participation, and healthcare by using biometric sensors.

• Technologies that are less exposed to hazards use fewer resources and provide affordable services.

• Resilient urban environments to confront the emergence of environmental, economic and political conditions.

Different smart cities have to solve energy efficiency problems. The ways are various. Energy efficiency is becoming an important competitive asset on many levels. The time for organizations to digitalize their energy management is now and everybody looks forward to supporting customers in this exciting transition.

Global electricity demand decreased by 2.5% in the first quarter of 2020, though lockdown measures were in place for less than a month in most countries. Full lockdown measures pushed down electricity demand by 20% or more, with smaller effects for partial lockdowns. After correcting for weather effects, full lockdowns have reduced daily electricity demand by at least 15% in France, India, Italy, Spain, the United Kingdom and the US northwest. The largest impacts have been felt in economies that implemented strict measures and those where services make up a larger part of the economy.

The implications of the pandemic for energy systems and clean energy transitions in smart cities are still evolving but three areas in particular stand out:

• Energy security remains a cornerstone of our economies especially during turbulent times;

• Electricity security and resilient energy systems are more indispensable than ever for modern societies;

• Clean energy transitions must be at the center of economic recovery and stimulus plans.

References:

1. Abusaada Hisham, Elshater Abeer. COVID-19 Challenge, Information Technologies, and Smart Cities: Considerations for Well-Being. International Journal of Community wellbeing. 2020. Vol. 3. P. 417–424.

2. Sonn Jung Won, Kang Myounggu, Choi Yeol. Smart city technologies for pandemic control without lockdown. International Journal of Urban Sciences. 2020. Vol. 24. No. 2. P. 149–151.

3. IEA (2020), Sustainable Recovery, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery

4. IEA (2021), Covid-19 impact on electricity, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/covid-19-impact-on-electricity

Современная устойчивая гидроэнергетика. Технология Restoration Hydro

Пьянов З.М., Дронин А.С.
МАИ, Москва

В электроэнергетике ключевым аспектом соответствия критериям устойчивого развития является максимальная экономия первичных невозобновляемых источников энергии при одновременном удовлетворении энергетических потребностей современной экономики и общества, а также минимизация воздействия на окружающую среду по всему миру. вся цепочка технологического цикла производства электроэнергии. В условиях обострения глобальных экономических проблем, загрязнения воздуха, потепления и изменения климата производство электроэнергии с использованием возобновляемых источников признано наиболее соответствующим перечисленным требованиям. Крупные гидроэлектростанции - один из наиболее значительных факторов смягчения последствий изменения климата. Так, по данным Международного энергетического агентства, без существующих гидроэлектростанций выбросы парниковых газов были бы на 11% выше, что сопоставимо с выбросами всего автомобильного транспорта на планете.

Во всем мире бесчисленные водосборные бассейны, реки и водно-болотные экосистемы деградировали, лишив нас огромного количества экономически ценных экосистемных услуг. Восстановление этих критически важных экосистем не только возможно, но и экономически оправдано и повысит устойчивость к изменению климата и адаптируемость водосборных бассейнов.

Restoration Hydro включает в себя концепцию биомимикрии в виде низкоголовых, стратегически расположенных структур, доказано, что они восстанавливают водосбор и экологическую функцию. Реставрационные гидроэнергетические проекты Natel Energy продвигают эту концепцию еще на один шаг вперед, интегрируя нашу гидромоторную турбину в эти структуры, используя инновационные и адаптивные строительные работы для обеспечения безопасного прохода рыбы вверх и вниз по течению и низкого воздействия на окружающую среду. Это создает дополнительный уровень экономической ценности в виде гибкой, надежной и возобновляемой энергии в дополнение к ценным водным и экологическим преимуществам восстановления водосборных бассейнов.

Таким образом, Restoration Hydro создает благотворный цикл, в котором проекты могут быть использованы с финансовой точки зрения поддержки масштабирования деятельности по восстановлению экосистем водосборных бассейнов, создавая эффект мультипликатора окружающей среды и энергии.

Проекты Restoration Hydro генерируют многочисленные сопутствующие выгоды для окружающей среды, которые могут включать в себя создание среды обитания, улучшение качества воды и устойчивое увеличение скорости подпитки грунтовых вод и водоносного горизонта. При стратегическом развертывании на нескольких объектах по всему бассейну проекты Restoration Hydro улучшают связь между реками, водно-болотными угодьями и водосборными бассейнами, что может помочь частично смягчить последствия засух и наводнений.

Солнечные поликристаллические батареи

Рогожин Д.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарёва М.Б.
МАИ, Москва

Есть три основных технологии использования солнечной энергии: фотоэлектрические, которые напрямую преобразуют свет в электричество; концентрирование солнечной энергии, которая использует тепло солнца (тепловую энергию) для привода электрических турбин коммунальных предприятий; и системы солнечного отопления и охлаждения, которые собирают тепловую энергию для обеспечения горячего водоснабжения и отопления или кондиционирования воздуха.

Фотоэлектрические (ФЭ) устройства вырабатывают электричество непосредственно из солнечного света посредством электронного процесса, который естественным образом происходит в определенных типах материалов, называемых полупроводниками. Электроны в этих материалах высвобождаются солнечной энергией, и их можно заставить перемещаться по электрической цепи, питая электрические устройства или посылая электричество в сеть Фотоны ударяют и ионизируют полупроводниковый материал на солнечной панели, заставляя внешние электроны вырваться из своих атомных связей. Благодаря полупроводниковой структуре электроны движутся в одном направлении, создавая электрический ток. Солнечные элементы не на 100% эффективны в солнечных элементах из кристаллического кремния, отчасти потому, что только определенный свет в пределах спектра может быть поглощен. Часть светового спектра отражается, часть слишком слабая, чтобы создавать электричество (инфракрасный), а часть (ультрафиолет) создает тепловую энергию вместо электричества.

В Соединенных Штатах концентрирующие фотоэлектрические батареи находятся в основном на юго-западе пустыни. Они используют линзы и зеркала для отражения концентрированной солнечной энергии на высокоэффективные элементы. Для их максимальной эффективности требуется прямой солнечный свет и системы слежения. Интегрированные в здание фотоэлектрические элементы служат как внешним слоем конструкции, так и вырабатывают электроэнергию для использования на месте или экспорта в сеть.

Технологии солнечного отопления и охлаждения собирают тепловую энергию от солнца и используют это тепло для обеспечения горячей воды, обогрева помещений, охлаждения и обогрева бассейнов для жилых, коммерческих и промышленных применений. Эти технологии устраняют необходимость использования электричества или природного газа. Сегодня американцы по всей стране производят и устанавливают солнечные системы отопления и охлаждения, которые значительно снижают нашу зависимость от импортного топлива.

Производство солнечной энергии в значительных масштабах сегодня рассматривается только как способ сэкономить небольшую долю традиционных ископаемых видов топлива в течение дня. Солнечная энергетика еще не в состоянии полностью взять на себя нагрузку в вечерние часы пик потребления энергии и сократить количество атомных электростанций, угольных, газовых и гидроэлектростанций, которые должны оставаться в резерве в дневное время и о значительной энергетической нагрузке в вечернее время.

Обратная сторона экологии в проблеме перехода к системе энергосбережения

Рубанова А.И.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва

Актуальной проблемой современного мира можно считать его спасение. Как это?

Энергетика — один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Она оказывает влияние на атмосферу, гидросферу и на литосферу.

Глобальное потребление топливных ресурсов возросло в 30 раз со времени начала индустриализации. Производство и потребление энергетических ресурсов было вызвано созданием современных технологий и инноваций. Люди всегда стремились улучшать качество своей жизни, и в 20-ом веке научные открытия способствовали гигантскому скачку в развитии тяжелой и легкой промышленности. Это не только не вызывало тревоги у широкой общественности, но и рассматривалось как благоприятный фактор развития человечества.

К положительным качествам ВИЭ относятся повсеместная распространенность большинства их видов, экологическая чистота. Отрицательные качества — относительно небольшие объемы производимой энергии и быстрая потеря актуальности используемых технологий. Малая производственная мощность компенсируется большим количеством

площадей с размещенными на них энергоустановками. Это приводит к большой материалоемкости подобных устройств, а, следовательно, к увеличению удельных капиталовложений по сравнению с традиционными энергоустановками. Из-за быстрой потери актуальности возникает вопрос с их утилизацией. В качестве примера можно рассмотреть ветряные установки, которые после утилизации оставляют большое количество не перерабатываемых отходов.

Лопасть ветряка – одна из самых больших частей ветрогенератора. Она изготавливается из композитных материалов, безвредного для живой природы. Для ее утилизации выделяют большое количество земель, непригодных для дальнейшего использования. Это становится настоящей проблемой — выводящихся из эксплуатации ветряков всё больше, площади для утилизации всё меньше, а создание таких территорий нарушает экологический баланс.

Другой пример использования альтернативных источников энергии и их пагубное воздействие на экологию — производство солнечных панелей. При всех положительных качествах данной технологии в настоящее время для производства затрачивается энергия, получаемая из добычи и использовании полезных ископаемых, что несет за собой трудно перерабатываемые, а порой и вовсе не перерабатываемые отходы, требующие дальнейшую утилизацию.

Производство солнечных панелей включает в себя использование ядовитых химикатов и побочные продукты производственного процесса, такие как мышьяк, хром и ртуть. Эти химические вещества несут серьезный ущерб окружающей среде и требуют дорогостоящие процессы утилизации или захоронения. Большое скопление таких отходов может повлечь за собой изменение климатических условий и экологического баланса.

С каждым годом количество солнечных электростанций увеличивается в разы. Люди начинают использовать в личных бытовых целях солнечные батареи. Все это несет за собой увеличение производимых отходов. Человечество в первую очередь должно сделать упор на экологичность технологии, а не на погоню за экономической выгодой, иначе нас ждет рукотворная глобальная экологическая катастрофа.

Мое исследование привело меня в истоки изначальных потребителей и заинтересованных кадров в вопросе солнечной энергии. Следует выделить несколько потенциальных групп: крупные энергокомпании, крупные промышленные предприятия-экспортеры, малый и средний бизнес, физические лица.

На стороне постоянных и стабильных потреблений остается открытым вопрос безвредного для атмосферы производства и утилизации солнечных панелей и лопастей ветряков.

Опыт решения глобальных проблем, изобретения новейших технологий энергосбережения приведет мир к единственно верному решению. Над данным вопросом стоит работать всем странам мира, с индивидуальным подходом. Совместными усилиями и обменом знаний и технологий решение не заставит себя долго ждать, так как по опыту зарубежных стран Россия значительно опаздывает по внедрению технологий энергосбережения, но тем самым она еще не столкнулась в полной степени с проблемой массовой утилизации, а это значит, что время еще есть и не стоит им распоряжаться не в должной мере. Иначе, при худшем условии, удел современного мира замкнется в цикл:

1 переход к энергосберегающим технологиям, менее вредным для окружающей среды;

2 создание технологий и замена предыдущего оборудования;

3 проблема утилизации и размещения на территории оборудования безвредной для окружающей среды, так как организация таких мест нарушает экологический баланс, превращая зелёные участки в пустыри. («Кладбище ветряков»)

4 при создании технологий энергосбережения используются токсины и вредные компоненты как для человека, так и для природы (Кадмий, Свинец, и т.д.)

Безусловно, переход на возобновляемые источники энергии является важнейшим и первостепенным шагом на пути освоения зелёной энергетики. Однако если мир не решит сопутствующие проблемы и не выйдет из этой цепочки, то в будущем так и не удастся осуществить полный переход к чистой, не загрязняющей энергетике

Необходимость энергосбережения в современном мире

Саламатов Н.С., Крайков П.Д., Маликова И.С.
Научный руководитель — к.э.н. Прокофьев Д.А.
МАИ, Москва

Энергия — это физическая величина, которая характеризует способность тела выполнять работу. Возможности преобразования и использования энергии являются показателем научно-технического развития. Понятие энергии связывает все природные явления. Энергия не может быть создана из ничего или уничтожена, она трансформируется из одной формы в другую.

Любое событие в мире связано с преобразованием энергии! Энергия бывает: Ядерная, Механическая, Химическая, Электромагнитная. Без энергии нет жизни, а с такой жизнью никакой энергии не хватает!

С начала прошлого века мы наблюдаем беспрецедентный рост населения мира и производства энергии. Необратимое загрязнение окружающей среды и воздействие «парникового эффекта», вызывающее неприемлемое отклонение земной сферы от термодинамического равновесия, приводящее к наводнениям в одних частях Земли, и штормам, и засухам в других.

Перед человечеством стоит выбор: либо пойти по пути ограничения выбросов углерода, что потребует определенных затрат, но избавит нас от экологической катастрофы; либо оставить все как есть и подвергнуть огромному риску климат нашей планеты.

Энергосбережение — эффективное решение: Энергосберегающие стеклопакеты, заполненные газом, снижают тепловой поток. Уплотнение из силиконовой пены. Горячее водоснабжение. Солнечный водонагреватель с резервным электронагревателем. Компактные люминесцентные лампы потребляют в 4-5 раз меньше энергии, чем лампы накаливания. Датчики присутствия автоматически выключают свет, когда комната пуста. Современные холодильники потребляют в четыре раза меньше энергии, чем модели 1974 года. Старые холодильники следует утилизировать, но не переносить в другое место для хранения дополнительных продуктов. Это позволит в полной мере использовать преимущества новых энергосберегающих моделей. Стены, где толстый слой целлюлозной изоляции снижает потери тепла зимой и летом. Кухонное оборудование еще предстоит усовершенствовать: при использовании обычной плиты пища будет передавать только 25% тепла. Обычные духовки могут сэкономить 20% электроэнергии. В посудомойке дополнительный нагреватель нагревает воду до заданной температуры, что позволяет снизить температуру воды в системе горячего водоснабжения. Он потребляет примерно в 2–3 раза меньше воды, чем требуется для мытья посуды вручную.

Энергосбережение - это не только экономия денег, но и забота о нашей планете! Каждый из нас — часть мира, поэтому любое наше действие или наше бездействие может повлиять на ход событий! Энергосбережение очень важно!

Инновационные технологии — будущее энергоменеджмента

Смирнова П.Д., Акимова П.У.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва

Инновационные технологии в современном мире играют важнейшую роль в развитии совершенно любых процессов, например, IT-системы, машиностроение, социальные задачи, энергетика и т.д.

В современной энергетике происходят значительные перемены. Она совершенствуется очень стремительными темпами, потому что того требует потребительский спрос.

Лучше всего новые технологии в электроэнергетике развиваются на Западе, так как там уже давно потребители и правительство обеспокоены проблемой экономного и безопасного использования ресурсов.

В России процесс развития и модернизации действующих централизованных сетей ведется не очень быстро, но вполне высокими темпами развиваются локальные сети электрификации, отопления и водоснабжения.

Так как известные для всех централизованные системы электро- и газоснабжения были созданы достаточно давно, большинству из них нужен не просто ремонт, а полная замена.

Причин этому несколько, основные из которых это – непригодность, опасность для человека и окружающей среды, малая производительность, большие потери.

Причины, обуславливающие развитие новых технологий:

1. Объем потребления электрической и тепловой энергии, который в последнее время уменьшается;
2. Структура потребления, которая меняется в сторону децентрализованного потребления;
3. Топливная политика, которая основывается на отказе от угля, газа и атомной энергии, и переход на принципиально новые источники;
4. Автоматизирование систем управления и мониторинга.

Исходя из этих причин, мы сделали вывод, что уже в ближайшем будущем будет осуществляться переход на комбинированную систему централизованного и децентрализованного энергоснабжения.

В то же время люди откажутся от традиционных источников энергии, которые вредят их здоровью и разрушительно действуют на окружающую среду. Вместо морально устаревших и неэффективных ресурсов будут использоваться более практичные источники, например метан и водород.

Психологические аспекты формирования энергоэффективного поведения

Солодова А.Д., Ярцев А.В.
МАИ, Москва

В первые годы становления СССР (1920–1940 гг.) развитие социализма предполагало значительный рост потребления энергии. Затем, в силу сразу нескольких факторов, в Советском Союзе (после 1945 г.), такие источники как нефть, газ и уголь, потребляли энергии уже больше, чем в капиталистических странах, в стране с централизованно планируемой экономикой учитывались лишь объемы производства, а объемы затраченного сырья, будь оно энергетическим или нет, были не так важны.

На сегодняшний день модель потребления энергии в России продиктована несколькими значимыми факторами:

1) Экономическая поляризация групп покупателей (переключение с товаров премиум-сегмента на FMCG);
2) Популяризация экономии электроэнергии, сортировки мусора, «зеленых» технологий и др.;
3) Наглядный пример энергоэффективного поведения в других странах;
4) Экономия средств на коммунальные платежи.

Благодаря исследованиям Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) об отношении россиян к потреблению энергоресурсов (электроэнергия, газ, тепло, горячая вода), можно оценить реальную картину.

К примеру, каждый второй россиянин уделяет большое внимание расходам энергоресурсов и старается экономить их потребление – это около 57% граждан, при этом основным мотивом регуляции использования энергетических ресурсов является желание сэкономить деньги (79%). Среди россиян, которые не привыкли экономить энергоресурсы, треть (29%) аргументируют это тем, что уже придерживаются ответственного потребления и тратят столько, сколько им необходимо. Другие основания отказа: у каждого пятого не получается придерживаться правил экономии энергоресурсов (22%), а еще 12% говорят об отсутствии необходимости.

В таком случае, для формирования бережливого поведения целесообразно использовать два психологических мотива: желание устроить соревнование (как следствие, гордиться меньшим потреблением энергии) и чувство стыда или долга перед обществом (публичное бесполезное расходование энергоресурсов такое же некультурное действие, как выбрасывание мусора на улице).

Простого использования этих мотивов, естественно, недостаточно. Необходим слаженный механизм воздействия, включающий в себя: донесение информации через социальные сети, вирусные видеоролики, введение определенной системы контроля и пр.

Психологические аспекты формирования энергоэффективного поведения также во многом зависят от русского менталитета, но и эта грань постепенно сотрется, если методично информировать людей о том, что новые тенденции будут способствовать повышению их уровня жизни и комфорта.

И самый главный инструмент развития энергоэффективного поведения – детская аудитория. Не только потому, что культуру бережливого поведения нужно прививать с раннего возраста (через конкурсы рисунков по теме «Бережем энергию!», мультфильмы, детскую литературу и игрушки). Выстраивая коммуникацию и работая с детьми, данной тематикой также можно охватить очень большие группы населения. Психолого-педагогический процесс при работе с детьми, в таком случае, должен быть выстроен на основе комплексной программы воспитания и обучения в сочетании с углубленной программой экологического воспитания, которую нужно продолжать и в вузах.

Почему же будущие поколения должны быть максимально заинтересованы во всем выше перечисленном?

В конечном итоге, поиск всевозможных решений для энергосберегающих инициатив продиктован основным психологическим мотивом более низкой сферы - выживанием. В современном постиндустриальном обществе проблема энергосбережения становится условием выживания всего человечества, а, следовательно, и возможностью показать себя в организации, координации и обновлении всех процессов для создания собственной жизнеспособной версии этого мира.

Биологическое топливо – топливо будущего

Стребков А.М.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва

Постоянно растущий уровень потребления глобальных ресурсов – одна из глобальных экономических и экологических проблем современного мира. В течение многих лет ученые рассматривают возможность применения альтернативных источников энергии для сохранения фактической энергетической мощности, что позволит продвинуться в решении этой проблемы и окончательно перейти на иные источники энергии, не основанные на расщеплении атомов или сжигании ископаемого топлива.

1. Водородные топливные элементы

Страны с хорошо развитыми экономиками рассматривают водород как источник большого экологического потенциала. Это чистое энергетическое топливо значительно снижает экономическую зависимость от импортных и традиционных источников энергии. Важным моментом в этом вопросе являются объекты, необходимые для производства, хранения и перемещения водорода. Кроме того, экономичные топливные элементы, развитие технологий, инновационные решения и эколого-ориентированные образовательные программы способствуют развитию данной темы и переходу мирового производства на альтернативный вид топлива.

Топливные элементы активно применяются в качестве аварийных источников питания в больницах и отдаленных районах. Кроме того, портативные топливные элементы доступны для питания ноутбуков, мобильных телефонов и военных устройств. Крупные автомобильные компании, такие как Toyota, Honda, Mercedes, уже производят и поставляют

водородные автомобили. Электродвигатели, использующие топливные элементы, хранят газообразный водород и преобразуют его в электричество для двигателя. Такие транспортные средства считаются исключительно экологичными, так как они не загрязняют окружающую среду. Главный вопрос касается возможности заправки таких автомобилей, поскольку далеко не во всех странах и городах имеются станции, обеспечивающие питание водородных автомобилей.

2. Этанол

Этаноловое топливо широко применяется в качестве как биотоплива, альтернативного бензину, так и в роли примеси к бензину, используемому в транспортных средствах. Этанол легко производится и перерабатывается из обычных сахаро- и крахмалосодержащих культур, включая кукурузу и сахарный тростник. Еще одним главным преимуществом является то, что этанол является возобновляемым ресурсом и может быть использован чрезвычайно широко, а также стоимость такого топлива почти в 2 раза меньше, чем бензина. Поэтому большинство американских и бразильских автомобилей уже многие годы используют смеси бензина и этанола, снижающие уровень вредных выбросов в атмосферу. Биоэтанол производится главным образом для замены ископаемого топлива в транспортных средствах. Проблемы связаны с необходимостью большого количества пахотных земель, необходимых для выращивания сельскохозяйственных культур.

Таким образом использование водорода и этанола в качестве альтернативных источников энергии является важной ролью в современном мире и возможным решением глобальных проблем.

Применения цифровых технологий как способ повышения энергоэффективности в аэрокосмическом комплексе

Удовиченко Ю.Д.
Научный руководитель — доцент, к.и.н. Бадаева Н.Н.
МАИ, Москва

Современное информационное общество обладает рядом глобальных особенностей, затрагивающих экономические, научные, технологические, культурные и социальные сферы.

Важнейшим стратегическим ресурсом общества становятся знания, новое технологическое мышление и информация. Они формирую новую информационную среду, которая пронизывает все сферы современной жизни. А информационная «постклассическая» универсальная культура является феноменом, определяющим всю жизнедеятельность современного инженера авиационной отрасли, у которого появились новые возможности «технологизировать» и «информатизировать» свою работу.

В докладе рассматриваются некоторые вопросы эффективности работы аэрокосмического комплекса за счет применения современных компьютерных технологий — «электронной виртуальной реальности» (ЭВР).

Искусственный интеллект, т.е. «мягкий мир», позволяет быть первым помощником в накоплении, анализе и передаче данных в едином формате; 3D-программы дают уникальную возможность значительно сократить процесс проектирования; цифровизация промышленности по производству двигателей самолета открывает новые возможности для создания отечественного конкурентоспособного двигателя будущего, создания цифровых двойников самолетов, аналитика на основе Big Date, семантический поиск по большим объемам информации и др.

В наши дни технологии искусственного интеллекта позволяют решить самый широкий спектр конструкторских, технологических, производственных и эксплуатационных задач, которые рассматриваются в работе.

Возможности применения технологии «блокчейн»
в энергетической отрасли экономики

Хромов И.А.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Пушкарева М.Б.
МАИ, Москва

Блокчейн — это технология, которая позволяет проводить транзакции между равноправными участниками единой сети (P2P-сети). С этим типом транзакции каждый участник в сети может напрямую взаимодействовать с любой другой сетью участников без привлечения стороннего посредника.

Инновация технологии «блокчейн» заключается в том, что транзакции больше не хранятся в центральной базе данных, но распространяются на все участвующие компьютеры, которые хранят данные локально. В настоящий момент, создаются большое количество предприятий с конкретной целью - применение принципа «блокчейн» в других отраслях, в том числе и в энергетическом секторе экономики.

При использовании технологии «блокчейн» изменяется система проведения операций: основная модель транзакции смещается от централизованной системы (биржи, банки, торговые площадки, энергетические компании) к децентрализованной системе (конечные потребители, потребители энергии). Третье лицо – посредники, чьи услуги необходимы сегодня в большинстве отраслей, больше не требуется в таких системах, учитывая тот факт, что транзакции могут быть инициированы и проведены непосредственно «между равноправными участниками сети». Это может существенно сократить расходы и ускорить все процессы. В результате, вся система становится более гибкой, в связи с тем, что большинство рабочих задач, которые ранее проводились в ручном режиме, сейчас осуществляются в автоматическом режиме на платформе «умных контрактов». Например, можно создать полностью автоматизированный «умный контракт» между энергопроизводителем и энергопотребителем, который автономно и защищено сможет регулировать и поставки, и оплату.

Если клиент не произвёл платёж, то «умный контракт» будет автоматически останавливать потребление энергии, и возобновлять сразу после момента оплаты, если стороны заранее обговорили подобный механизм, и прописали его в своем контракте. Подобные технологии представляет угрозу для традиционных бизнес-моделей банков, которые рискуют быть замененными в рыночном сегменте платежных систем. Появляющиеся конфликты решаются с помощью принципа «пчелиного роя», т.е. основываясь на коллективном мнении всех участвующих сторон. Но, на сегодняшний день, реализовать такие модели на практике все еще проблематично. Также, при реализации «блокчейн» проектов, должны быть соблюдены ряд нормативно-правовых требований. Необходимо иметь ввиду, что технология, которая позволяет выстраивать цепочки блоков транзакций (блокчейны), на данный момент, ещё не дошла до необходимого уровня зрелости и продолжает свое развитие.

Да, в секторе финансовых и экономических услуг технологий «блокчейн» добилась достаточно высоко уровня развития, но в энергетическом секторе, как и во многих других отраслях, эта технология находится на этапе формирования концепций.

В энергетической отрасли, в небольшом количестве, появляются проекты, большая часть которых, финансируется крупными энергетическими компаниями. Главная цель – сформировать полностью децентрализованную систему энергоснабжения, в функционале которой, будет возможность заключать контракты на поставку электроэнергии напрямую между потребителем и производителем энергии (без привлечения 3-х лиц) и исполнения этих контрактов, а автоматическом режиме. Такая система использования технологии «блокчейн» увеличивает роль производителей и потребителей энергии на рынке. Эта технология может позволить непосредственным потребителем энергии, которые одновременно являются и ее производителями, покупать и продавать энергию напрямую и фактически в автономном режиме.

Однако, на сегодняшний момент, в энергетической отрасли существует чётко определенная нормативно-правовая база, которая осуществляет правовую защиту на многих уровнях, особенно защиту прав собственности потребителей энергии. Но, возможно, в ближайшей перспективе будет необходимо скорректировать существующую нормативно-правовую базу, с учетом потребностей децентрализованных транзакционных моделей.

Использование технологи «блокчейн» в энергической отрасли экономики имеет большие перспективы. Кроме использования для проведения операций по поставке энергоносителей, ее можно использовать как основу процессов измерения объёмов потребленной энергии, а также, как технологию для выставления счетов за потребленные объёмы и проведения расчетов. Кроме этого, возможно использование при оформлении прав собственности на активы (управление активами), квот на выбросы углекислого газа, и сертификатов, которые подтверждают производство энергии на основе использования возобновляемых источников энергии.

Технология «блокчейн», это новая веха в истории развития информационных технологий. Она способна кардинальным, масштабным, образом изменить уже состоявшуюся энергетическую систему, сначала путём преобразования отельных секторов этой системы, а в результате, посредством полной трансформации всей энергетической отрасли.

Влияние майнинга на энергетику

Шарапов В.С.
Научный руководитель — доцент, к.э.н. Сазонов А.А.
МАИ, Москва

Несколько лет назад люди со всего мира начали активно добывать криптовалюты – заниматься майнингом. Майнинг криптовалюты, наиболее известная из которых Bitcoin, стал способом получения пассивного дохода, и все большее число людей начинают принимать участие в этом бизнесе.

Майнеры ищут способы увеличить количество добываемой криптовалюты. Но мало кто задумывается о влиянии майнинга на мировую энергетику. Специалисты уже выражают беспокойство по этому поводу.

Некоторые эксперты считают, что криптовалюта оказывает влияние на многие сферы человеческой жизни, включая экологию и энергетику. Они обращают внимание на то, что скорость потребления электроэнергии майнинговыми фермами (оборудование для добычи криптовалюты) растет быстрее, чем ожидалось.

Поскольку самая дешевая электроэнергия вырабатывается на тепловых электростанциях за счет сжигания угля, выбросы углекислого газа в атмосферу увеличиваются, что наносит ущерб окружающей среде.

Кроме того, популярность майнинга оказала большое влияние на рынок компьютерных компонентов. Из-за высокого спроса цена резко выросла, что приводит к неудобствам для обычных пользователей, которые не любят криптовалюты.

По оценкам, около 121,36 ТВт электроэнергии тратится каждый год на добычу криптовалюты Bitcoin, что немногим больше, чем используется в Аргентине или Нидерландах, и немногим меньше, чем используется в Норвегии.

Стремительный рост биткойнов в последнее время подтолкнул все большее количество людей по всему миру к добыче криптовалют. То есть увеличится объем потребления электроэнергии, используемой для майнинга.

Например, недавние отключения электроэнергии в Иране были вызваны большим объемом майнинг ферм. На территории Ирана находятся 14 китайских ферм, которые потребляют около 300 МВт электроэнергии, что равносильно потреблению городом с населением в 100 000 человек. Причиной этого стала дешевизна электроэнергии в Иране.

Чтобы увеличить свою прибыль, люди часто подключают еще больше постоянно работающего оборудования, что приводит к большему потреблению энергии.

Отталкиваясь от сегодняшней тенденции и имеющихся прецедентов, можно сделать вывод, что майнинг влияет на энергетический баланс только отрицательно. Интенсивность расхода электроэнергии на добычу криптовалюты увеличивается, а значит и количество всяческих перебоев может расти. Понятно, что это плохо как для людей, так и для государства. И даже для самих майнеров. Поэтому правительства государств должны как-то повлиять на развитие этой отрасли. В противном случае майнеры, которых волнует только собственный доход, продолжат нагружать сеть и создавать все больше и больше новых проблем остальным людям.

Список использованных источников:

1. Максуров А.А. Майнинг как юридическая и информационная категория // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. №2 (46). С. 256-265.

2. Ершова И. В., Трофимова Е. В. Майнинг и предпринимательская деятельность: в поисках соотношения // Актуальные проблемы российского права. 2019. №6 (103). С. 73-82

Clean Energy for Long-Term Strategic Ecological Development: "Pro" and "Contra"

Шкут А.Н.

Научный руководитель — Яримака В.В.

МАИ, Москва

Russia is currently making moves to join the global effort to influence climate change. One of the indicators of that is the executive order issued 8th of February 2021. "On measures to implement the state scientific and technical policy in the field of environmental development of the Russian Federation and climate change"

It is not an easy task, and the road to the set goals is going to be long and treacherous. Thus, every action has to be carefully considered. For that it would be reasonable to employ the knowledge and experience of the experts in the field.

While there is no concrete evidence for that, climate change is usually considered to be mostly anthropogenic in nature. Primarily, clean energy technologies were recruited with the goal of combating climate change.

The potential of clean energy was evaluated so high, in fact, that over 3,5 billion dollars were invested into it in seven year period from 2007 to 2018. But were such massive investments reasonable for the set goal? Many researchers considered this. "Energies" journal concludes:

"It cost the world $2 trillion to increase the share of energy generated by solar and wind from half a percent to three percent, and it took eight years to do it. What would it cost to increase that to 100%? And how long would it take?"

Other aspects of clean energy development also raise the question of reasonableness. Center for Environmental Research & Earth Sciences states: "Center for Environmental Research & Earth Sciences states: Green energy technologies require a 10-fold increase in mineral extraction compared to fossil fuel electricity. Similarly, replacing just 50 million of the world's estimated 1.3 billion cars with electric vehicles would require more than doubling the world's annual production of cobalt, neodymium, and lithium, and using more than half the world's current annual copper production. The inconsistency of wind turbines and solar panels should also be considered.

A lot of technological, technical and other aspects of renewable energy prevent it from being the perfect solution for ecological development. At the same time, the obvious strengths (such as energy production in remote regions) of green energy should not be disregarded.

Naturally, it is vital to carefully maintain balance of interests when utilizing renewable energy and fossil fuels. Russia's particularities, which include climate, territory, energy demanding industry and centralized heating system, have to be considered. Russia strengths are plentiful natural gas deposits and well-developed atomic energetics. It would be illogical to attempt to widely develop power generation based on renewable energy sources given the aforementioned circumstances. In such circumstances clean energy technologies are going to remain uncompetitive for quite some time.

Yet, a technology or strategy cannot be judged solely on its payback potential. However, it is imperative to determine the priorities.

Thoughtful use of clean energy may not only lead to an improvement of environment, but also may also drive economic growth as well as facilitate innovation and technological development. Energy efficiency does not mean replacement of traditional energy capacities with renewable ones, but the development of research, competencies, technologies and industries. In addition, we must, of course, find our own solutions, and not just borrow from others.

Анализ применения новых технологий Smart city

Шунина Е.Я.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мишучков В.И.
МАИ, Москва

В современном мире разрабатываются и применяются на практике «умные технологии» по улучшению снабжения города водой и другими ресурсами, благодаря которым упрощается работа специалистов-энергоменеджеров в различных областях.

Например, в компании «Росводоканал» потери воды составляют 20-50%. Потери воды подразделяются на коммерческие и прямые (фактические) потери. К коммерческим потерям относятся несанкционированное подключение и потребление, неточности измерения и ошибки сбора, передачи и использования данных. А к прямым потерям относятся утечки в магистральных трубопроводов и трубопроводах распределительной сети, утечки и переполнения в резервуарах, утечки от границы разделения ответственности до узла учёта потребления.

«Росводоканал» предлагает свою концепцию умного водоснабжения (энергоэффективность + снижение потерь) по улучшению города благодаря «умным технологиям».

Для решения данной проблемы Росводоканал предлагает:

1. Точное измерение (счётчики воды);
2. Достоверные данные, их сбор и передача (радиомодуль, коллектор, узел доступа);
3. Мощное управление и использование данных (хранение данных, визуализация данных, автоматический экспорт в биллинговую систему, отслеживание и сообщение о нештатных ситуациях).

Так, благодаря умной системе учёта, а также зонированию, которое включает в себя баланс воды, аудит абонентов, эффективность измерений, мониторинг замены, можно контролировать все объекты и вовремя устранять неполадки с наименьшими потерями [1].

Компания Satel разработала охранную сигнализацию с расширенным функционалом и оптимизацией расходов. Данная система подойдёт как для бизнес сектора, так и для частного сектора. Благодаря данной технологии создаётся комфортная и безопасная среда.

Данная система включает в себя датчики движения, у которых высокая устойчивость к ложным тревогам, контроль присутствия человека, иммунитет к животным, а также есть встроенный светильник. Датчики устанавливаются на улице и у них есть встроенный термометр.

Данная охранная система имеет простую систему управления. Разработано бесплатное приложение INTEGRA CONTROL на Android/IOS, благодаря которому можно управлять удалённо, просматривать изображения с видеокамер и составлять сценарии.

Система SATEL KNX включает в себя не только охранные системы, но и управление энергопотреблением, обогревание и кондиционер, вентиляцию, освещение, управление рольставнями и маркизами, а также управление мультимедией. Так, например, уходя из дома, достаточно нажать на одну кнопку и система выключит освещение, переведёт в экономичный режим и поставит систему под охрану [2].

Сейчас идет разработка INTEGRA 2, о которой было упомянуто на видеоконференции «Цифровое ЖКХ и автоматизация зданий».

Компания МТС также принимает участие в разработке технологий для создания благоприятной городской среды. Она рассматривает 6 пространств: жильё, дороги, парки, деловая инфраструктура и общегородское пространство. Они используют 6 критериев: безопасность, комфортность, экологичность, разнообразность, современность, а также эффективность управления [3].

Создание цифровых моделей города на основе Big Data позволяет комплексно подойти к решению различных задач города. Цифровые решения позволяют сделать город комфортным и безопасным, например, проводить мониторинг ЖКХ или создавать цифровые здания.

У каждого региона свои уникальные потребности. МТС предоставляет комплекс решений умного города: мониторинг ЖКХ, умное освещение, экомониторинг, умные парковки, видеоаналитика, умный домофон и многое другое. Благодаря таким технологиям можно повысить ценность жилья, сэкономить на счетах за ЖКХ, сделать дом комфортным и безопасным, вовремя и в полном объёме собирать оплату ЖКХ [4].

Подводя итоги, можно сделать вывод, что все технологии, которые внедряются, чтобы сделать «умным» город, позволяют упростить сбор данных, их контроль, быстро принимать решения, если возникают проблемы. Также умные системы позволяют сократить расходы на электроэнергию, воду, тепловую энергию. А самое главное – улучшить качество жизни.

Список использованных источников:

1. Путин С., Цифровое зонирование: облачной платформы учёта и аналитики производственных данных в сфере водоснабжения. URL: http://www.rosvodokanal.ru/ (дата обращения 7.12.2020). – Текст: электронный.

2. Маркичев В., Байков И., Интеграция охранной сигнализации SATEL и KNX-автоматики: расширение функционала и оптимизация расходов. URL: http://www.satel.eu/ (дата обращения 7.12.2020). – Текст: электронный.

3. Арванитаки Е., «Умный город» как драйвер развития экономики региона. URL: http://www.mts.ru/ (дата обращения 8.12.2020). – Текст: электронный.

4. Овчинников М., Умная недвижимость: управлять многоквартирным домом в режиме одного окна. URL: http://www.mts.ru/ (дата обращения 8.12.2020). – Текст: электронный.

Способ утилизации отработанных противообледенительных жидкостей

Яшина Э.А.

МАИ, Москва

В связи с ухудшением экологической обстановки и увеличением влияния едких химикатов на жизнь и здоровье человека, ставится задача по утилизации отработанных противообледенительных жидкостей (ПОЖ), которые включают в себя экологически опасные токсичные вещества. Таким образом, целью данного исследования является оценка эффективности способа утилизации промышленных отходов. В исследовании рассматривается метод перемешивания отработанных ПОЖей с мелкодисперсным природным цеолитом и дальнейшей фильтрацией жидкости.

Противообледенительные жидкости используют для обработки воздушного судна с целью удаления замерзших осадков и предотвращения их появления на ответственных поверхностях воздушного судна. Отработанная жидкость представляет собой опасность для человека и окружающей среды, так как содержит в себе токсичные вещества, такие как этиленгликоль, пропиленгликоль, катионы металлов, примеси нефтепродуктов и др.

Известны несколько способов утилизации отработанных ПОЖей:

1. способ совместного обезвреживания отработанных растворов антифриза, содержащих этиленгликоль, и сернокислотного электролита.

2. способ переработки жидких радиоактивных отходов, в котором помимо утилизации жидких радиоактивных отходов утилизируются промышленно отработанные отходы охлаждающих и гидравлических жидкостей на основе гликолей.

Одним из недостатков данных способов является длительная термическая обработка, при которой используется большое количество энергии, что оказывает влияние на экологию вследствие выбросов CO2. Другим недостатком считается, что утилизировать охлаждающие жидкости необходимо только совместно с отработанными сернокислыми электролитами или жидкими радиоактивными отходами.

Так как целью данного способа является уменьшение используемых материалов, количества операций при очистке и снижение энергоемкости процесса, то рассматриваемый способ считается наиболее эффективным и безопасным с точки зрения экологии. Поставленная цель достигается использованием в качестве фильтрующего материала и поглощателя продуктов окисления этиленгликоля, присадок и продуктов коррозии природного цеолита. ПОЖи перемешивают с мелкодисперсным порошком цеолита в массовом отношении Т:Ж, равном 1:10, в течение 20 мин, выдерживают в течение 20-24 ч, отделяют жидкость фильтрацией. Исследования на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2» показали наличие большого количества загрязняющих веществ в исходной ПОЖ. Хроматограмма очищенной на цеолите ПОЖ характеризует наличие пропиленгликоля при отсутствии других веществ. Следовательно очистка исходной жидкости оказалась успешной.

Рассматриваемый способ позволяет утилизировать отработанные ПОЖи более безопасным для окружающей среды способом с наименьшими ресурсными затратами.

Направление №11 International session (in English)

To reach Mars in less than 4 months

Addepalli K.K.
Scientific Superviser — professor, Ph.D. Nicolichev I.A.
MAI, Moscow

In a manned Mars mission astronauts will be away for roughly three years, it means that any health issues that arise must be able to be dealt with away from Earth, making even the most minor illness cause for concern. So If a spacecraft reach mars in very less time than their will be a less danger to astronauts. It will be easy to facilitate the eventual colonization of Mars.

To achive this concept by using best trajectory and a very powerfull engines like the VASIMR. The VASIMR is an electric thruster of the electromagnetic kind. It uses magnetic fields to guide plasma through an exhaust, producing thrust in the process.A low-thrust spacecraft trajectory optimization tool, called the Variable Specific Impulse Trajectory Optimization Software (VASITOS), was created to analyze the optimal thrust strategy. This section presents the software environment in which it was created, the propagation scheme used to model the dynamics of the spacecraft, and the global optimization algorithm incorporated to compute optimal low-thrust trajectories.

Electric propulsion systems have considerable potential for interplanetary travel, but to analyze its feasibility, one has to consider not only the spacecraft's optimal path, but thrust strategy. Three strategies are considered in this study: Continuous thrust, Coasting, Variable thrust. Finally, variable thrust control will be tested given that the VASIMR has the ability to modify this parameter given that it features variable specific impulse.

Interplanetary trajectory design to get ice giants using planetary alignment 2030

Aggarwal Rishin, Manuel Ntumba, Saurabh Gore
Indian Institute of Space Science and Technology, Pune, India

A rare celestial alignment between Neptune, Uranus, and Jupiter will be occurring in the early 2030s, allowing a pre-launched spacecraft to slingshot around Jupiter to gain enough momentum to achieve planetary flyby capability around the two ice giants. This would significantly reduce travel time (hence, mission time) and allow the spacecraft to arrive well within the lifetimes of its sophisticated instruments & power systems - usually up to 15 years. It would also cut fuel mass by a substantial proportion, allowing for an increase in placing scientific instruments onboard. The proposed mission is expected to collect telemetry data on Uranus and Neptune while executing the flybys and transmit the obtained data back to Earth for subsequent analysis. The advanced range of spectrometers and particle detectors available in the 21st century would help obtain better quantification of the ice giants' fundamental properties, hitherto unknown. To take optimal advantage of the alignment, Neptune's mission would have to be launched by the mid-2030s and to Uranus within a 15-day window after the Neptune launch. The primary key to achieving the mission in a reasonable timeframe is employing the gravity of Jupiter to our advantage. The mission is relatively feasible as it will decrease fuel requirement drastically because of Jupiter's efficient slingshot window. Sending twin probes state-of-the-art instruments and sensors would increase our knowledge of the two ice giants dramatically. The scientific payload should include a host of advanced sensors and antenna modules to achieve optimal telecommunications while the flyby is executed.

CFD analysis to determine aerodynamic efficiency of supersonic bi directional wing in hypersonic flight

Chaturvedi P.I.
MAI, Moscow

This paper examines the aerodynamic forces and moments experienced by the supersonic geometric configuration of supersonic bi-directional (SBiDir) flying wing (FW) in hypersonic flight regime.

The SBiDir FW has a symmetric planform that allows the aircraft to fly at two different geometric configurations. The subsonic configuration has low sweep angle and high aspect ratio. The aircraft then rotates 90° and enters supersonic configuration which has high sweep angle and low aspect ratio. The existing planform was designed to achieve optimum aspect ratio, span and sweep angle to minimize wave drag and the design was found to have high aerodynamic efficiency in both supersonic and subsonic flight regimes. SBiDir FW has an upper hand over an oblique wing. This is because the symmetry of the flying wing helps reduce considerably the instabilities that occur during the transition from subsonic regime to supersonic regime and vice versa. In this work, the supersonic geometry has been subjected to much higher Mach values than originally intended for.

The computational fluid dynamic analysis was done only on the airfoil and the effects of the engine were not taken into consideration. The aircraft has been assessed under level flight attitude at a service ceiling of 90,000 ft. the simulations were done under the assumption that the flow is in equilibrium and the inviscid- viscid interactions between shock layer and boundary layer were not taken into consideration. Only half of the aircraft was simulated as it is symmetric.

It is found that the aerodynamic efficiency increases with increase in angle of attack whereas the moment coefficient decreases. These trends are favorable as hypersonic flight would be at high angles of attack. In addition, it is also found, that the high sweep angle leads to decrement in shock waves and expansion waves. The thin airfoil reduces the high drag forces. The airfoil's pressure surface is flat which helps to minimize strong sonic boom effects which allows relatively silent flights in hypersonic regime. As a result of low shock waves, the flying wing will have low wave drag and hence, high lift, high controllability and increased efficiency in hypersonic flight.

This technology will possibly, in the future, allow hypersonic vehicles to land and take off at regular airports with high subsonic performance and cruise at hypersonic speeds.

Air combat decision making based on deep reinforcement learning

Gan Zhigang
Scientific Superviser — professor, Ph.D. LI Bo,
Northwestern Polytechnical University, MAI, Xi'an, China

With the development of technology, the demand for autonomous air combat of UAV in the current battlefield environment is getting higher and higher. Nowadays, most UAVs are controlled by ground commanders and command stations, which have not yet met the needs of independence and intelligence. Therefore, the development of autonomous and intelligent maneuvering of UAVs has become a crucial research hotspot. Artificial intelligence (AI) technology has become an inevitable trend to realize autonomous and intelligent air combat of UAV.

As a key technology in artificial intelligence, deep reinforcement learning has the perception ability of data and the ability of independent exploration and decision making, which is closer to the way of human thinking and can explore and solve the decision problems in complex environments.

In this paper, deep reinforcement learning is applied to the research of UAV maneuvering decision, aiming at the threat situation to the enemy, and the maneuver decision system of UAV is optimized by this method. This method can enable the UAV to perceive the battlefield environment from the situation data and realize the maneuver decision, so as to achieve the purpose of real UAV intelligent operation.

First, establish an intelligent decision-making for UAV air combat based on non-deterministic reinforcement learning. Aiming at the problem of large state space and large maneuvering space in combat, we introduced the deep reinforcement learning non-deterministic strategy algorithm SAC, which proved that SAC has strong decision-making performance and fast convergence speed, and is more suitable for solving combat problems.

Then in order to further enhance the exploration performance of the SAC algorithm in the air combat decision-making process, and solve the problem of the algorithm falling into a local optimum due to exploration difficulties, an enhanced exploration method based on expert Actor is proposed. The algorithm drives exploration by expert experience, puts expert experience samples into the SAC algorithm experience pool, speeds up the exploration process in the early stage of reinforcement learning, and adaptively adjusts the ratio of expert experience to exploration data. This method solves the local convergence problem of the algorithm.

Stability of composite panels with cracks and influence of crack geometrical parameters on the buckling behavior

Gavriliak V., Ryzhova E.S.
Scientific Superviser — professor, Ph.D. Mitrofanov O.V.
MAI, Moscow

The analysis of the stability loss of composite plates with the presence of cracks is an important area for the design and analysis of the aircraft strength. Cracked structures may exhibit different buckling behaviors in terms of compressive critical loads relative to their intact form. Thus, the study of the loss of stability of structures with cracks can provide useful information for the design of aircraft structures for longevity.

Flat panels are one of the most common elements of the aircraft. They make up both the skin and the larger elements of the wing. Working in a flat stress state and perceiving compressive normal or shear forces, such panels can buckle and take a curved shape, thereby causing unacceptable deflection values and, as a result, a danger to the entire structure.

In this paper, we study the influence of through defects such as cracks on the nature of the loss of stability of the composite plate.

The influence of the defect size, its shape and orientation in the plate plane is considered. The problem is solved both analytically and numerically using the FEM model. When solving the problem of plate stability loss, in addition to the assumptions made in the theory of plate bending, it is assumed that the plate is flat before the loss of stability, the vectors of external forces lie in the median plane of the plate and they do not change either modulo or in direction when the plate changes shape under load. Numerical simulations are also performed in the ABAQUS 2018 package and the result is compared with the analytical solution.

First of all, a variant of the problem for an intact plate is considered, the problem of loss of stability is solved analytically, using the Cauchy relations by the Bubnov-Galerkin method. Further, a comparison of the nature of the loss of stability for plates with defects with an unabated plate is made.

References:

1. Obraztsov I. F. Construction mechanics of aircraft: A textbook for aviation specialties of universities.; ed. by I. F. Obraztsov. - M.: Mashinostroenie, 1986 — 536 p.

2. Vasiliev V. V. Mechanics of structures made of composite materials. — Moscow: Mashinostroenie, 1988s.: ill. — (B-ka raschetchika. / Ed.: N. N. Malinin.

3. Design of a load-bearing composite panels in a post-buckled state under combined loading considering the residual strength constraints// Mitrofanov O.V.*), Osman Mazen**), Gavriliak V.E. 19th International Conference “Aviation and Cosmonautics” (AviaSpace – 2020)

4. Mitrofanov O. V. Applied design of minimum weight wing panels made of composite materials taking into account the supercritical behavior of the skin //MAI Bulletin. Volume 9. 2002. No. 1. — p. 34-41.

5. Azikov N. S. Investigation of stability and supercritical behavior of anisotropic plates under shear. 1993. No. 2.
6. AC 20-107 V, advisory circular. Construction of composite materials, from 08.09.2009

Qualitative Risk Assessment and Risk mitigating Strategies for the Development of Medical Aircraft in the Russian Federation

George Yuvaraj
Scientific Superviser — professor Лисейцев Н.К.
MAI, Moscow

The preliminary investigation about the development of air medical ambulance by Джордж, A. C. (2020); Yuvaraj George, Baturina Anna Sergveena (2020), concludes that there is a necessity to develop an amphibian medical aircraft. However, in due respect to the development period of 8-10 years, potential risk factors that affect the development process are identified. They are:

1. Financial risks: As public funding or government undertaking has been recommended for the project, the shortage of grants, delay in approvals has to be considered for the project planning, which will significantly affect the project outcomes.

2. Government Policies and Regulations: Government policies and changes in their priorities affect funding and approval of the project, which will impact project delivery time and quality. In some cases, it may lead to the decommissioning of the project too.

3. Market dynamics: The project is an effort to reduce the financial burden on the public health sector and revenue generation in the global civil aviation market.

4. Disruptive Innovation: A cost-effective innovation in the medical or transportation sectors will make this project unviable and irrelevant.

The probability of each risk factor is nearly 0.25 and suggests each of them is an independent factor. Assuming the effective period of each risk factor is from 6 months to 12 months. The following strategies are suggested:

1. To extend the project for multiple sectors and pool resources. To organize the process with resource pooling and resource sharing by incorporating academicians, industrialists, and research laboratories. Creating an ad-hoc network and umbrella structure in the process and extending the project to universities through student design competitions, funding Ph.D. scholars with grants, and extending tax exemptions to industries that become part of this process will enforce quality in teaching and technical education as well as provides stable resources.

2. Follow-up and revise the processes at regular intervals, to incorporate changing market dynamics and regulatory policies. Decentralizing the tasks and transferring the entire project into several small projects over various industries and universities enables to navigate risks from one geopolitical situation to another where risk factors can be avoided or their impact on the entire project can be attenuated.

The probability of the financial risks and risks due to sudden change in government regulatory policies are estimated at 0.19 after devising the process planning with these strategies. It indicates that the project is 7 percent less likely to fail, due to these reasons with the suggested process planning over contract-based planning.

The market dynamics and disruptive innovations in other significant sectors are external risk factors that can't be controlled or determined by the process and environment of this project. They must be frequently monitored and assessed to assess the impact.

References

1. Yuvaraj George, Baturina Anna Sergveena. Feasibility study for an air ambulance in the Russian Federation // Indian Journal of Science and Technology.2020. DOI: 10.17485/ijst/v13i17.294

2. Джордж Юварадж, А. С. Батурина. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ ВОЗДУШНОЙ СКОРОЙ ПОМОЩИ ВРОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ // Социально-гуманитарные аспектыразвития общества и авиационной отрасли. Мая 2020. 165–173. ISBN: 978-985-7235-52-0.

Numerical study of GH2/LO2 combustion in a single coaxial injector test case

Ghimirey Bishal, Neelima Venugopalan
MAI, Moscow

Chemical rocket engines are reaction engines that store propellants, burn them in the combustion chamber and expel them to generate the required amount of thrust. The main component of the liquid rocket engine that plays a huge role in its robustness, performance, and life-cycle cost is the combustion chamber. Testing of liquid rocket engines, especially the combustion chamber/thrust chamber, is an extremely complicated process, and has traditionally relied on expensive test set-ups and full-scale prototype for development and testing. They are highly complicated systems, and so for the past decade use of simulation and design tools like CFD have emerged to be reliable techniques for performing the designing and testing in the early phases of product development. They are cost effective and speed up the development and testing of these engines. In this paper, such a task of numerically modelling and simulating the combustion process of LOX and GH2 is performed and studied. The model used for the combustion chamber two dimensional axisymmetric model of the mascotte combustor of the test case RCM-3 (Rocket Combustion Model). While entering the combustion chamber the oxygen is in the liquid phase and hydrogen is in the gaseous phase. This is done to simplify to improve the robustness of the model. The combustion is performed at a pressure of 6MPa chamber pressure which is higher than the critical pressure of liquid oxygen, and this pressure range is considered to be close to the conditions encountered by real engines. The main flow phenomenon such as reactions, species distribution and turbulence-chemistry interactions are considered using the adiabatic flamelet approach. The results of the combustion regarding the flame shape, flame temperature profile, and the mass fractions of the various species involved in the combustion process when compared with numerical and experimental results showed very less divergence and good accuracy.

References:

1. Vingert, L., Habiballah, M., Vuillermoz, P. and Zurbach, S., “MASCOTTE, a Test Facility for Cryogenic Combustion Research at High Pressure,” 51st International Astronautical Congress, Rio de Janeiro, Brazil, October 2-6, 2000.

2. B. Legrand, P. Durand, P. Vuillermoz, TEST CASE RCM-3 using CPS

3. Gary Cheng, Richard Farmer, Development of Linearized Real-Fluid Model in Simulating Spray Combustion Flows, AIAA 2005-0735

4. Jeffrey Wright and Siddharth Thakur, A Rule-Based Algorithm for Liquid Rocket Combustion.

Improved deep space communication for interplanetary missions using satellites in Sun-Synchronous Polar Orbit

Gore S.D., Manuel Ntumba, Rishin Aggarwal
MAI, Moscow

During the interplanetary journey of deep space spacecraft like orbiters or explorers, it is essential to get data on the spacecraft's health and the payload. Spacecraft navigation is also an essential part of interplanetary missions. Sometimes there is a need to perform Trajectory Correction Maneuvers (TCM) at the right time to get into the destination planet's orbit. So for both satellite communications and navigation, real-time data transmission is necessary and must be very efficient as it cannot waste a fraction of dB of performance. Nevertheless, for a deep space mission, communications performance is inversely proportional to distance squared. It takes minutes to many hours for signals to travel between a deep-space spacecraft and ground stations. With the earth's rotation, uplink and downlink telemetry with the ground stations breaks, which further delays the data transmission process. In this paper, we have proposed an approach to avoid the communication blackout caused by earth rotation and poor connectivity caused by the earth's ionosphere using a relay satellite (RESAT) placed in Sun-Synchronous Polar Orbit (SSPO). The satellite in SSPO can always keep its pace with the interplanetary spacecraft without any blackouts avoiding eclipses and repeats the same ground tracks each day at the same local time. The main

advantage of SSPO is that the RESAT could get continuous telemetry from the spacecraft without any communication blackout and relay that data to the ground station with higher transmission rates. We developed an orbital model in which the RESAT placed in SSPO could get a continuous feed from the spacecraft cruising toward its destination. Where this relay satellite is constantly receiving the data from the cruising spacecraft and relaying that data towards the ground stations network worldwide. In conclusion, our study shows that getting continuous telemetry from the deep space spacecraft without any interruption is possible by using a satellite network in SSPO. Further, the satellite network could be trained using Deep Neural Network(DNN) to reduce data performance and improve data transmission rates.

Structural design and trajectory planning of large-sized UAV for transport and delivery shuttle use

Guo Ziang
MAI, Moscow

As the development of flight altitude space, such as the spread of the civil miniature drones, there are still more flying spaces to be researched. Between the normal civil airplane minimum flying altitude 6000m and common micro UAV's 500m, with modern new technology of materials for structures and battery for engines, new products should be applied to this broad area for replacing some outdated industries and solving both the energy and labor problems. In this thesis, a concept of large-sized shuttle UAV is introduced instead of traditional land delivery among villages especially under tough land and extreme weather conditions. This type of UAV aims to realize the goods and supplies deliveries loading maximum 300kg containing supplies and long-endurance repeated flights. Through the reference of some typical large-sized UAV parameters, according to the local environment data, complete the structural design using CATIA software. Via the resulting data of prototype from wind tunnel testings, make iterations to improve the flight performance and adjust the certain environment. Also, in terms of successful trajectory planning, the path modelings and the avoidance of sudden obstacles need the selection of control systems which also ensure the stability and repeatability of its flights. Besides, at the taking-off and landing points which are used to be recognized by UAV, the maintenance and charging stations are also built in real life applications. So, this type of UAV helps to provide a solution of spacial area with scarce populations delivery demand and cover more and more fields with the growth of this application.

Concept of Dynamic Space Probe (Rupranti) to Support Life on Venus

Kumar Amresh, Houyu Lu
Scientific Superviser — Rudoy I.A.
MAI, Moscow

Although we have successfully reached Venus in the past, Still the Venus remains a mysterious planetary destination, with key questions remaining on the evolution of its atmosphere and climate, volatile cycles, and evolution of its surface. The recent discovery of Phosphine on Venus generated buzz that the planet, could somehow harbor life within its acidic clouds. A dynamic space probe mission concept that implements a launch vehicle to deliver a venus space station and a robotic entry flight vehicle supported with ballons, to Venus can answer many of these questions. After the phase of the mission is complete, the robotic venus space station is placed into a low venus orbit ~500km orbit at 75 - 85 degree inclination about Venus, which rotate from east to west to take high-resolution pictures and to study the geography of planet venus with a radar instrument. The robotic space probe (rupranti) can stay above 50km, as at an altitude of 50km (31 mi) above the Venerian surface, the environment is the most Earth-like in the Solar System – a pressure of approximately1 atm and temperatures in the 0 to 50 °C. Two-flight vehicle mission uses "Gravity assist" that will reduce the cost-profile per dollar. Moreover, the mission design and subsystem inputs for both space vehicles are closely studied with the mission profile conduction. This paper presents several mission profile operations for a venus space station /robotic space probe for the Venus mission, the paper studies the astrobotic systems that help the conversion of a space probe in

human-robot, and their effects on the overall space system, including performance metrics such as ΔV, mass, power, and intricacy. The effects on the spacecraft design, operational approach, and cost for various mission profile solutions are also described. We use solar propulsion(SP) and electric propulsion(EP) or a hybrid of both, to reduce the cost and for safe use to perform experiments to support life on venus. The main aim of robotic space probe(human-robot) above 50km venus surface is to perform experiment so that carbon dioxide (CO2) can be converted into oxygen(O2) with help of photosynthesis and artificial methods can be also be used such as photo sheet, or oxygen conversation pump, once the experiment is successfully conducted by human-robot, the next flight with the human crew can fly to a venus space station to carry out more experiments.

References:

1. Raney, K., "Venus: Constraining Crustal Evolution from Orbit via High-resolution and Geological Reconnaissance," White Paper Submitted to the Inner Planets Panel of the National Research Council Planetary Science Decadal Survey, NASA NNH09ZDA007OChamberlain, S., Mahieux, A., Robert, S., et al. 2020, Icarus, 346, 113819

2. Encrenaz, T., Greathouse, T., Marcq, E., et al. 2020, A&A, 643, L5 [CrossRef] [EDP Sciences]

3. Gordon, I. E., Rothman, L. S., Hill, C., et al. 2017, J. Quant. Spectr. Rad. Transf., 203, 3

Space debris a "major threat" for future missions — a review

Kumar Singh Vikram, Reenu R.T.
Scientific Superviser — Rudoy I.A.
MAI, Moscow

In this modern era, we have explored space that includes the Lunar surface, Mars, and many other celestial bodies. Apart from that, we generate a huge amount of space debris which, can be a major problem for the upcoming missions. Currently, there are over 9200 tons of objects in space. Space debris is also known as space junk or space garbage, is part of the non-functional satellites and their fragments, booster, and other kinds of stuff. Orbital velocity is directly proportional to the altitude. However, the impact velocity distribution of the debris flux on objects in orbit influence by its altitude, eccentricity, and inclination. A considerable portion of this forms debris which is a concern due to

- Extreme high speeds (11km/s-14km/s)
- Longevity at higher altitudes
- Increasing population
- Probability of uncontrolled collisions, increasing more collisions with fragments

that can damage/destroy the whole satellite or spacecraft. Debris can affect astronomical observations, ground-based objects due to their uncertain behavior. There are two sources of space debris: 1. due to continuous launch 2. the accidental breakup of the satellite. In a geostationary orbit, the average distance between two objects is nearly 190 km. In the future, these distances will come closer. Now it's time to take damage control action on this Major Threat. In this paper, we shall discuss in detail space debris by questioning, what is the source, their material composition, and the probability of debris impact. We will even be studying debris mitigation, techniques to protect functional objects from space debris, impact risk assessment, and debris re-entry.

Keyword: Sources of space debris, Debris Measurement, Debris impact, and determination of the collision velocity.

Research on Human-UAV Collaborative Situation Awareness Method Based on FCM Theory

Liu Zuocheng
Scientific Superviser — professor, Ph.D. Chen Jun;
Northwestern Polytechnical University, MAI, XI'AN, China

Based on the characteristics of humans and UAVs in the situational awareness process, this work explores the cognitive and intelligent interaction of both parties in the process of human-UAV collaborative situational awareness, as well as solutions to the dynamic and uncertain problems of the complex environment. There are two main innovations.

(1) A five-category evaluation model for operator task load is established. By designing five flight mission tests, collecting experimental data of subjects under five mission loads, a combined support vector machine method is used to classify the five types of data, and a human mission load evaluation model is established. The output of this model interacts with the autonomous situational awareness of the UAV, so that the current collaborative situational awareness results fully integrate the human load factor.

(2) A human-UAV cooperative situational awareness model is established based on ABFCM. First, the battle scene is set up, and for different entities in the scene, cooperative situational awareness agent models based on different types of fuzzy cognitive maps are established respectively; among them, the dynamic fuzzy gray cognitive map (Dynamic Fuzzy Grey Cognitive Map, DFGCM) modeling method is used to realize the expression of dynamic and uncertain information in the complex battlefield environment. Finally, a simulation case verifies the validity of the model built.

The work mainly addresses the expression and reasoning of dynamic and uncertain information in the process of human-UAV collaborative situational awareness, and how to introduce human task load and active intervention into the autonomous situational awareness process of drones.

Turbulence Reduction for Turbofan Engine

Makornkewkeyoon Pritasna
MAI, Moscow

1.Introduction

In the present, commercial aircraft that are currently in service have been used widely around the globe. Air travelling is considered to be the fastest route compared to other kinds of transportation. As a result, air transportation becomes very common to everyone as a result of technological advancement.

The trend of the modern world is focusing on more sustainable and environmentally friendly solutions which force the aircraft to be the same way. Laws and enforcements are becoming more strict and every industry must follow those orders accordingly . The aircraft utilizes fossil fuel to create thrust that overcomes the drag and hence, pushes the aircraft forward according to Newton's 3rd law of motion.

In order to overcome drag force created by such a heavy vehicle like a big aircraft, a vast amount of fuel is required for ignition in the combustion chamber where hot air is produced. However, there is no perfect combustion process that can burn the fuel with the full potential. The result is that along the exhaust air through the outlet, greenhouse gases, such as, carbon dioxide, Sulfur oxide, Nitrogen, metal particles, soot and unburnt fuel are coming out and possibly creates pollution issues.

The outlet air does not only create air pollution, however, there is also wake turbulence as another major problem that most of the time has not been paid attention to. Transportation by the means of aircraft is among the safest ways of traveling, however, accidents can still occur but with a lot lower chance compared to road transportation.

One of the main causes for air transportation accidents is by wake turbulence created at the outlet of aircraft engines. These wake turbulence produced by a larger aircraft can fluctuate the air

around and area the aircraft passed through which result in temporarily turbulent air. Smaller aircraft that cross that path will not be able to withstand the turbulence and eventually lose control which can result in a big accident. Historically, there are many fatalities resulting from the accident relating to wake turbulence.

2.Turbulent

There are 2 types of flow: first, the laminar flow. The laminar flow is organized, ordered and no disrupting between layers (lower energy). Second, the turbulent flow. The totally opposite to that of laminar flow, unorganized, unordered and flow mixing between layers (higher energy) (Figure X) . Theoretically, for an aircraft, laminar flow is more satisfied in most of the areas. However, at the engine outlet, exhaust gas coming out is heated and has a certain amount of velocity which puts the energy into the flow. As a result, exhaust gas is a kind of turbulent flow since it contains enough energy to change the flow characteristics.

Exhaust gas coming out from the engine outlet in the form of turbulence may not directly affect the thrust force of the aircraft. However, Turbulent flow can affect more than expected. Turbulent flow can slightly increase drag force on the aircraft, especially, when it occurs inside the engine.

3.Noise

Aircraft engines consist of many components and it's considered to produce most part of the noise of an aircraft [4]. Noise produced by the aircraft does not only affect the passengers traveling on board but also bystanders that are around the airport which the aircraft are operating in low altitude. Noise from the turbofan engine mostly caused from the fan, compressor, stators, combustor, turbine and outlet. However, we will be focusing on the outlet part which most part of the turbulent flow is coming out through the outlet along with the exhaust gas.

Primarily, noise on the engine outlet is produced by turbulence with high frequency noise (small-scale eddies) in the earlier stage. Those eddies will get larger as they go further downstream and act as low frequency noise (large-scale eddies). Exhaust gas is sometimes traveling faster than the speed of sound which can cause shock waves. Those exhaust gas will keep expanding along the way to the atmosphere with the eddies to create noise after the engine outlet.

As mentioned, flow coming out alongside the exhaust gas is made up of turbulent flow with high speed jet flow. When the exhaust flow is suddenly mixed with the atmosphere, there will be some influences of shearing force due to the huge difference in exhaust flow speed and atmosphere which causes high frequency noise. As it travels down the stream, flow starts to slow down and mix even more with the atmosphere which causes large low frequency noise. The further down the stream, the lower the frequency. Low frequency noise holds more effect to the ground level than high frequency noise does.

Composite materials and its future in aviation

Odhiambo S.A., Korir B.K.
MAI, Moscow

Composites are a combination of materials that, when put together, don't compromise each other's characteristics or integrity. Instead, they make each other's structural preferences, improve the durability and performance of aircraft.

Composites are of two categories: fibrous and particulate. The fibrous variety consists of tough fibers embedded in a resin matrix. The latter type is composed of non-metallic particles (such as silicone) in a metal matrix (such as aluminum). In the earlier days of aircraft manufacturing, fiberglass was one of the most commonly used materials.

Other common composite materials include fiberglass, carbon fiber, and fiber-reinforced matrix systems

Fibers can be wound tightly to increase strength. composites can be layered, with the fibers in each layer running in a different direction for added strength. This makes them best to be designed for structures with unique requirements.

Fiberglass (fiber-reinforced plastic) was reportedly first used in aircraft in 1939 but was not used extensively until the 1960s. Fiber-reinforced resin matrices use resins such as polyester, vinyl

ester and epoxy reinforced with fibers such as glass, carbon or boron. The modern Airbus A350 is built of 52% carbon-fiber-reinforced polymer (CFRP).

To add further strength, a “sandwich” effect is created when engineers use a core material between the layers of composite materials. Cores are commonly made from plastic foams, wood, or multicellular honeycombs of fabric, paper, plastic or metal.

Benefits of composite materials they strive for include:

• Lower cost of materials
• Lighter weight and higher strength
• Radar stealth quality

The creation of streamlined shapes that were not possible with wood or metal because its strength and durability eventually enabled manufacturers to develop aircraft that were easier to machine, assemble, and repair, and lighter than the previous generation of wooden structures. All-metal planes were not impervious to the elements, with engineers working to overcome hazards including corrosion and metal fatigue.

Construction of Launch Site in Mexican Territory for Lunar Pyramid Moonbase, Mayan Space Corporation

Olascoaga Arevalo Carlos
Scientific Superviser — professor, Ph.D. V. Panasenkov
MAI, Moscow

The country created not so long ago in 2010 new Agencie AEM (Agencia Espacial Mexicana) Mexican Space Agency for space exploration, delivery of cargo to the ISS and launch satellites. Idea of new startup cosmodrome building and spacecraft manufacturing for the first space port in Central America is very attractive market since Mexico has a very close location to the Equator, being exactly to the Tropic of Cancer makes very optimal for launching rockets and spacecrafts giving Earth's rotation 400m/s of speed in advance, the ideal location will be in “La Peninsula de Yucatan” near the Golf of Mexico in the South West Part of the country, as second option near the States of Guerrero, Colima and Jalisco in the Pacific Ocean Area.

Cape Canaveral is located in Florida what gives to NASA some advantages in terms of geographic position and weather closer to the Equator. The only spaceport in Latin America is located is the Guiana Space Center in jurisdiction of French Government. Mexico has been recognized in history as a talented country for manufacturing in aerospace and automotive industry because of high class and qualified engineers at lower costs compared with the USA, Canada what has been very attractive for European and North American investors since cost labor force is a third part in comparison. The only spaceport in Latin America is located in the Guiana Space Center, what will make a first class and most advanced spaceport in Latin America.

Concept of new spaceport that connects Pyramid launch site in the Mayan Coast of Mexico is a unique concept, connecting ancestral pre Hispanic cultures of Mexico, Mayas and Aztecs pyramids of the Moon and Sun constructed 2000 years BC with the New Pyramidal base station in the Moon that will be connecting our past with the future of human space exploration, tourism and research.

Manufacturing and Assembly process in Mexico is a great opportunity for investors since engineering is three times more cheap than in US and European Union, high quality of engineers are ready to manufacture and work for the new assambly and launch from Mexican Territory, this will be a unique concept of human space flight from the Mayan Coast well knowed from the stablished tourism

Actual problems of designing the main power elements of the wing caisson made of composite materials with the possibility of loss stability of thin skin

Osman M.N.
Scientific Superviser — professor, Ph.D. Mitrofanov O.V.
MAI, Moscow

The paper [1] presents a review of computational and experimental studies of structural-anisotropic panels of aircraft structures made of composite materials (CM). The objects of further research are the upper load-bearing panels and walls of the spars of the wing caissons of small and medium-duty aircraft made of (CM). In the design of these structural elements, the assumption of loss of stability of thin skin at loads above the operational level will be used. As a result of the analysis of loading conditions and design features, as well as existing design techniques, the following actual design tasks can be formulated further, requiring separate modern studies:

1. Design of upper load-bearing panels loaded with compressive forces under static loading.

1.1 skin, reinforced panels.

1.1.1 Geometrically nonlinear problems of stability and post-bulking behavior of the skin under compression, taking into account the rigidity of the support and the possibility of bifurcation under loading.

1.1.2 Method for determining the optimal thicknesses of thin rectangular skin, taking into account geometrically nonlinear relations under combined loading (compression and shear) in accordance with the methodology for designing load-bearing panels according to the supercritical state [2].

1.2 For the design of reinforced panels under compression, studies of specific forms of loss of stability are required (including taking into account “blockage”).

2. For the design of spar walls by tangential flows under static loading.

2.1. Flat skin (between the ribs).

2.1.1 Geometrically nonlinear problems of stability and post-bulking behavior of thin skin under the action of tangent flows, taking into account the rigidity of the support.

2.2. ribbed walls of the side members.

2.2.1 Assessment of the overall stability and supercritical state of square structurally orthotropic and structurally anisotropic spar walls.

2.2.2 Method for determining the rational parameters of structurally orthotropic walls, provided that stability constraints are met.

3. Development of methods for designing load-bearing panels according to the post-bulking behavior, taking into account resource constraints.

3.1. Development of recommendations on the choice of loading of structural elements, taking into account the features of the quasi-random program of fatigue tests.

3.2. Features of the design of load-bearing panels according to the supercritical state, taking into account the limitations of fatigue life.

3.3. Features of the design of load-bearing panels according to the supercritical state, taking into account the restrictions on the residual strength.

Subsequent solutions to the formulated tasks for the design of these structural elements can be effectively used at the early stages of design when choosing structural solutions.

Reference:

1. Osman M. N. Review of calculation methods and experimental studies of structurally anisotropic aircraft panels made of composite materials. XLVI Gagarin Science Conference.-M: 2020. - p. 1679-1680.

2. Mitrofanov O. V. Applied methods of designing load-bearing panels made of composite materials. - M.: Sputnik+ Company, 2003. -240 p.

Design and Analysis of Fuel Injectors for Liquid Propulsion Combustion Chamber

Paul Arnab
MAI, Moscow

AIM

To develop a fuel injection system and evaluate the atomization of fuel and oxidizer. Making a computational simulation and setting up various injection designs, such as varying the impinging angle and adjusting the pressure in the fuel injection system, via a computational simulation process. In a stoichiometric mixture fraction, I'd be looking at fuel–oxidizer impingement.

1. INTRODUCTION

1.2 LIQUID PROPELLANT ROCKET

A liquid-propellant rocket uses liquid propellants in the rocket engine. Since liquids have a comparatively high density and a high specific impulse, they are suitable. As a result, the propellant tanks' volume can be kept to a minimum. The rocket propellant can also be pumped from the tanks into the combustion chamber using lightweight centrifugal turbopumps, enabling the propellants to be held at low pressure. This allows for the use of low-mass propellant tanks that do not need to tolerate the heavy pressures needed to contain massive quantities of gas, resulting in a rocket with a low mass ratio.

1.2.2 TYPES OF LIQUID PROPELLANT

• Monopropellant liquid rockets use only one type of propellant,

• Bipropellant liquid rockets use two types of propellant. A liquid fuel, such as liquid hydrogen or a hydrocarbon fuel like RP-1, and a liquid oxidizer, such as liquid oxygen, are used in bipropellant liquid rockets. The engine may be a cryogenic rocket engine, in which the fuel and oxidizer are gases that have been liquefied at very low temperatures, such as hydrogen and oxygen.

• Tri-propellant rockets, which use three distinct types of propellant, are unusual.

1.3 INJECTORS

Injectors are used in LPR's for injecting the fuel and oxidizer to the combustion chamber with optimum mixture ratio and flow rate. Injectors can be as simple as a number of small diameter holes arranged in carefully constructed patterns through which the fuel and oxidizer travel. The speed of the flow is determined by the square root of the pressure drop across the injectors, the shape of the hole and other details such as the density of the propellant. Injectors today classically consist of a number of small holes which aim jets of fuel and oxidizer so that they

collide at a point in space a short distance away from the injector plate. They divide the fuel and oxidizer into fine droplets which helps in achieving stable and optimum combustion.

The main types of injectors that are used in rockets are:

• Self-Impinging Injectors
• Cross-Impinging Injectors
• Showerhead Injectors
• Swirling
• Pintle

I will be mainly focusing on cross-impinging injectors where liquid oxidizers and liquid fuel are supplied at high pressure to the injector. These are made to impinge on each other which forms liquid sheet, which then break into fine droplets.

1.3.1 Types of impinging injectors are:

a) Doublet Impingement -

In this the impact of two liquid jets creates a region of high pressure at the point of impact. A thin liquid sheet is formed during the impact and sheet spreads out from the high-pressure zone in a plane at right angles to the planes of the jet.

b) Triplet Impingement -

It consists of three stream which may have like or unlike patterns. The unlike impingement for oxidizer-fuel-oxidizer (O-F-O) and fuel-oxidizer-fuel (F-O-F) can be done. The unlike patterns have a distinct advantage over the like-unlike patterns in doublet configuration. The net direction of the fan does not change when the mixture ratio is varied.

c) Quadruplet and Pentad -

Quadruplet configuration consists of 4 streams impinging on a single point whereas Pentad has 5 streams impinging. They are not used in high frequency as they are difficult to configure and fabricate.

OBJECTIVES

To design and develop impinging fuel injectors for optimum atomization and to analyze the fuel injectors at various pressure and at different angles.

METHODOLOGY

Given below was the methodology followed during experiment:

1. Selection of Propellant; 2. Calculation of Injector; 3. Validation for Ansys Fluent Setup; 4. Preparation of Ansys Fluent Setup; 5. Simulations for Optimum Angle; 6. Tabulation of Outcomes; 7. Preparation of Catia Model;

8. Simulations for Optimum Atomization; 9. Conclusion

References:

1. Kang, S.-J., Rho, B.-J., Oh, J.-H., & Kwon, K.-C. (2000). Atomization characteristics of a double impinging F-O-O-F type injector with four streams for liquid rockets. KSME International Journal, 14(4), 466–476. doi:10.1007/bf03186441

2. M. Thirupathi, N. Madhavi, K. Simhachalam Naidu ISSN: 2249 – 8958, International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-4 Issue-5, June 2015. Design and Analysis of a fuel injector for a liquid rocket engine

3. Xiodong chen, Yao chang, Vigor chang lee, Journal of Atomisation and sprays 23(12)079-1101-(2013). High Fidelity Simulations of the Impinging jet atomization.

The Study of Developing C-DCFA flight operating network system for Russian Aviation Industry to gain more market share: A case of enhancing the usage of the product MC–21

Perera L.I.

MAI, Moscow

C-DCFA flight operating system (Centralized-Decentralized Flight Arrangement) is basically a business model for airlines to handle and operate flight more effectively and efficiently in order to gain more market share in the aviation industry. In general, basic idea for this model would be flight arrangements according to centralized (C) and decentralized (DC) manner. Domestic flight within the country will have decentralized routes in order to centralized passengers for their international flights. Main outcome of the compete concept will be maximum number of passenger waiting for a specific international destination which improve the airline punctuality and revenue efficiently. Further those details explained in the report. Mainly each and every flight operates in its maximum capacities both passenger and cargo. This arrangement will beneficial for both business and customer parties in various ways. Time punctuality, Revenue, Low fee for customers, efficiency and effectiveness are some of them.

Russian Federation would be the best place to establish this model because Market Analysis of Aviation Industry for 20 years of period shows that Asia where is going to take place huge growth of the market compare to other regions considering parameters like new aircrafts arrivals, Market value estimation, etc. During 20 years period of time 58% growth of the aviation industry will comes from Asia. In this particular situation China and Russia are the main countries and fortunately they are together partner up to build the aviation industry where we can see by project like CR – 929.

MC – 21 is a best product to initiate this model. Further analysis shows that more than 50% of new added aircrafts in the market would be single aisle aircrafts. Considering factors about MC – 21 like efficiency and modern technology in more economical way it would be one of best choice for a model like that in my point of view. Boeing 737 Max 8 and Airbus 320 neo as major single aisle products competing against each other in the current market, simple comparison among them with MC - 21 – 300 will reveal that it as good capacity range both passenger and cargo compartments, flying range in high density configuration and more importantly 15% lower weight,

15% lower fuel burn, 20% lower operating cost and further many more features equipped with modern high cutting edge technologies. Most important factor is that all these things for comparably lower cost than latest products from current leading aircraft manufacturers in the market.

Another factors would be even though MC – 21 -300 is a magnificent product still has to face lots of trouble to enter to the western international market and make a sudden big impact under their sanctions. So approach like C-DCFA would be smart to begin the journey.

The main key goals along with future considerations could be point out where it addresses the main problem for any airliner which is low cost competition. Gain the competitive advantage from low cost operators will gain more market share. This model much suitable for two stages establishments, to start in Asia then accordingly move to other regions.

C-DCFA flight operating system address all these problems in effective and efficient way. Its approach for all these problems, end result would be high revenue (Return on Investment) for the organization. Further in passenger point of view their cost for travel will be less than other existing options in the market with more facilities. Considerations in order accomplish mentioned objectives,

Each and every flight should operates in their maximum both passenger and cargo capacities, Increase the number of flight which operates daily, As the suggested process increase the fuel consumption it rapidly increase the demand, Instead of consuming domestic fuel production organization should share the demand with other overseas manufacturers like middle east countries and other consumers.

Finally as a conclusion opportunities interact with this new approach which will gain more benefits for its operators. Such as partnerships with large scale businesses, investors based on conditions such as advertise their products and services on board during flight operations

Partnerships with local and international hotels, ship companies, bus companies and etc. In terms of sharing profits, advertising them. Under those conditions gets discounts on their services and products. In customer point of view, these partnerships will take care of them to their final destination and even during its journey keep them safe and comfort in considerably low cost.

Active Flow Control on Leading Edge Slats of Multi-element Airfoil

Wang Yongji, Wu Jie
Scientific Superviser — Ph.D. Alena Tikhonovets
NUAA, NanJing, China

Recently, improving the dynamic performance is more and more significant and active flow control is a popular method.

A typical multi-element airfoil, 30P30N, is widely used in aviation. The aim of the present work is to control and improve the dynamic performance of this airfoil by using blowing method in leading edge slats in high Reynolds number compressible flow for use in prospective applications, such as takeoff procedure.

Blowing holes are set in the leading edge slats. Different numerical experiments are conducted in this work. Firstly, different hole diameters are chosen, 0.1%c and 0.2%c respectively. Secondly, momentum coefficient is introduced to measure the energy the active control consumes. So, different momentum coefficients are set. Thirdly, the number of blowing holes also influence the control effects. So, this needs to be controlled. Finally, angle of attack is an important variable.

Compared with the situation without control, the use of blowing control can obtain a significant improvement of the aerodynamic performance of the airfoil. Based on the numerical results, bigger hole diameter is can have greater control effect, adjusting the blow holes at a certain angle of attack can obtain the best lift increment and drag reduction. Additionally, the momentum coefficient can evaluate the performance. When the momentum coefficient increases at a certain range, the ratio of lift to drag is proportionate to the momentum coefficient. Thirdly, the number of holes can influence the performance to some extent. Finally, the bigger angle of attack, the worse the control effect of blowing control.

Thermally induced vibrations of beam structures using Isogeometric Analysis

Wu Jianchen
Scientific Superviser — Ph.D. Yujie Guo
NUAA, NanJing, China

1. Introduction

Spacecraft in orbit periodically move in and out of earth's dark and sunny regions. Under the combined action of the solar heat flux, the Earth emission and the Earth albedo [1], temperature will change rapidly, especially at day-night or night-day transitions. Flexible appendages are often used in spacecraft, which have low stiffness and low frequency, therefore even small forces may cause such structures to vibrate significantly. The typical excitation load in the flexible appendages is the time-dependent bending moments generated by the temperature gradients within the structure. Since the temperature field and the displacement field are coupled, thermally induced vibrations may happen [2]. Thermally induced vibrations will degrade the flight quality of spacecraft and affect its normal operation. A famous example in history is the Hubble Space Telescope (HST) launched in 1990. Due to thermally induced vibrations of solar arrays, it suffered from the spherical aberration and a pointing "jitter" [3][4][5].

Thermally induced vibrations were first investigated analytically by Boley in 1956 [6]. In his paper, Boley analyzed the thermal induce response of a simply supported rectangular beam, and he proposed a dimensionless parameter B, which is directly proportional to the natural frequency of the beam and the characteristic thermal response time, to determine the maximum deflection.

Isogeometric analysis [7] is an emerging computational approach aiming at bridging the gap between computer-aided design (CAD) and computer-aided engineering (CAE). Compared with classical finite element method, which uses Lagrange polynomial function to approximately describe the geometry and physical field, isogeometric analysis employs the nonuniform rational B-spline (NURBS) basis function, which is widely used in CAD, to describe both the geometric and physical field. Due to its superior properties, IGA has been applied to a wide range of areas [8-12], especially in the field of thin walled structures[13-15].

The paper is organized as follow: The NURBS basis function is introduced first in Section 2. Then the governing equations of thermally induced vibrations and the isogeometric discretization are given in Section3. Solving algorithms, including θ schemes, Newton-Raphson methods and Newmark algorithms, are given in the same section. In Section 4, several numerical examples are given to show the performance of isogeometric analysis. Finally, conclusions are presented in Section 5.

2. Non-uniform Rational B-splines

In this section, we first summarize the basic properties of the B-spline and NURBS basis in a brief manner, we then introduce the constructions of the NURBS geometries and its derivatives which are frequently used in this paper.

3. Isogeometric thermally induced vibration analysis of beam structures

In this section, we first present the fundamental equations governing the thermal behaviors of beams and its isogeometric discretizations in 3.1. We then introduce the basic equations for structural analysis of the beam structures based on the isogeometric analysis in 3.2. Lastly, a coupled scheme between thermal and structural responses are presented in 3.3.

3.1. Thermal analysis

3.2. Structural analysis

3.3. Couple Scheme

4. Numerical Examples

In this section, we present a number of numerical examples to demonstrate the reliability, accuracy and robustness of the proposed method. We start with a simply supported rectangular beam benchmark example, cf. 4.1 to verify the accuracy of the proposed method. We then consider a more realistic example, a solar array of Hubble Space Telescope (HST) to study the influential factors of the thermal flutter phenomenon in 4.2. We compare our IGA results with the reference solutions which is less accurate due to the approximations introduced in the reference model. In the last example, we studied the influence of the cross-section shapes on the thermally induced

vibrations of the thin-walled tube. In particular, we proposed a new type of thin-walled lenticular tube in 4.3, where thermally induced vibrations can be effectively suppressed.

4.1. Thermal vibration of a simply supported rectangular beam

4.2. A solar array of Hubble Space Telescope (HST)

4.3. Thin-walled lenticular tubes with different cross sections

5. Summary and conclusions

In this paper, we proposed an isogeometric analysis (IGA) framework for the thermally induced vibration analysis of beam structures where the geometric exactness and higher order continuity of the NURBS basis are fully exploited. We studied the accuracy and efficiency of the proposed method with several numerical examples. Either benchmark or more sophisticated examples show good agreements with the reference solutions. It can be concluded that, the proposed framework is suitable for the thermally induced vibration analysis of space structures.

Numerical study of the mechanism of plasma enhanced syngas combustion

Zhao Yang, Wang Pengxiang
Scientific Superviser — Ph.D. Wang Pengxiang
MAI, Moscow

In order to effectively alleviate the greenhouse effect, it is necessary to reduce carbon dioxide emissions. Many new near-zero emission systems have been proposed, among which the OCCSS system has greater advantages. However, the combustor part of the OCCSS system will introduce H2O, which will reduce the combustion stability. Therefore, the method of plasma-assisted synthesis gas combustion is proposed.In this paper, a simulation study of the discharge process under different gas components and discharge parameters is carried out in order to obtain a more suitable parameter range for the plasma-assisted OCCSS system.

Numerical model：

in this section, the discharge process of the mixed gas of syngas, H2O and O2 under different components is studied. This paper calculates the electron energy transfer path and the discharge coefficient under these six conditions: CO: H2: O2: H2O as 1: 5: 3: 1, 2: 4: 3: 1, 3: 3: 3: 1, 4: 2: 3: 1, 5: 1: 3: 1, 1: 1: 1: 0, analyze the influence of H2O and different syngas composition on the discharge.

The reaction collision cross section is from the www.Lxcat.net, where H2 and H2O are from the Morgan database, CO is from the Phelps database, and O2 is from the Biagi database.

The electron energy transfer path and the discharge coefficient are obtained by the two-term approximation method of the Boltzmann equation through BOLSIG+. The solver can be obtained from the website http://www.bolsig.laplace.univ-tlse.fr/. The physical model and calculation method of the solver can refer to the paper published by Hagelaar in 2005. In this paper, 30 different working conditions are calculated in the manner of quadratic distribution between the converted field strength value of 1-1000Td, and the gas temperature is set to 300K in the calculation.

Results and discussion：

In this article, first calculate the energy loss fraction under 202Td and the electron mean energy under different gas compositions. The influence of gas composition on electron energy and energy loss fraction is discussed. Subsequently, the energy loss coefficients ratio under different reduced electric field was calculated, and the first conclusion was reached through analysis.

Secondly, this paper calculates the energy loss coefficient ratio of each component under different gas composition with the change of the reduced electric field, analyzes the influence of the gas composition and the reduced electric field on the discharge energy loss, and obtains the second conclusion.

Finally, the variation of the Townsend coefficient of different gas components with the reduced electric field is calculated, and the stability of the discharge under different gas components is analyzed, and the third conclusion is obtained.

Conclusion：

1.When the reduced electric field is low (reduced electric field<20Td), the H2O in the mixed gas absorbs most of the discharge energy. When the reduced electric field is between 200Td to 500Td, the energy loss coefficient ratio of H2 and CO is highly sensitive to the reduced electric field of the discharge, with the reduced electric field increases, the discharge energy is more transferred to the corresponding collision of H2.

2.When the reduced electric field is small, as the reduced electric field increases, the proportion of energy transferred to the diluent (H2O) will decrease significantly, while the proportion of energy transferred to the fuel and oxidizer will increase significantly, when the reduced electric field is high (100Td<reduced electric field<220Td), the lower the molar fraction of CO in the syngas, the higher the energy loss coefficient ratio of H2 and O2, which will help generate more excited species related to H2 and O2,

3.The introduction of H2O will lead to a decrease in discharge stability, and an increase in the proportion of H2 in the syngas will help improve the stability of the discharge.

About the development of vibrations measurement system of an aircraft wing using MEMS IMUs

Маамо М Шико, Шаповалов Н.А.
Scientific Superviser — Афонин А.А.
MAI, Moscow

Today, the use of structures made of thin-walled beams in modern aircraft and spacecraft has expanded significantly with the advent of composites fibrous materials, so wings made of these materials provide a high strength-to-weight ratio, signified corrosion resistance and greater fatigue life compared to that made of traditional materials. Combined with relative lightness, aircraft tend to become very flexible, exhibiting, for example, large wing deformation under normal operating loads, which significantly affects their aerodynamic and strength characteristics. Therefore, as part of the design of aircraft wing, it is required to conduct ground experiments that confirms its strength characteristics, including the determination of modal parameters. Such experiments are usually carried out using a vibration measurement system (VMS) of one kind or another. The peculiarity of vibration parameters is that they can also be used to diagnose the current state of an aircraft wing, predict the appearance and development of its defects.

The existing VMSs for aircraft wings are usually implemented based on: piezoelectric accelerometers, optical sensors and MEMS accelerometers [1-3].

The key advantages of piezoelectric accelerometers include: high sensitivity, wide frequency and dynamic ranges, high thermal stability and vibration resistance, and the main disadvantages are: these accelerometers are contact sensors and are connected to measuring equipment with cables, have significant attenuation and phase shifts at low frequencies.

The most important advantage of optical converters is that they are non-contact and do not affect the true forms of object vibrations; nevertheless, their disadvantages include the need for "ideal" laboratory conditions for measurement, as well as the complexity of mounting optical devices, their sensitivity to shocks and strong mechanical effects during transportation and installation. Moreover, the processing of optical sensors information requires extremely high-performance computers and complex algorithms.

MEMS accelerometers are characterized by low weight and dimensions, low power consumption, low cost, and a wide amplitude-frequency range. Their main disadvantages include low accuracy and significant instability of characteristics.

In order to build VMS, which has the same advantages, but devoid of the disadvantages of the systems considered above, it is proposed to build a VMS using MEMS IMU. Since MEMS IMU contains three MEMS accelerometers and three MEMS gyroscopes, it can provide complete information about the movement’s parameters of the investigated point of the mechanical structure, and so, it is possible to determine vibration acceleration, vibration velocity, vibration displacement, and other vibration parameters of that point. Unlike a piezoelectric accelerometer, even a cheap MEMS IMU operates without significant distortions both at high and low frequencies. The MEMS

IMU is characterized by small mass-dimensional characteristics, which makes it possible to use when testing small-sized and thin-walled structures without significant distortion of the true forms of vibrations. However, the main disadvantages of MEMS IMU are low accuracy and significant instability of characteristics. To eliminate these shortcomings, it is proposed to build this VMS using multisensor data fusion technology [4], combining data from one or more MEMS IMU, onboard navigation complex and other information sources, for example, fiber-optic or strain gauge displacement sensors. To improve the accuracy of vibration parameters measurements of an aircraft wing, to estimate and correct the basic errors of the measuring subsystems within the computational module of VMS, the VMS must make use of the optimal Kalman filtering algorithms.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме гранта РФФИ № 19-08-00279а.

References:

1. Alvarez-Montoya, J., A. Carvajal-Castrillón, and J. Sierra-Pérez, In-flight and wireless damage detection in a UAV composite wing using fiber optic sensors and strain field pattern recognition. Mechanical Systems and Signal Processing, 2020. 136: p. 106526.

2. Янчич, В.В., Пьезоэлектрические виброизмерительные преобразователи (акселерометры). 2010.

3. Varanis, M., et al., MEMS accelerometers for mechanical vibrations analysis: A comprehensive review with applications. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2018. 40(11): p. 527.

4. Hall, D.L. and J. Llinas, An introduction to multisensor data fusion. Proceedings of the IEEE, 1997. 85(1): p. 6-23.

The capabilities of the radar in the Synthetic-aperture mode with the rotational-progressive movement of the phase-center antenna

Нажжар Таммам
Scientific Superviser — professor, Ph.D. Tatarskiy B.G.
MAI, Moscow

One of the methods increasing the azimuth resolution in a radar system, as it's known, is a method based on the principle of synthesis aperture. As we know, the traditional synthesizer procedure is implemented with a progressive movement of the phase-center of the real antenna. However, this procedure is also possible with the rotation of the phase center of a real antenna.

The implementation of such a synthesis method is possible when using a helicopter-type radar as a carrier; when the antenna module is installed in the blade tip.

To obtain radar images with a high azimuth resolution, it is necessary to ensure a coherent processing of the trajectory signal reflected from target.

When modeling the characteristic of the change in distance between antenna and target, we found that it changes under the influence of two factors: nonlinearly in accordance with the blade rotation of the real phase antenna, and linearly due to the progressive motion of the carrier.

Results:

1- The smallest width of the output response, and hence the greatest linear azimuth resolution, was obtained with rotational- progressive motion of the real phase antenna in comparison with synthesizing with progressive motion and with synthesizing with rotational motion.

2- Synthesis during rotational-translational motion of the real phase allows to reduce the level of side lobes of the output signal of the optimal trajectory signal processing system.

3- Linear resolution obtained with rotational- progressive motion, depends on the sight angle of the target relative to the carrier's velocity vector. At an angle equal to zero, synthesis with translational-progressive motion is approximated to the synthesis mode with rotational movement of the real phase antenna.

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

Керамика как теплозащитный материал

Айдархан Е.М.
Научный руководитель — Шанкибаева Ж.Т.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

В 21 веке с развитием и усовершенствованием летательных аппаратов, увеличением нагрузок, воздействующих на летательный аппарат во время активного участка полета, требования к безопасности и надежности материалов постоянно возрастают. Все большее внимание уделяется современным теплозащитным покрытиям. От эффективности теплозащитных покрытий зависит надежность и срок службы ракетно-космической техники. Поэтому повышение показателей теплозащитных покрытий является весьма актуальной задачей. Один из вариантов это керамические теплозащитные покрытия, так как они выдерживают экстремальные условия эксплуатации, а именно работу в агрессивных средах при высоких температурах и давлениях.

Достоинством керамических теплозащитных покрытий являются стойкость по отношению к многим агрессивным средам, высокая прочность, износостойкость, твердость, низкая плотность и стабильность механических свойств в широком диапазоне температур. Одним из главных факторов увеличения тактико-технических и эксплуатационных характеристик авиакосмических изделий является увеличение рабочих температур теплонагруженных деталей и узлов, которые не препятствуют выполнению их непосредственной задачи. В данной работе керамические теплозащитные материалы подвергаются детальному изучению, определению связей их свойств с технологическими параметрами при получении материалов, а также проверки изменения ее характеристик при различных эксплуатационных факторах и сравнению этих характеристик при различных методах производства.

Использование солнечных батарей с многослойным химическим осаждением графена в изделиях аэрокосмической техники

Алимов Д.Г., Орынбасар Б.Г.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

В последнее время резко вырос интерес к применению нанотехнологий и наноматериалов в космических системах. Создание проницаемых и полупроницаемых солнечных панелей с высочайшей эффективностью и пониженной ценой позволит заменить ныне действующие непрозрачные и довольно дорогостоящие кремниевые солнечные панели для космических аппаратов.

Графен изобрели больше двенадцати лет назад, и только совсем недавно были разработаны инновационные на первый взгляд методы обработки, которые повысили проводимость графена. Изучение его свойств показало, что графен является самым тонким материалом и обладает рядом преимуществ перед другими. Например, он очень пластичен и обладает высокой электропроводностью и теплопроводностью. В этой связи, удовлетворяются запросы и требования, которые предоставляют объективный потенциал для использования графена при создании солнечных батарей. Графен – новейший материал для создания прозрачных электродов с отличной проводимостью и с потенциально пониженной ценой для солнечных панелей с высочайшей прозрачностью. Полупрозрачность – такая особенность солнечных панелей нового поколения, которая позволяет улавливать свет, который поступает с обеих сторон, и такую батарею планируется применять для солнечных панелей, таким образом, значительно повышая площадь поверхности, собирающей

солнечную энергию для ее преобразования в электричество. Химическое осаждение – это процедура, которая используется для создания особой чистоты твёрдых материалов. Эта процедура обычно применяется в сфере производства полупроводников для изготовления наитончайших плёнок. Большей частью, при производстве химического осаждения подложка располагается в пары одного или нескольких веществ, те в свою очередь, вступают в реакцию и распадаясь, создают на поверхности подложки определенное количество требуемого вещества. При процессе химического осаждения создают материалы разнообразных структур: углеродное волокно, углеродное нановолокно, углеродные нанотрубки, графен, вольфрам, различные диэлектрики.

Эффективность превращения энергии новейшего открытия насчитывает приблизительно 12%, а эффективность как правило полупрозрачных солнечных панелей равна 7%. Вероятно пониженная цена этих солнечных батарей, больше чем на 50% ниже по сравнению со стоимостью нынешних кремниевых солнечных батарей, предоставит в ближайшем будущем более обширно применять такие панели.

Следует отметить, что в первую очередь, проводимость наноматериала — графена в значительной степени изменена в лучшую сторону вследствие разметки наитончайшего пласта проводящего полимера, используемого в качестве адгезионного. Во вторую очередь, создавая солнечные панели с многослойным химическим осаждением графена в виде верхнего прозрачного электрода для повышенной эффективности трансформации энергии, ученые пришли к выводу, что сопротивление электрода возможно в дополнение уменьшить при сохранении высочайшей прозрачности электродов.

Новейшие солнечные панели будут отличаться высочайшей эффективностью изменения энергии, удобны в производстве и соответственно будут иметь допустимо низкую стоимость.

Система поддержки деятельности эксперта-аналитика отдела учета арендованного имущества Федерального космического агентства комплекса «Байконур»

Ахметбекова А.К.
Научный руководитель — доцент, Кулепётова Н.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Комплекс «Байконур» функционирует в соответствии с Соглашением между Российской Федерацией и Республикой Казахстан [3] на основании Договора аренды комплекса «Байконур» [4]. В соответствии со статьей 2 Соглашения, с целью обеспечения дальнейшего использования космодрома объекты комплекса «Байконур» переданы в аренду Российской Федерации. Осуществлением учета арендуемого имущества занимается Республиканское государственное учреждение «Байконырбаланс» Аэрокосмического комитета Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан (ранее Государственное учреждение «Байконырбаланс» Министерства финансов Республики Казахстан).

Реестр государственных предприятий и учреждений РК [5], введенный в 2011 году, не позволяет в полном объеме обеспечить хранение и обработку информации по объектам комплекса, которая хранится на бумажных носителях, с учетом специфики условий работы учреждения «Байконырбаланс». Поэтому учреждению необходима информационная система, которая позволит автоматизировать некоторые процессы его деятельности.

В данной работе рассматривается автоматизация рабочего места эксперта-аналитика отдела учета арендованного имущества РГУ «Байконырбаланс». При ручном формировании документов необходимость работы с большим количеством документации, составление отчетов и актов сопровождается значительным количеством ошибок и требует значительных временных затрат на их устранение. Для исключения «человеческого фактора» и экономии времени возникает потребность в базе данных. В ней можно будет быстро получить доступ к паспортам всех объектов, введя какую-либо информацию по ним. База данных позволит

распечатывать акты передачи и состояния имущества по заданным формам, а также автоматически актуализировать данные.

Разрабатываемый программный продукт предназначен для хранения информации об имуществе на комплексе «Байконур», автоматической актуализации данных, составления актов передачи и состояния имущества, составления статистики действий в отношении имущества в указанный период (передача от одной стороны другой), формирования и печати отчетных форм, обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа, автоматического ежесуточного полного резервного копирования на жесткий диск.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 19.781-90 Единая система программной документации. Программное обеспечение систем обработки информации. Термины и определения.

2. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные. системы. Автоматизированные системы. Термины и определения.

3. Соглашение между Российской Федерацией и Республикой Казахстан об основных принципах и условиях использования космодрома «Байконур» от 28 марта 1994 года.

4. Договор аренды комплекса «Байконур» между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан (с изменениями на 9 ноября 2017 года).

5. https://www.gosreestr.kz.

Применение программного обеспечения Multisim для визуализации и исследования электрических схем в учебном процессе

Блощицына К.А., Батеев Е.А.

Научный руководитель — Панасенко М.И.

Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Современные условия обучения задают тенденцию потребности в использовании цифровых методов исследования электрических схем путем их виртуального моделирования. При всех достоинствах проведения экспериментов на лабораторных установках существуют объективные причины, в силу которых реализация эксперимента затруднена. Например, ситуация, связанная с изменением режима образовательного процесса, который в 2020 году проходил дистанционно.

Альтернативным направлением выполнения лабораторных исследований является использование компьютерных технологий, которые позволяют смоделировать в системе виртуального моделирования (СВМ) любую электрическую схему.

Вследствие этого, актуальным является вопрос интеграции СВМ электрических схем в процесс обучения. Это обуславливается рядом причин: моделирование схемы перед её сборкой на лабораторной установке может значительно увеличить эффективность проектируемой электрической схемы, показав ее дефекты и принцип работы; кроме того, СВМ содержит обширные библиотеки приборов и устройств и позволяет составлять электрические схемы без риска выведения из строя элементов схемы.

Целью работы является демонстрация возможностей программного обеспечения Multisim для моделирования электрических схем в учебном процессе. На примере лабораторной работы по физике на тему исследования фигур Лиссажу на лабораторной установке и в СВМ проводится сравнительный анализ полученных результатов.

Из проведенных исследований становится ясно, что процесс моделирования электрических схем в программном обеспечении Multisim максимально приближен к выполнению их исследования на лабораторных установках. Сборка электрической схемы с подключением к ней измерительных приборов, установка режимов работы измерительных приборов позволяет получать результаты измерений в привычном для студентов виде. Применение программного обеспечения Multisim углубляет и дополняет знания об элементах электрических схем и о реальных устройствах, так как дает полную информацию об объекте исследования.

Список использованных источников:
1. Шестеркин, А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 / А.Н. Шестеркин. - М.: ДМК Пресс, 2015. – 943 с.
2. Серебряков А.С. Электротехника и электроника. Лабораторный практикум на Electronics Workbench и Multisim. – М.: Высшая школа, 2009, 336 с.

Способ охлаждения герметичных отсеков полезной нагрузки малых космических аппаратов класса «CubeSat» жидким металлом

Гридасов В.А., Дубров Д.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

«CubeSat» — стремительно развивающийся стандарт малых космических аппаратов (МКА) массой до 10 кг. Конструкционная идея таких аппаратов состоит в блочно-модульном построении кубов размера 10x10x10 см. В зависимости от требований заказчика или космической миссии, аппарат собирается из требуемого количества модулей (1U, 2U, 3U, 6U и т.д.) и произвольной геометрии.

Основная цель создания таких спутников – решение научно-технических, исследовательских и промышленных задач. Целевое назначение космических аппаратов серии «CubeSat» - тестирование электронных компонентов и приборов, которые крайне чувствительны к тепловым воздействиям [1].

Цель работы заключается в разработке активной системы обеспечения температурного регулирования для МКА стандарта «CubeSat» жидким металлом. Преимущество использования жидкого металла в качестве хладагента очевидно: жидкий металл имеет большую теплоёмкость (более чем в 3 раза) относительно жидкого азота или фреона, а температура кипения равна 2000 градусам («граница» поглощения энергии у охлаждаемого объекта) [2].

Преимущества системы:

• Общедоступные компоненты и простота производства;
• Высокая надежность в связи с отсутствием движущихся частей и простоты системы;
• Малые габаритные размеры системы;
• Высокая эффективность;
• Возможность охлаждения сразу несколько источников тепла.

Список использованных источников:
1. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов: учебное пособие / А.В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. – 3-е изд., испр. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 572 с.
2. http://www.xtechx.ru/c40-visokotehnologichni-spravochnik-hitech-book/liquid-metal-thermo-interface

Информационный портал для абитуриентов на основе чат-бота

Есимжан А.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуматаева Ж.Е.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

На сегодняшний день существует проблема получения информации о вузе абитуриентами. Одним из способов получения актуальной информации для поступающих и выпускников является официальный сайт учебного заведения, интерфейс которого может быть не очень удобен для поиска информации или при помощи непосредственного общения с приемной комиссии, что требует неоправданных затрат времени. Возможным решением данной проблемы может быть организация информационного портала на основе чат-бота.

Чат-бот – это программа-собеседник, имитирующая человеческое общение при помощи текста или голоса. Чат-боты помогают автоматизировать задачи, работая по заданному алгоритму. Они ведут диалог с пользователем, выполняя его просьбы и отвечая на запросы.

Чат-боты используются в таких областях, как сервисы электронной коммерции, колл-центры, игровая индустрия.

Существует несколько типов чат-ботов:

1) Основанные на бизнес-правилах. Имеют дерево-подобную структура разговора. Разговор с пользователем идёт по определённому пути, который был заранее предопределён разработчиком.

2) Основанные на искусственном интеллекте. Такие чат-боты построены полностью на использовании искусственного интеллекта (NLP, NLU, NN и т.д.). Как противоположность основанным на бизнес-правилах чат-ботах, не имеют заранее определённого пути разговора. Вместо этого, путь разговора определён неявным образом на основе тренировочных данных, использованных для обучения модели машинного обучения.

3) Гибридные. Гибридные чат-боты - это комбинация чат-ботов первых двух типов. Чат-боты такого типа ведут разговор с пользователем по заранее определённому пути, но использует элементы искусственного интеллекта для распознавания пользовательских намерений, а также для извлечения ценных данных из пользовательских сообщений (ФИО, дата, период и т.д.). Данный тип чат-ботов самый широкоиспользуемый в коммерческих приложениях.

Исходя из вышеперечисленных типов чат-ботов, предполагается разработка гибридного чат-бота, который предназначен для обработки пользовательских вопросов и формирования ответов на них.

Основные преимущества, при организации взаимодействия с помощью чат-бота:

1) Возможность круглосуточной работы.
2) Основная форма общения в форме диалога.
3) Получение требуемой информации в кратчайшие сроки.
4) Унифицированный интерфейс (поле для ввода вопроса и история переписки).
5) Минимизация расходов, связанные с ежедневным и однотипным взаимодействием с большим количеством пользователей;
6) Сбор статистики для дальнейшей обработки (анализа и прогнозирования).

Использование Марса для переселения человечества

Есмамбетов М.К.
Научный руководитель — к.т.н. Жуматаева Ж.Е.
, Байконур, Казахстан

Марс является одной из ближайших планет Земли, в связи с этим интерес к нему не иссякает. А с высадкой в феврале 2021 года американского ровера на поверхности Марса внимание к нему снова возросло.

Исследования четвертой от Солнца планеты ведутся уже давно. Разговоры о колонизации «красной планеты» не новы.

В данной работе будет рассмотрено использование Марса как перевалочного пункта для исследования других эко-планет, пригодных для поселения.

Конечно, сама планета Марс для проживания на ней человека не подходит. С одной стороны, высокий уровень радиации, разряженная атмосфера, мощные пылевые бури, низкая сила тяжести, отсутствие воды в жидкой форме – это не совсем подходящие условия для обитания человечества. С другой стороны, дефицит пресной воды, парниковый эффект, изменение климата приводят к глобальным проблемам для человечества на Земле, в том числе, и к перенаселению.

В связи с этим заранее необходимо предусмотреть новые места (планеты) для переселения и обитания. И, несмотря на то, что Марс не подходит для этой цели, его можно использовать как промежуточный пункт, на котором ракеты могут дозаправиться, люди дополнить необходимые ресурсы, и продолжить путешествие дальше, к эко-планетам, которых известно уже более тысячи, и которые пригодны для проживания людей.

При этом для пребывания людей на Марсе должны быть построены специальные укрытия, обеспечено производство энергии, добыча воды изо льда, производство продуктов питания, организация связи.

Таким образом, использование планеты Марса для проживания, хотя бы и кратковременного на нем людей, сопряжено со значительными трудностями. Но колоссальные возможности, которые это дает, для дальнейшего изучения других планет, нельзя недооценивать.

Исследование оптимальных вариантов двигателей малой тяги для сверхлегких космических аппаратов

Жолтаева Ж.Е.
Научный руководитель — к.т.н. Колодяжная И.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

В настоящее время в космической отрасли ведутся разработки по созданию космических аппаратов сверхлегкого класса серии «Кубсат». Космические аппараты данного класса характеризуются относительной дешевизной и простотой конструкции, основанной на использовании общедоступной электронно-компонентной и агрегатной базы.

Двигательные установки «Кубсатов» используют топливо, позволяющее минимизировать затраты на проведение конструктивно-технологических и организационных защитных мероприятий, а также создающие потребные импульсы тяги для решения самых актуальных задач освоения космического пространства.

Малые космические аппараты должны обладать модульностью конструкции, объединяющей в один блок двигатель, топливные емкости, агрегаты управления и подачи, с возможностью масштабирования за счет объема топливной емкости, обеспечивать высокие удельные тяговые характеристики при минимизации давлений в рабочих объемах двигателя и температуры в камере сгорания. Важным является многократность включений, высокое быстродействие клапанов, наличие длительного режима работы двигателей. Следовательно, двигательные установки должны предусматривать возможность увода космических аппаратов с орбиты после завершения его функционирования в целях минимизации космического мусора.

Для «кубсатов» предлагаются электроракетные двигатели, являющиеся уменьшенными аналогами электроракетных двигателей традиционных космических аппаратов. Их главное преимущество остается в высоком удельном импульсе, на порядок больше, чем у химических двигателей.

В данной работе проведен мониторинг и расчет массово-геометрических и тяговых характеристик рассмотренных вариантов двигателей малой тяги для сверхмалых космических аппаратов.

Автоматизированная система контроля образования обучающихся ГБ ПОУ «БЭРТТ»

Звягина А.Г.
Научный руководитель — Спандияр С.М.
ГБ ПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан

В нынешний век – век интернета, технологии и информатизации нет ни одной сферы деятельности, где не применяется ЭВМ с ее безграничными возможностями. Компьютеризация заняла основную долю внимания и в сфере образования. Современная система образования должна быть удобной и доступной как для обучающихся, так и для педагогов.

Внедрение компьютерных технологий в систему образования позволит более эффективно планировать учебный процесс, использовать различные виды и источники информации, мобилизировать и обеспечить прозрачность контроля обучения.

Целью разработки является организация учета и контроля успеваемости, посещения занятий обучающихся с применением автоматизированной системы. Своевременный учет и контроль образования обучающихся позволит принять необходимые меры в нужное время.

Предлагаемая система не только обеспечит контроль обучения, но и оптимизирует пропускную систему, систему составления расписаний в образовательном учреждении путем использования экспертных систем.

Экспертная система - это программное средство, использующее экспертные знания для обеспечения высокоэффективного решения неформализованных задач в узкой предметной области. Основу ЭС составляет база знаний (БЗ) о предметной области, которая накапливается в процессе построения и эксплуатации ЭС. Накопление и организация знаний – важнейшее свойство всех ЭС.

Кроме того, в свете последних событий, в системе учитывается возможность проведения занятий с применением видеоконференцсвязи и публикация необходимых материалов (лекций в электронном виде, презентаций, методических указаний и т.д.). Это увеличивает быстродействие самого процесса обучения и его качество, так как хорошая наглядность изложенного материала ведет к их хорошему усвоению студентами.

Автоматизированная система управления для контрольно-пропускного пункта г. Байконур

Звягина М.Г.
Научный руководитель — Спандияр С.М.
ГБ ПОУ «БЭРТТ», Байконур, Казахстан

Байконур – уникальный в своей организации комплекс, включающий не только космодром, но и закрытый город Российской Федерации посреди другого государства. Вход в этот город и сам космодром осуществляется через контрольно-пропускной пункт.

Контрольно-пропускной пункт (КПП) – это специально отведенное место для осуществления контроля в установленном порядке за проходом людей или проездом транспортных средств на территорию.

В настоящее время у жителей города Байконур имеются специальные пропуски для въезда и выезда из города, у работников – другие пропуски для космодрома и пропуски на несколько дней у гостей города. Получение пропусков производится после подачи заявления в специальном учреждении. Вследствие этого, актуальным остается вопрос о сокращении времени на подачу заявления и получения пропусков.

Целью предлагаемой разработки является оптимизация организации пропускного режима г. Байконур путем разработки автоматизированной системы управления.

Автоматизированная система управления – это комплекс средств (программных и аппаратных) и персонала для управления различными процессами в рамках производства или предприятия.

Разработка позволит минимизировать очереди, накапливаемые на КПП путем введения электронных пропусков и системы идентификации личности с использованием нейронных сетей. Также будет возможность устранить очереди для подачи заявлений. Заявления принимаются в онлайн-формате. Обработка персональных данных с использованием данной системы позволит сократить время на рассмотрение заявления.

Подытоживая вышенаписанное можно сказать, что внедрение предлагаемой системы поможет не только улучшить работу сотрудников безопасности, но и облегчить процесс въезда/выезда в город и космодром Байконур.

Об автоматизированной системе мониторинга моренных озер с помощью средств спутниковой связи

Калиева Р.А.
Научный руководитель — д.т.н. Ахмедов Д.Ш.
ДТОО «Институт космической техники и технологий», Алматы, Казахстан

Природные явления, такие как землетрясения, наводнения, лавины и сели, могут начаться неожиданно, причинить большой материальный ущерб и стать причиной человеческих жертв. В связи с этим, вместе с традиционными способами обеспечения безопасности населения, промышленных и хозяйственных объектов от различных природных явлений, в развитых странах мира разрабатываются и внедряются так называемые автоматизированные системы раннего оповещения. Принцип действия таких систем основан на выборе объекта наблюдения, определении его параметров состояния и контроле его состояния с помощью соответствующих датчиков состояния.

Исходя из этого была разработанная автоматизированная система мониторинга моренных озер с помощью средств спутниковой связи. Данная система предназначена для контроля состояния моренных озер, прорыв которых может вызвать образование мощного селя, и оповещения о переходе наблюдаемых моренных озер в критическое состояние в режиме реального времени.

Автоматизированная система мониторинга моренных озер состоит из двух подсистем: станции сбора и передачи данных, оснащенные набором датчиков для контроля состояния моренного озера, и подсистема мониторинга и отображения данных, включающая центр обработки данных (ЦОД) и автоматизированные рабочие места (АРМ) персонала, выполняющие роль операционных пунктов реагирования. Архитектура разработанной системы централизована и построена по схеме многолучевой звезды, где центром является ЦОД, связанный по каналам сотовой и спутниковой связи с набором станций сбора и передачи данных, и по локальным LAN и глобальным WAN компьютерным сетям с АРМ персонала.

Станции сбора и передачи данных, внешне напоминающие буй, устанавливаются на моренные озера и выполняют сбор и передачу данных об уровне воды, мутности и температуре воды, температуре воздуха и скорости потока воды, а также навигационных данных по каналам сотовой связи GSM/GPRS или спутниковой связи Iridium/SBD (в случае недоступности сотовой связи) в ЦОД подсистемы мониторинга и отображения данных.

ЦОД принимает данные от станций сбора и передачи данных, проверяет их целостность, сравнивает полученные значения параметров моренного озера с заданными граничными значениями, после чего определяет состояние моренного озера как штатное или критическое. Обработанные данные отображаются на АРМ персонала.

Разработанные технические решения автоматизированной системы мониторинга моренных озер обеспечивают её бесперебойное функционирование и удаленный доступ персонала к настройке режимов работы. Автоматизированная система мониторинга моренных озер обеспечивает возможность масштабирования сети станций сбора и передачи данных, а также характеризуется удобством в эксплуатации и обслуживании станций сбора и передачи данных.

Разработка электронной аппаратуры

Купцов А.С.
Научный руководитель — Касымов Е.Р.
«БЭРТТ» им. Неделина, Байконур, Казахстан

Электроника. Что же это такое? Для чего мы каждый раз создаем то, что нам помогает и делает некоторую работу за нас? Столетиями люди изобретают, создают и улучшают различное электронное оборудование. Сперва первые автомобили на паровой тяге, после первые поезда по тому же принципу, после появления первых линий, а далее наука идет по такому дикому темпу развития, что мы еле успевали уследить за новыми технологиями. И

когда люди научились ездить, летать и наконец-то общаться друг с другом на больших расстояниях без ожидания письма. Им лишь осталось смотреть в небо и гадать, а сможем ли мы покорить космос. И именно благодаря нашему постоянному стремлению достичь и открыть что-то новое мы начинаем строить то, что может доставлять нас в неизвестные раньше нам земли и территории. Машины, поезда, дирижабли, самолеты, ракеты. Но всем этим кто-то и что-то должно управлять. Эти гиганты постоянно улучшались, изменялись. И что-то же должно было это все считывать и определять на сколько это безопасно для людей. Именно про это и пойдет наш рассказ. Про храбрость и стремление людей достичь новые пределы и пробить их. Про то что же нам помогает изобретать, строить и пускать технических гигантов и без чего они были бы просто куском без дышащего металла. Электроника, схемы, провода — все это одно целое без чего не может быть всего остального. Именно они помогают нам. Но мы не будем брать все. Мы возьмем лишь часть. То, что нам помогает пускать в космос огромные ракеты и доставлять все нужное героям космонавтам которые рискуют своими жизнями каждый раз, когда летят на встречу жестокому и бескрайнему космосу. И что же им сохраняет жизнь там, а нам здесь.

Беспилотный мотопланер для дистанционного зондирования Земли

Кырбай Б.К., Копбаев М.С.
Научный руководитель — Мынбаев А.А.
АО «Совместное казахстанско-российское предприятие «Байтерек», Байконур, Казахстан

Тезис: Беспилотные летательные аппараты на сегодняшний день занимают важное и стремительно развивающееся направление в авиации.

Ситуация, которая послужила толчком для развития и применения беспилотной авиации во всем мире, – это широкое использование БПЛА государствами США и Израиля в военных операциях (Персидский залив, Югославия, Ближний Восток, арабо-израильские войны и др.). Тогда беспилотные летательные аппараты зарекомендовали себя как эффективный способ разведки, доставки грузов, обнаружения ракетных комплексов и военных объектов противника. Однако многие задачи, выполняемые БПЛА, не могут быть выполнены без высокоточной системы навигации, кроме того, при выполнении задач главную роль играют автономные системы навигации.

В настоящее время беспилотная авиация является одним из направлений динамичного развития авиационной отрасли в целом. По прогнозам маркетинговых исследований, в будущем БПЛА станет самым прибыльным сегментом авиакосмической отрасли США, а прибыль от проектов БПЛА составит около 18 миллиардов долларов.

Основными направлениями применения БПЛА в гражданском секторе экономики являются:

- Геофизический и экологический мониторинги
- Дистанционное зондирование Земли
- Определение воздушных и наземных объектов;
- Обнаружение морских судов;
- Контроль морских границ и правил рыболовства;
- Аэрофотосъемка, картография;
- Наблюдение за метеоусловиями и интенсивными излучающими объектами;
- Геологоразведка;
- Разведка ледовой обстановки, наблюдение за морскими волнами;
- Охрана важных объектов (например, трубопроводов топливно-энергетических компаний, тянущихся на десять тысяч километров) и т.д.

Мотопланер — сверхмощный летательный аппарат с жестким крылом, оснащенный двигателем, как и обычный планер, и предназначенный для планерных продолжительных полетов.

Большинство мотопланеров оснащены пропеллерами. Для уменьшения лобового сопротивления в полете без мотора пропеллер натягивается на фюзеляж или его лопасти флюгеризуются или собираются. В целом мотопланер является лишь частью многофункционального комплекса. Одна из основных задач, которую он ставит перед собой, — это использование обычных способов получения информации, таких как авиамаршрут, изучение и наблюдение за труднопроходимыми районами.

Помимо применения в военной сфере, мотопланер является альтернативным способом оперативного и дешевого исследования труднодоступных районов, периодической разведки закрепленных районов, цифровой фотосъемки, применяемой на геодезических работах и в чрезвычайных ситуациях.

На высоте 20-25 км, БПЛА может конкурировать со спутниками, находящимися на орбите. При разведке территории он будет считаться «аэродинамическим спутником». В отличие от спутника БПЛА всегда отслеживает заданную точку.

Измерительные сигналы вышеописанных систем имеют погрешности измерений под влиянием конструктивных особенностей и условий функционирования БПЛА. Для повышения точности измерительной информации необходимо определить причину возникновения ошибок и их возможности с помощью алгоритмов.

Применение беспилотного летательного аппарата имеет ряд технических трудностей:

• Сложные метеоусловия;

• Влияние внешних помех на радионавигационное обеспечение (для продолжительных полетов);

• К беспилотным и дистанционным аппаратам предъявляются требования для их успешного применения по массогабаритным характеристикам, автономности работы, минимальной энергоемкости и дешевизне.

В данном проекте представлен общий вид и основные расчеты БПЛА в виде планера с винтовым электродвигателем с высотой полета до 25 км и полезной нагрузкой до 200 кг. С учетом того, что подзарядка аккумуляторных батарей происходит за счет солнечных панелей, время одного полета мотопланера составляет 48 часов. Преимущество данного аппарата над искусственными спутниками Земли- это возможность получать оперативные информации за более короткий промежуток времени с минимальными затратами.

3D принтер и ядерный буксир в колонизации Марса

Нагмадинов М.С., Снегирёв В.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Целью данной научной работы является создание перспективного проекта жилья для долгосрочного пребывания на Марсе.

В данной научной работе рассматривается способ доставки модуля. Использование одной ракеты-носителя для доставки массивного груза к Марсу нецелесообразно. В перспективе планируется использовать ядерный буксир. Таким образом доставка модуля будет состоять из нескольких этапов:

1) Запуск с космодрома ракеты-носителя тяжелого класса;
2) Состыковка полезного груза с ядерным буксиром;
3) Спуск модуля на поверхность Марса.

Марс – четвертая по удалённости от Солнца планета, которая в силу природных характеристик и относительно небольшого расстояния является достойным кандидатом для колонизации.

Строительство базы на «красной» планете предполагает использование 3D-принтера. Смесь местного марсианского грунта (реголита) и полиэтилена послужит рабочим телом для печатающего принтера, который будет находится внутри спускаемого модуля. Сбор необходимого грунта будет осуществляться с помощью робота-марсохода. Продукты

реакции (кислород и вода) в процессе производства полиэтилена будут собираться в резервуары для последующего использования экипажем.

Колонизация «красной» планеты остается одним из самых актуальных вопросов, поскольку проблемы глобального потепления и демографического кризиса требуют незамедлительного решения, одно из которых - освоение новой планеты.

Колонизация Марса даст мощный толчок в развитии космической сферы, а также откроет пути для дальнейшего исследования других планет.

Уникальная сверхлёгкая РН «Electron» для группирования перспективных отечественных КА ДЗЗ

Орынбаева А.М., Нагмадинова В.С.
Научный руководитель — Абильдаева К.Ж.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

В настоящий момент создание и эксплуатация спутников класса нано, пико и других являются перспективной задачей, так как данные спутники имеют небольшие размеры, относительно низкую стоимость разработки и, что немаловажно, кратковременность создания.

Наноспутники – это класс космических аппаратов, имеющих массу от 1 до 10 кг и зачастую проектирующихся для работы в группе.

Пикоспутниками называют спутники с массой от 100 г и до 1 кг, которые так же проектируются для работы в группе.

Целью научной работы является применение РН «Electron» для исследования и зондирования Земли на новых КА ДЗЗ с весом до 10 кг и меньше и выведение его на околоземную, солнечно-синхронную и другие орбиты.

РН «Electron» - один из уникальных аппаратов сверхлёгкого класса, позволяющих вывести на солнечно-синхронную орбиту до 150 кг груза или до 250 кг на низкую околоземную орбиту.Данная РН была выбрана для запусков отечественных перспективных спутников ДЗЗ, поскольку она уже успешно эксплуатируется в запусках спутников класса нано, пико и является практически единственным эксплуатируемым носителем сверхлегкого класса.

Космические аппараты дистанционного зондирования Земли используются для изучения природных ресурсов Земли и решения задач метеорологии, для сбора и записи информации о морском дне, поверхности Земли, а также для получения информации о состоянии объектов на или под земной поверхностью.

Перспективные КА ДЗЗ, запущенные на РН «Electron», повысят эффективность разведки и производительности съемки, и дадут толчок развитию точного зондирования Земли.

Список использованных источников:

1. https://www.vesvks.ru/vks/article/rakety-nositeli-sverhlegkogo-klassa-nisha-na-rynke-16453
2. https://aboutspacejornal.net/космические-аппараты/искусственный-спутник-земли/малые-спутники/
3. http://www.gisa.ru/21948.html

Выбор оптимального материала топливных баков для криогенных компонентов ракетного топлива

Сгибнева К.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колодяжная И.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Вывод полезной нагрузки на заданные орбиты является главной задачей ракет космического назначения. Выполнение этой задачи напрямую зависит от объемно-геометрических и массово-энергетических характеристик ракет-носителей.

Задачей исследования является рассмотрение различных вариантов материалов, выбор толщины стенок бака, вида и толщины теплозащитного покрытия, наносимого на бак.

Рассматривается условный цилиндрический бак с верхним полуэллиптическим и нижним полусферическим днищами, находящейся под действием давления наддува и заполненный жидким кислородом до заданного уровня. Исходными данными для расчета являются размеры бака, высота столба жидкости, плотность окислителя (жидкого кислорода), давление наддува, коэффициент безопасности и прочностные характеристики для каждого вида материала из выбранных для сравнения (алюминиевый сплав Амг6, вспененный алюминий, перспективный углепластик и многослойный материал (алюминиевый сплав и углепластик)).

Жидкий кислород является криогенным компонентом топлива, имеющий низкую температуру кипения (-183°С), поэтому необходимо подбирать материалы, которые выдерживают такие тепловые нагрузки.

Для неметаллических баков выбирается вид теплозащиты и рассчитывается толщина её слоя.

Основными преимуществами углепластиков являются их низкая плотность и высокий модуль упругости. Современные углеродные волокна и углепластики имеют практически нулевой коэффициент линейного расширения. Обладающий такими свойствами углепластик можно использовать при создании топливных баков. Углепластики обладают также необходимой стойкостью к криогенным компонентам топлива и работают в температурном диапазоне от -196 до +100 °С.

Таким образом после проведенных исследований можно сделать вывод о выборе оптимального материала топливных баков для криогенных компонентов ракетного топлива ракет-носителей по критерию наименьшей массы.

Ракета космического назначения среднего класса с общей двигательной установкой

Спандияр Н.М.
Научный руководитель — Мынбаев А.А.
филиал АО "СП "Байтерек", Байконур, Казахстан

К.Э. Циолковский в 1897 году вывел формулу, которая стала началом космической Эры. Эта формула определяет скорость, которая развивает летательный аппарат с реактивной тягой. Для достижения необходимой скорости для вывода полезного груза на околоземные орбиты используют многоступенчатые ракеты-носители. Многоступенчатая ракета позволяет более рационально использовать ресурсы за счет того, что в полете ступень, выработавшая свое топливо, отделяется, и остальное топливо ракеты-носителя не тратится на ускорение конструкции отработавшей ступени, ставшей пассивной нагрузкой для продолжения полета. С началом космической Эры многоступенчатые ракеты космического назначения имеют отдельные двигательные установки на каждую ступень. Отработавшая ступень, как пассивная нагрузка, отделяется от основной части вместе с дорогостоящей двигательной установкой. Например, средняя масса четырехкамерной двигательной установки первой ступени с турбонасосным агрегатом составляет 10 т, второй ступени 700 кг, третьей 400 кг. Помимо дороговизны, двигательная установка каждой ступени отнимает часть сухой массы ракеты-носителя. В данном проекте представлен общий вид и основные расчеты 3-х ступенчатой ракеты космического назначения с общей двигательной установкой для всех 3 ступеней, после отработки которых отделяются по направляющим только топливные баки. Первая и вторая ступени представляют собой тороидальные топливные баки, расположенные последовательно. Центральный блок представляет собой третью ступень и последовательно соединенный полезный груз в виде сухого отсека, где можно расположить разгонный блок для достижения необходимой скорости для вывода космической головной части на геостационарную орбиту. Аналогично можно спроектировать 2-х ступенчатую РН легкого класса.

Мобильное приложение на базе ОС Android для видеофиксации динамических объектов

Хамзин Р.Р.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колодяжный А.Н.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Разрабатываемое приложение предназначено для видеофиксации динамических объектов и отправки файлов для траекторных измерений и дальнейшего прогнозирования точек падения отделяющихся частей ракеты-носителя (РН).

Под траекторными измерениями (ТРИ) понимают измерения, определяющие положение летательных аппаратов (ЛА) в пространстве и их перемещения относительно измерительного средства (ИС).

В настоящее время используются различные траекторные ИС, которые по своим конструктивным особенностям можно разделить на три класса: радиотехнические, оптические и спутниковые радионавигационные.

К радиотехническим можно отнести радиолокационные станции (РЛС) «Кама», «Квант», к оптическим – кинотеодолитное ИС «Висмутин», оптикоэлектронное ИС «Сажень», к спутниковым радионавигационным система (СНС) – «ГЛОНАСС», «GPS».

Перечисленные выше системы и станции обладают повышенной точностью определения параметров движения объектов, но при всём этом имеют дорогостоящее обслуживание, а некоторые из них большие габариты.

Целью создания приложения является получение мобильного, переносного устройства для фиксации отделяющихся частей РН.

В настоящее время мобильные устройства работают на следующих основных операционных системах: Android, IOS, Windows Phone. Однако для разработки выбрана ОС Android по следующим причинам:

1. более 70% мобильных устройств работают на Android;
2. доступный ценовой диапазон устройств;
3. бесплатные инструменты разработки;
4. подробная документация;
5. большое количество библиотек.

Актуальность разработки обусловлена отсутствием специализированных аналогов мобильного приложения и наличием потребности в нём для более эффективного решения задач обработки и прогноза координат точек падения.

Программа должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

1. Видеофиксация отделяющихся частей РН (в виде фотоизображений).
2. Настройка параметров камеры (фокусировка, световой баланс, размер изображения, частота кадров).
3. Вывод на экран устройства значений GPS (долгота, широта, время, точность местоположения, высота над уровнем моря), азимута, угла места и времени мобильного устройства.
4. Запись значений GPS (долгота, широта, время, точность местоположения, высота над уровнем моря), азимута, угла места, точности определения местоположения, высоты над уровнем моря, времени мобильного устройства, вводимое значение систематической погрешности азимута в текстовый файл для каждого кадра видео.
5. Сохранение кадров съемки в отдельную папку.
6. Внесение систематической погрешности.
7. Передача полученных результатов для дальнейшей обработки и прогнозирования точек падения отделяющихся частей РН.

Для решения вышеперечисленных функций была выбрана среда разработки Android Studio. Android Studio - это интегрированная среда разработки (IDE) для работы с платформой Android. Android Studio на базе программного обеспечения IntelliJ IDEA от компании JetBrains является официальным инструментом разработки приложений для Android. Эта среда разработки доступна для Windows, OS X и Linux.

Применение методов лазерной сварки деталей в ракетостроении

Чудин С.А.
Научный руководитель — Слепова А.Ш.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Одним из стратегических приоритетов развития научно-технического потенциала России является аэрокосмическая отрасль, зависящая от внедрения научно-технологических разработок.

Космическая промышленность в России имеют прочную базу и традиционный подход. Однако стоит отметить, что технологический процесс изготовления корпусов и отсеков в ракетостроении на сегодняшний день можно усовершенствовать путем автоматизации основных технологических процессов. Одним из основных трудоемких процессов изготовления ракет является сваривание корпусов и отсеков. К данному процессу предъявляются высокие требования надежности и сохранности КПД. Применяемые в данный момент на производстве методы изготовления сварных деталей и сборочных единиц (Аргоновая, аргоногеливая, электроно-лучевая сварки и т.п) теряют свою актуальность. В ходе проведенного анализа выявлена общая для передовых космических держав тенденция: постепенный отказ от традиционных методов сварки в пользу новых и наиболее перспективных, например, метода перемешивающей сварки трением.

Вследствие этого, актуальной проблемой на сегодняшний период является ввод в аэрокосмическую отрасль наиболее перспективных технологических процессов изготовления сварных корпусов.

Наиболее перспективной является сварка лазерным лучем, так как она имеет целый ряд преимуществ перед применяемыми методами сварки на производстве. В случае ввода она позволит оптимизировать и автоматизировать технологический процесс, повысить его производительность за счет гибкости процесса, низкой трудоемкости и высокого качества сварных соединений.

Целью исследования является –анализ перспективы внедрения технологического процесса изготовления сварных деталей и сборочных единиц в ракетостроении с применением инновационного метода сварки лазерным лучем.

Разрабатываемый технологический процесс должен привести к минимуму проявления дефектов и упростить эксплуатацию используемого оборудования.

Список использованных источников:

1. С. Катаяма. Справочник по лазерной сварке (2015) //Издательство: ТЕХНОСФЕРА
2. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Чирков А.М. Гибридные технологии лазерной сварки (2004))//Издательство: МГТУ им. Н.Э. Баумана
3. Н. А. Кащеев, А. П. Аверьянов, В. С. Чаплинский, Г. Г. Вокин, Л. А. Мачнева, Л. Г. Азаренко. Введение в ракетно-космическую технику (2018)//Издательство: М.: Инфра-Инженерия
4. Овчинников В.В. Оборудование, механизация и автоматизация сварочных процессов (2015)//Издательство: Academia
5. Овчинников В.В. Производство деталей летательных аппаратов (2016) // Издательство: Форум.

Оценка тактико-технических характеристик пневмовакуумной системы методами ранжирования и балльных оценок

Шаукенова К.С.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шестопалова О.Л.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

В работе рассматривается определение весовых коэффициентов тактико-технических характеристик пневмовакуумной системы (ПВС) [1] на основе мнений экспертов ракетно-космической отрасли методами ранжирования и балльных оценок.

Методы экспертных оценок используются в тех случаях, когда математическая формализация проблем либо неосуществима в силу их новизны и сложности, либо предполагает внушительные затраты времени и средств. Общим для методов экспертных оценок значится обращение к опыту, указанию и интуиции специалистов, осуществляющих функции экспертов. Давая ответы на поставленный вопрос, эксперты представляют собой как бы датчики информации, которые анализируются и обобщаются. Можно сказать, что если в диапазоне ответов существует истинный ответ, то общность разрозненных мнений может быть эффективно синтезирована в некоторое обобщенное мнение, близкое к реальности. Любой метод экспертных оценок олицетворяет собой совокупность процедур, направленных на получение информации эвристического происхождения и обработку этой информации с помощью математико-статистических методов [2]. При формировании группы экспертов необходимо учитывать их индивидуальные предпочтения, которые влияют на результаты экспертизы. Вычисление значений, осуществляется с использованием одного из следующих методов: метод ранжирования и метод балльных оценок. В методе ранжирования каждому эксперту необходимо расставить показатели в порядке их убывания важности [2]. В методе балльных оценок эксперты оценивают важность каждого показателя по шкале 0-10.

Выделяются следующие группы экспертов: проектировщик; инженер-испытатель; заказчик; инженер-конструктор; инженер. Приоритеты экспертов распределились следующим образом: Проектировщик: 1 - полезный высота (2), 2 - полезный диаметр (3), 3 - полезный объем (1), 4 - площадь азотных криогенных экранов (6), 5 - наименьшая температура (4), 6 - наибольшая температура (5); Инженер-испытатель: 1 - полезная высота (2), 2 - полезный объем (1), 3 - полезный диаметр (3), 4 - наименьшая температура (4), 5 - наибольшая температура (5), 6 - площадь азотных криогенных экранов (6); Заказчик: 1 - полезный высота (2), 2 - полезный диаметр (3), 3 - полезный объем (1), 4 - площадь азотных криогенных экранов (6), 5 - наименьшая температура (4), 6 - наибольшая температура (5); Инженер-конструктор: 1- полезный высота (2), 2 - полезная объем (1), 3 - полезный диаметр (3), 4 - наименьшая температура (4), 5 - наибольшая температура (5); 6 - площадь азотных криогенных экранов (6); Инженер: 1 - полезный высота (2), 2 - полезный объем (1), 3 - полезный диаметр (3), 4 - площадь азотных криогенных экранов (6), 5 - наименьшая температура (4), 6 - наибольшая температура (5).

Следовательно, результаты по методу ранжирования характеристик ПВС группой экспертов распределены: полезная высота; полезный объем; полезный диаметр; наименьшая температура; площадь азотных криогенных экранов; наибольшая температура. А результаты по методу бальных оценок характеристик ПВС распределены следующим образом: полезная высота; полезный объем; полезный диаметр; площадь азотных криогенных экранов; наименьшая температура; наибольшая температура.

Список использованных источников:

1. Королев Б.М., Кузнецов В.И., Пипко А.И. Основы вакуумной техники. — М.: Энергия, 1971. — 392 с.

2. Системный анализ, управление и динамическое моделирование воспроизводственного процесса на макроуровне: учеб. пособие для вузов по направл. «Системный анализ и управление» / М.Б. Гузаиров [и др.]. — М.: Машиностроение, 2013. — 207 с.

Применение штрихкодирования при инвентаризации

Шпарталов К.С., Карнаухов С.А.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Жуматаева Ж.Е.
Филиал «Восход» МАИ, Байконур, Казахстан

Инвентаризация — это учет имеющегося и вновь поступившего имущества на предприятие, документальное подтверждение фактического наличия числящегося на балансе имущества учреждения по данным бухгалтерского учета.

Инвентаризация необходима для выявления недостачи, либо излишков имущества. Причинами «лишних» материально-производственных запасов могут быть ошибки, совершённые в процессе ранее проводимых учётных мероприятий.

Основной проблемой при проведении инвентаризации является её трудоёмкость: необходимо обработать большой объем учётной информации, сравнить, проанализировать расхождения. Одним из вариантов решения данных проблем является внедрение автоматизированной системы учета и инвентаризации имущества. В настоящий момент существует несколько вариантов таких систем, одним из которых является штриховое кодирование.

В данном докладе описывается метод штрихкодирования для инвентаризации. Суть метода заключается в следующем: вся информация, которая необходима предприятию во время инвентаризации, хранится в виде штрих-кода, а считывание штрих-кода осуществляется при помощи терминала сбора данных, без которого данная система не может обойтись. Терминал сбора данных (ТСД) – это устройство, предназначен для быстрого сбора информации об имуществе, находящихся на предприятие и передачи этой информации на программное обеспечение для учета оборудования.

Применение метода штрихкодирования для инвентаризации имеет множество плюсов, таких как:

- Ускорение процесса.
- Уменьшение объема работ.
- Уменьшение числа ошибок при поступлении или выбытии имущества.

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

Наноматериал или гидрофобное чудо

Архипов А.А.
Научный руководитель — Крухмалева Л.Л.
СОШ №4, Ахтубинск

Гидрофобное (непромокаемое) напыление также существовало ранее, но функционировало в два раза хуже того, что было создано не так давно при помощи нано-технологий, и носит название «Ultra Ever Dry». Научно-Техническое новшество обладает множеством положительных сторон, основным из числа которых, безусловно, считается охрана не только лишь от воды, но также и от грязи, масел и иных загрязняющих субстанций. Использоваться научное новшество может как при низких температурах (максимально, -30°С), но и при высоких (предел, 150°С), то что создает её подходящей к работе фактически во всех не очень благоприятных условиях.Перед тем, как самолет поднимется в небо, его поверхность обливают специальной жидкостью, создающей гидрофобное покрытие. То есть, летательный аппарат защищают от обледенения. Российские ученые из ИФХЭ РАН имени Фрумкина придумали, как избежать образования наледи на самолетах принципиально новым способом. Они разработали технологию лазерной обработки алюминиевых деталей, которая позволяет создать на их поверхности мощное стойкое водоотталкивающее (гидрофобное) покрытие.В итоге следует сказать, что применение такой жидкости в качестве анти - дождя может в значительной мере облегчить жизнь автовладельцу, но при этом облегчить карман, если приобретать только брендовую автохимию.

А можно почти за бесплатно довольствоваться производимым эффектом от использования анти–дождя сделанного своими руками, но недолго, а затем по новой тратить время на его нанесение. Меня заинтересовала эта тема.

Философские аспекты проблем освоения космоса

Безрукавов В.А.
Научный руководитель — к.и.н. Морозова Н.В.
Филиал «Взлет» МАИ, Ахтубинск

В данной работе рассматриваются философские аспекты освоения космоса. Какие цели преследует человечество в освоении космоса? Какой результат за этим последует? Нужно ли на самом деле покорять космос и его просторы, или стоит направить все свое внимание на дальнейшее изучение Земли?

Освоение космоса — освоение человеком космического пространства и небесных тел. В настоящее время основными методами освоения космоса являются исследования с помощью пилотируемых космических полётов и автоматических космических аппаратов [1].

Человечество с давних времен мечтает покорить просторы космоса. Освоение космоса выступает в качестве одного из важнейших направлений научно-технической революции, при этом данная тема имеет актуальность и в других науках.

Не осталась в стороне и философия. В первой половине XX в. появилось такое отдельное направление, как философия космоса и космонавтики.

Если рассуждать с точки зрения данной науки, то человек стремится в космос для того, чтобы прежде всего понять, как устроен мир, который нас окружает. И в тоже время покорение космоса дает лучше понять человеку, на что он способен, для того чтобы достичь этой цели [2].

Существует множество различных направлений в данном вопросе, которые имеют, как положительные, так и отрицательные стороны. Ведь поспешное проникновение человека в

космическое пространство может усилить раскол точек зрения различных слоев общества, что может поспособствовать либо доминированию одних над другими за счёт превосходства в изучении космического пространства, либо же изучение космоса станет общей целью для человечества [3]. Таким образом, только до конца изучив устройство внутреннего мира на земле, можно расширить границы своего присутствия в космосе.

Список использованных источников:

1. Мирное освоение космоса [Электронный ресурс] // Справочник по дисциплинам https://wiki.fenix.help/prikladnyye-nauki/problema-osvoyeniya-kosmosa (Дата обращения: 26.02.2021 г.)

2. Матвеева В. С. Морозова О.Ф. [Электронный ресурс] // Философия освоения космоса: содержание и тенденции развития [сайт]. https://cyberleninka.ru/article/n/filosofiya-osvoeniya-kosmosa-soderzhanie-i-tendentsii-razvititiya/viewer (Дата обращения: 26.02.2021г.).

3. Козловская В.А., Половинкина А.С. Философские аспекты проблем освоения космоса // Евразийское Научное Объединение. 2017 – С.1

Анализ требований к аппаратно-программному обеспечению перспективной курсоглиссадной системы, предназначенной для беспилотных летательных аппаратов самолетного типа

Доробалюк Д.В.

Научный руководитель — к.т.н. Нестеров С.В.

Филиал «Взлет» МАИ, Ахтубинск

В современном мире все большее внимание уделяется беспилотным летательным аппаратам. Все мы слышали о квадрокоптерах. В основном их применяют для различного рода видеосъемки. Но существуют и более крупные экземпляры беспилотных летательных аппаратов – беспилотные летательные аппараты самолетного типа. В наши дни их используют в основном военные, для выполнения своих специфических заданий. Использование БЛА довольно перспективное дело. Но у БЛА есть как и плюсы, так и минусы. Камнем преткновения становится отсутствие на борту БЛА человека. Это как большой плюс, так и большой недостаток. Одной из проблем в пилотировании БЛА является его посадка. В наши дни выполнение посадки БЛА производится по одному из двух вариантов: посадка с помощью заранее определенной программы, или посадка БЛА, осуществляемая оператором, находящимся на земле.

В недалеком будущем, с ростом числа БЛА и осваиваемых ими профессий проблема посадки БЛА станет очень актуальной. Например, используя БЛА самолетного типа для обработки полей ядохимикатами, могут возникнуть некоторые проблемы, такие как: ограниченный радиус действия БЛА, одновременное присутствие в воздухе большого количества БЛА. Эти проблемы поднимают вопрос о создании аэродромов исключительно для БЛА самолетного типа, об их быстрой посадке и быстром взлете. Курс возвращения БЛА на аэродром может быть любым, т.к. отсутствует возможность обеспечить ожидание в воздухе, также возможны некоторые неисправности, которые из-за невыполненной быстро посадки могут повлечь за собой аварию БЛА.

На мой взгляд, проблему быстрой посадки на аэродром БЛА самолетного типа способна обеспечить перспективная динамическая курсоглиссадная система посадки.

Использование модели оптимального (субоптимального) обнаружителя в рабочем процессе

Коновской А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеров С.В.

Филиал «Взлет» МАИ, Ахтубинск

Модель оптимального обнаружителя разработана на кафедре «Радио – и электронно-вычислительные средства летательных аппаратов» филиала «Взлет» МАИ в г. Ахтубинске. Указанную модель предполагается использовать в учебных целях для изучения работы

оптимального обнаружителя по дисциплине «Статистическая радиотехника» по специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы».

При подготовке модели к работе можно установить закон распределения шумового сигнала на входе оптимального обнаружителя, в процессе работы с моделью можно менять параметры шумового и полезного сигналов на его входе. При изучении оптимального обнаружителя студенты с помощью модели могут задавать различные условия его работы и получать вероятностные характеристики (вероятность ложной тревоги, вероятность правильного обнаружения) обнаружителя и строить кривые обнаружения. Результаты работы оптимального обнаружителя отображаются на экране монитора.

Модель оптимального обнаружителя создана в пакете прикладных программ для решения задач технических вычислений с использованием средств графического пользовательского интерфейса (GUI – Graphic User Interface), а также сконвертированного в отдельное приложение при помощи интерактивной среды разработки App Designer.

Модель оптимального обнаружителя может быть реализована на любом персональном компьютере (ЭВМ), позволяющем выполнять работы с указанными программными средствами.

Данная модель оптимального обнаружителя обладает большим потенциалом дальнейшего развития по виду закона распределения шумового сигнала, параметрам шумового и полезного сигналов на его входе.

Применение принципов и механизмов системы лидар в СВП-24 «Гефест»

Тихомиров Н.В.
Научный руководитель — Маслиев А.А.
Филиал «Взлёт» МАИ, Ахтубинск

В своей работе «Применение принципов и механизмов системы лидар в СВП-24 «Гефест»» хотелось бы провести исследование, основанное на изучении и анализе возможностей улучшения работы прицельно-навигационных комплексов с помощью системы лидар. Этот вопрос ещё мало изучен, поэтому и представляет большой интерес.

Начнём с того, что же все-таки из себя представляет лидар – это технология получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах. Система лидар рассчитывает, сколько времени требуется свету для попадания в объект и отражения обратно в сканер. Расстояние рассчитывается с использованием скорости света. Система может генерировать более 1 000 000 импульсов в секунду. Каждое из этих измерений или результатов может затем быть преобразовано в трехмерную визуализацию, которая представляет собой облако точек.

Основные виды системы лидар:

1. Сканирующие лидары в системах машинного зрения, которые формируют двумерную или трёхмерную картину окружающего пространства;
2. «Атмосферные» лидары способны не только определять расстояния до непрозрачных отражающих целей, но и анализировать свойства прозрачной среды, рассеивающей и поглощающей свет;
3. Разновидностью атмосферных лидаров являются доплеровские лидары, определяющие направление и скорость перемещения воздушных потоков в различных слоях атмосферы.

В основе работы прицельно-навигационных комплексов (на примере СВП-24 «Гефест») лежит расчёт траектории полёта неуправляемого снаряда путём корреляции множества влияющих на него факторов (аэродинамические свойства боеприпаса, множество параметров полёта летательного аппарата, внешние факторы и др.).

Для увеличения точности бомбометания, самолёту необходимо собрать больше информации из внешней среды путём совершения множества манёвров, на которые требуется большое количество времени.

Время сбора информации – очень важный фактор, определяющий успешность операции в боевых условиях, поэтому его всегда необходимо минимизировать.

Для сокращения времени сбора информации предлагается ввести принципы и механизмы системы лидар. Это позволит расширить спектр доступных тактических приемов объекта при поиске цели, выходе на цель, прицеливании и применении оружия по наземным целям.

Описанное в статье предложение по модернизации СВП-24 «Гефест» расширит возможности данной системы, что в условиях боя даст дополнительное преимущество над противником.

Список использованных источников:

1. Лидар // Wikipedia, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лидар (дата обращения: 18.02.2021).

2. Личман Г., Смирнов И., Беленков А. Системы технического зрения, используемые в точном земледелии часть 2 // Фермер. Черноземье. 2017. № 2. С. 22-25.

3. СВП-24 (прицельно-навигационный комплекс) // Wikipedia, URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/СВП-24_(прицельно-навигационный_комплекс) (дата обращения: 18.02.2021).

Устройство радиационного, химического мониторинга и геопозиционирования на местности

Трубенко С.Е.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Нестеров С.В.

Филиал «Взлет» МАИ, Ахтубинск

Целью разработки предлагаемой системы РХМГ является расширение боевых возможностей боевой экипировки «Ратник», используемой спецподразделениями РФ. Дополнительное оснащение и снаряжение войск специального назначения устройством позволяет расширять функциональные боевые возможности солдат, и своевременно оповещать личный состав об опасности. Устройство представляет собой часть экипировки солдата, базирующаяся на следующих элементах. Определение координат на местности осуществляет GPS модуль. В то время как счетчик Гейгера фиксирует изменение радиационного фона. Датчик газа MQ-2 позволяет обнаружить пары ядовитого газа в воздухе. Устройство РХМГ предусматривает автономное целенаведение ракет, включающих в себя полуактивную лазерную головку самонаведения (ГСМ) на стационарные неподвижные объекты при помощи точечного источника излучения. А управление данной элементной базой осуществляет микроконтроллер Atmega328 на платформе Arduino Nano. Программа работы устройства в виде логической блок-схемы разработана на основе программного обеспечения для микроконтроллеров в графической среде Function Block Diagram (FBD).

Данное устройство позволяет: совершенствовать экипировку войск специального назначения; обнаруживать и сигнализировать об угрозе химического заражения местности; осуществлять мониторинг и информировать о повышении радиационного фона; повысить выживаемость солдата на поле боя; осуществлять постоянный мониторинг состояния всех бойцов; существенно расширять боевые возможности спецподразделений при скрытом десантирование в сложных метеоусловиях и на незнакомой местности за счет использования GPS; осуществлять автономное целенаведение на стационарные, неподвижные объекты.

Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного неразрушающего контроля пилотируемых самолётов и вертолётов

Шкарупина В.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гетманцев А.Ю.
Филиал «Взлет» МАИ, Ахтубинск

Неразрушающий контроль направлен на своевременное выявление различных неполадок и дефектов, чтобы они в дальнейшей эксплуатации не привели к разрушению летательного аппарата.

Летательные аппараты под влиянием переменных нагрузок и окружающей среды повреждаются и могут утратить прежнее состояние. Все повреждения делятся на три вида:

1. Механические – образуются в результате изнашивания.
2. Физико-механические – образуются в результате климатических условий.
3. Смешанные – сразу несколько типов повреждений.

Основные виды неразрушающего контроля:

• Визуально-оптический – заключается в визуальном просмотре летательного аппарата, используя различные оптические средства, такие как микроскоп, лупа, эндоскоп и т.д. и основываясь на результатах взаимодействия оптического излучения с летательным аппаратом;

• Вихретоковый – заключается в изучении взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, создаваемых в летательном аппарате этим полем;

• Магнитопорошковый – заключается в определении трещин, надрывов и других дефектов в структуре металла;

• Ультразвуковой – помогает определить многие дефекты с большей точностью с помощью ультразвуковой диагностики;

• Капиллярный – помогает определить направление, характер и протяженность дефекта с помощью капиллярного проникновения внутрь повреждения;

• Рентгенографический – помогает найти незаметные визуально дефекты с помощью рентгеновских волн.

В авиационной промышленности, как и в других отраслях транспорта, неразрушающий контроль может спасти многие жизни. В настоящее время он проводится инспекторами, которые осматривают самолёт и при необходимости делают различные анализы. Но всё это требует достаточно много сил и времени, а человек не всегда имеет техническую возможность для проверки всех критических точек летательного аппарата. Поэтому нужно совершенствовать данную систему контроля, используя беспилотные летательные аппараты, а также методы и устройства дистанционного наблюдения. С их помощью можно осуществлять визуально-оптический и ультразвуковой методы неразрушающего контроля за более короткое время, находясь на расстоянии от исследуемого объекта, что позволяет увеличить производительность.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

A

Addepalli K.K. 1468
Aggarwal Rishin 1468
C

Chaturvedi P.I. 1469
Chen Jun 1475
F

Farsaris Alexandros 1196
G

Gan Zhigang 1469
George Yuvaraj 1471
Ghimirey Bishal 1472
Gore S.D. 1472
Guo Ziang 1473
H

Houyu Lu 1473
K

Korir B.K. 1476
Kumar Amresh 1473
Kumar Singh Vikram 1474
L

LI Bo, 1469
Liu Zuocheng 1475
M

Makornkewkeyoon Pritasna 1475
Manuel Ntumba 1468, 1472
N

Neelima Venugopalan 1472
O

Odhiambo S.A. 1476
Olascoaga A.C. 1477
Osman M.N. 1478
P

Panasenkov V. 1477
Paul Arnab 1479
Perera L.I. 1480
R

Reenu R.T. 1474
Rishin Aggarwal 1472
S

Saurabh Gore 1468
W

Wang Pengxiang 1483
Wang Yongji 1481
Wu Jianchen 1482
Wu Jie 1481
Y

Yujie Guo 1482
Z

Zhao Yang 1483
А

Абашев Д.Ю. 1053
Абгарян К.К. 785, 809
Абдиркина Ю.А. 1256
Абдуллин И.Н. 482, 511, 1209
Абдуллин М.Р. 113
Абильдаева К.Ж. 1486, 1495, 1496
Аблаева Л.Т. 923
Аболенцев А.С. 567
Абрамов В.С. 758
Абрамов П.В. 924
Абрамов Я.С. 1257
Абрамова М.А. 331
Абрамова О.В. 1321, 1357
Абрамян В.А. 1196
Авакян В.С. 924
Авдеенко Е.А. 581, 632
Аветов А.С. 332
Агаджанов В.А. 606
Агапов А.В. 114
Агафонова Д.В. 851
Агеев М.И. 926
Агеева Л.С. 1197
Агеева Н.Г. 1121, 1159
Аглиуллина А.А. 927
Агринский Н.М. 258
Агульник А.Б. 128, 131, 133
Адиянов Р.С. 333, 351
Адыева Н.А. 1051
Азанов В.М. 776
Азина Ж.И. 113
Айдархан Е.М. 1486
Акбаев А.Р. 115
Акилин В.И. 314, 326, 877
Акилин К.А. 310
Акилов М.С. 212
Акимов В.Н. 234, 289, 334
Акимова П.У. 1458
Акмаева А.Ю. 927
Аксенов Е.В. 116
Акунец М.В. 118
Акчумичина А.Д. 335
Алавердян Ю.А. 1433
Алавиев О.А. 1302
Алдошкина Е.П. 1096
Алейкина К.В. 968
Александров А.А. 89, 982, 1303
Александров А.В. 296, 489
Алексеев А.О. 502
Алексеев С.Д. 1399
Алексеева П.А. 1198
Алексейчук А.С. 806, 815
Алендарь А.Д. 119, 131, 202, 905
Алёхина О.А. 1414, 1426
Алёшин Д.А. 928
Алешинский Е.В. 1097
Алимов Д.Г. 1486
Алимпиева Е.С. 1098
Алифанов О.М. 610
Алтаев А.Ш. 336
Алтунин В.А. 113, 140, 157, 197
Алтунин К.В. 677
Алтухова О.Л. 875, 929

Аль Дарабсе А.М. 296, 745, 998
Альбертович Б.В. 120
Аль-Кархи И.М. 745
Алябьева Е.А. 1400
Амвросов В.В. 89
Амирова Л.М. 1013, 1022, 1029, 1032, 1036
Ампилов В.И. 360, 362
Ананьев Г.И. 568
Ананьев Р.В. 337
Ананьевский А.А. 338
Анацкая А.Я. 929
Андреев Д.А. 245
Андреев Д.В. 720
Андреев Н. 245
Андреев П.А. 121
Андреев П.С. 90
Андреева М.И. 1397
Андрианова А.И. 1200
Андрианова К.А. 992, 1002, 1003
Андропов В.П. 1099
Андросенко В.Н. 1053
Андрюкеева А.А. 339
Андрюхин Н.Д. 340
Андрющенко Н.А. 671
Андрян В.А. 582
Аникеев Г.Л. 340
Аникин Д.А. 781
Аникин З.А. 212
Аникин К.А. 298
Анисимов И.В. 1434
Анисимова В.С. 852
Анисимова Т.В. 486, 492, 520
Анисова Е.Н. 1305
Аносова Н.П. 795
Антаканов Д.В. 583
Антипин М.Е. 752
Антипов А.А. 1306
Антипов А.Н. 482
Антипов И.А. 835
Антипушина Е.С. 720, 1391
Антоненков М.А. 322
Антониу Д.А. 649
Антонов Д.О. 164
Антонов И.М. 482
Анурова О.М. 1311, 1312, 1326, 1336, 1377, 1395
Анферова М.С. 291
Аразвелиев Б.Т. 26
Арбузов И.В. 64
Ардашева Д.О. 299
Арешин С.О. 782
Аронов Д.И. 27
Арсёнов А.В. 931
Арсеньева Н.В. 1161, 1166, 1251
Артамонов Б.Л. 12, 41
Артеменко И.Д. 1258
Артемьев Д.В. 583
Артемьева Е.И. 1200
Артющик В.Д. 1100
Арутюнян А.Р. 1083
Архипов А.А. 1502
Архипов А.Н. 139
Архипов А.С. 758
Архипов С.В. 653
Архипова Е.А. 744, 752
Арьков К.А. 246
Асеева В.А. 1101
Аскаров Д.М. 1260
Асратян К.Д. 1307
Астадурьян А.С. 341
Астапов А.Н. 1017, 1038
Астафьева С.Н. 671
Афанасенков А.В. 342
Афанасьев А.Г. 300
Афанасьев В.В. 526, 532, 555
Афлятунова Г.Р. 672
Афонин А.А. 242, 1484
Афонин П.А. 1307
Ахмадиев А.И. 758, 771, 1057
Ахмадиева А.Ф. 1182
Ахматова Д.С. 1170
Ахматова М.С. 1170
Ахмед А.Р. 745, 998
Ахмед С.Х. 247
Ахмедов Д.Ш. 1493
Ахметбекова А.К. 1487
Ахметзянова Л.Х. 990
Ахметов А.С. 969
Ахметова Е.Р. 1082
Ачба А.Р. 248

Б

Бабаевский П.Г. 1025, 1049
Бабанин А.В. 353
Бабин С.В. 894, 1070
Бабич М.В. 722, 792
Бавина М.А. 931
Багхдади М.Д. 5
Бадаева Н.Н. 1461
Базадзе Н.Г. 1130, 1162
Базаев А.Н. 1170
Баимова Ю.А. 1078, 1087
Байтемиров А.Р. 212
Бакаев Н.Т. 584
Балаенков В.А. 343
Балакирев Н.Е. 446, 451, 462
Балакшина Д.В. 49, 111
Балык В.М. 760
Балык Е.В. 1434
Балычев А.Ю. 627
Балькаев Д.А. 1013, 1022
Банкожитенко Е.В. 1339
Барабанов А.В. 27
Барабанова О.А. 923
Барабанова С.Н. 301
Бараковский Ф.А. 302
Баранков А.А. 344
Баранов А.М. 94, 100, 577
Баранов В.Ю. 1102
Баранов И.К. 853
Баранов М.С. 673
Баранов О.А. 585
Баранов П.Н. 306
Баранова А.Е. 1434
Баранова И.А. 1435
Баранова П.В. 1202
Баранцев С.М. 28, 38
Барашков А.С. 1261
Барбанакова А.А. 1171
Барбанакова И.А 932
Бардин Б.С. 837, 839, 842, 845
Барменков Е.Ю. 1170, 1175
Барсова Т.Н. 1141, 1180
Бартенев М.Е. 28
Баршай А.М. 315
Басков Ф.А. 860
Басова А.Н. 345

Батеев Е.А. 1488
Батиков А.А. 674
Батраченко А.В. 1436
Бахаева Д.А. 346
Бахарев В.Д. 1309
Бахауддин Х. 111
Бахмин Н.А. 1310
Беденко К.А. 122
Бедняков В.С. 783
Беззаметнова Д.М. 66
Безрукавов В.А. 1502
Безруков Н.С. 835
Безуглов В.С. 53
Бейгер Н.М. 213
Бекленищева В.В. 1413
Белевцов Д.А. 76, 80, 84
Белов Е.А. 347
Белов Р.Д. 933, 971
Белова А.С. 1203
Белоусов Н.А. 348, 353
Белявский А.Е. 708, 716
Белявцев О.Г. 349
Беляев А.В. 1073
Беляев Д.К. 523
Беляева Н.В. 123
Беляков В.А. 178
Беляков Е.А. 1138
Белякова А.С. 934, 955
Беньяминова П.И. 151
Бердников Н.А. 524
Бердыгулова А. 1311
Бережной Д.В. 946, 974
Березин Е.Н. 854
Березовский А.Д. 350
Берендакова А.В. 759
Берецкий И.С. 333, 351
Бернацкая М.Т. 1362
Беспальчиков А.И. 1124
Бесчетникова К.И. 971
Бесшапошникова 796
Бехтина Н.Б. 78, 79
Бикинеева А.П. 6, 7
Бирдибекова А.В. 1015, 1050
Бирдибекова А.О. 991
Бирлов И.А. 29
Бирюков В.И. 181
Бирюков И.Д. 525
Бирюкова Е.А. 483
Бирюкова Н.А. 1262
Бичеров М.С. 626
Биюсов А.Р. 123
Блатиков Г.А. 584
Блинова А.Г. 992
Блохин Г.М. 855
Блощицына К.А. 1488
Бляхарский С.С. 124
Бляхарский Я.С. 124, 165
Бобок Д.И. 1055
Боброва О.М. 1127, 1270, 1273, 1283
Бобрышев Б.Л. 978
Бобряков А.С. 249
Богатырева Е.С. 352
Богданов А.Н. 353
Богданов Б.В. 250
Богданов М.В. 28
Боголюбов А.А. 216
Богомолов М.А. 1401
Богоявленских А.С. 1407
Бойко П.В. 783
Бойков А.А. 1056
Бойцов А.Г. 876
Бойцов Е.А. 674
Бокарева В.А. 1312
Бокова И.А. 1103
Боль А.В. 354
Большева А.В. 356
Больших А.А. 67
Бондаренко С.А. 1313
Бондарь Н.В. 525
Борейко Е.А. 357
Борисов А.М. 1032
Борисов В.Ф 551
Борисов Д.Е. 174
Борисова Е.В. 1171, 1190, 1193, 1195
Борисова Е.Р. 251
Борисова О.А. 935, 937, 949
Боровик И.Н. 124, 145, 162
Боровков Д.К. 76, 1041, 1205
Боровкова С.А. 30
Бородин И.Д. 760
Борозный А.А. 252, 426
Бортаковский А.С. 761, 777, 780
Ботолов Н.И. 784
Боттаев Б.Т. 1314
Бочков В.С. 253
Бочкун А.И. 1103
Боярский Г.Г. 593, 695, 714
Бояр-Созонович А.С. 1160
Брагарчук А.И. 585
Брезгин Г.Д. 90
Брехов О.М. 266, 272
Брико А.Н. 327
Бритвин Н.В. 254
Бродский А.В. 335, 460
Бронников В.Н. 1315
Брусенцова Д.А. 1263
Брусникин П.М. 723
Брусс Е.А. 1204
Бруцкий М.А. 57
Брыкин В.А. 856
Бубнов В.В. 1399, 1401, 1403, 1405, 1409, 1411, 1415, 1417, 1421, 1422, 1428
Будков А.С. 724
Бузикаева А.В. 746
Бузулук В.И. 47
Букирёв А.С. 747
Букичев Ю.С. 993
Булакина М.Б. 221, 400, 793, 817, 833
Буланцева Л.В. 1104
Булаш С.А. 586
Булычев Р.П. 214
Бульбович Р.В. 198
Буренков И.С. 303
Бурлов В.Г. 503, 507
Бурова А.Ю. 161, 187
Бурченко К.А. 358
Бусурин В.И. 214, 269
Бусыгин А.Э. 6
Бут А.Б. 184, 596, 621, 664
Бутина О.Н. 958
Буткевич Ю.Р. 526
Бутко А.О. 276, 285, 366
Бухаров С.В. 995
Бушуев В.А. 856
Быкадоров А.Н. 937

Бычков А.А. 528
В

Вавилов В.Е. 516
Ваганова Е.А. 952
Важенин Н.А. 561
Валиуллин Н.Д. 91
Валынга С.О. 31
Ванжула А.В. 1104
Ванцов С.В. 300, 302
Варфоломеев М.С. 927, 948, 965
Василевский Д.О. 120
Василенко В.А. 123
Василенко Е.А. 359
Васильев А.М. 323
Васильев Г.И. 588
Васильев И.С. 857, 864, 957
Васильев М.А. 33, 1441
Васильев М.О. 1403
Васильев П.А. 589
Васильев Ф.В. 304, 311, 325
Васильева И.В. 858
Васильева Т.В. 911, 1023
Васин С.С. 32
Васин Ю.А. 701, 702, 703
Васина Н.С. 255
Васькова В.С. 92
Васюк В.В. 1316
Ватолин А.С. 785
Вахитов К.Р. 1057
Вдовиченко Т.В. 749
Вебер А.В. 529
Вельмакин Г.С. 786
Веретенников С.В. 183
Верещагин А.О. 761
Верещака С.К. 360
Верховская Е.А. 675
Вершинин И.И. 750
Ветохин И.С. 995
Вечеринина Е.А. 1347, 1351
Визильтер Ю.В. 754
Викулин М.А. 342, 364, 369, 381, 401, 456, 468
Винникова М.Д. 653
Виноградов А.С. 122
Виноградов В.А. 860
Виноградов В.И. 293, 829
Виноградов Д.А. 484
Виноградов И.Е. 589
Виноградов М.С. 533
Виноградов Р.Е. 935, 937, 949
Виноградова Е.С. 1318
Виссарионова Е.К. 590
Витюк Д.А. 1319
Владарская М.С. 1172
Власова С.В. 1313, 1316, 1335, 1355, 1370, 1388, 1390, 1392
Внучков Ю.А. 1157
Водолажченко К.В. 1106
Водяков А.С. 362
Возмищев Н.С. 1058
Войнов С.М. 1106
Войцицкая Э.П. 592
Волгин В.М. 873, 891, 967, 1076, 1080
Волков А.А. 75, 118, 134, 153, 159
Волков А.Г. 1320
Волков А.И. 33
Волков А.Н. 1059
Волков Д.А. 109, 231
Волков Д.И. 893, 1042
Волков Е.В. 837
Волков Е.И. 76, 1041, 1205
Волков И.К. 362
Волков К.А. 1321
Волкова Г.А. 542
Волкова Е.Б. 1306, 1320, 1358
Воловик П.В. 125
Воловичева Н.П. 363
Володичев В.А. 640
Воробьева А.С. 786
Воробьева К.Н. 215
Воробьева С.С. 696
Воронин С.В. 980, 1062
Воронина С.Ю. 1030
Воронка Т.В. 25
Воронков Ю.И. 710
Воронов В.А. 861
Воронов М.А. 1437
Воронов Р.В. 216
Воронцов В.А. 604, 647
Воронцов Т.П. 728
Ворошилин А.П. 914
Вруцкий Д.И. 35, 76, 83
Вшивкова А.А. 838
Вяткина А.Д. 364
Вятков В.В. 148, 170
Г

Габидуллин Р.Р. 861
Гавриленко О.В. 1222
Гаврилов Е.С. 476
Гаврилов К.Ю. 558
Гаврилов П.А. 77
Гавриляк В.Э. 63, 1470
Гадеев Д.В. 1060
Гаджибеков Т.А. 1060
Гадкова-Князева А.Н. 1264
Гайдай С.М. 1336
Гайдук Е.Ю. 592
Гайнутдинов Р.И. 593
Галимов Э.Р. 863
Галимова Н.Я. 1044
Галичкина А.Д. 1437
Галкин П.А. 365
Галкина Е.Е. 1111, 1207
Гапанькова Е.С. 648
Гардуньо Родригес А. 699
Гардуньо Родригес А. 695
Гаспарян Г.А. 217
Гвоздева О.Н. 971
Гвоздкова Ю.Д. 676
Георгиев Р.И. 839
Георгиевский Д.В. 1088
Герасимов Ю.М. 309
Герасимова Д.А. 1108
Гераскина Ю.Н. 1108
Гереева Е.М. 529
Герштейн Ю.М. 1138
Гета О.А. 1061
Гетманцев А.Ю. 1506
Гидаспов В.Ю. 802
Гильфанов Р.Л. 485
Гильфанов Ш.Э. 677
Гимадиев Э.И. 863
Гинзбург И.Б. 337, 404, 418, 458, 470

Гладкая К.В. 1205
Гладкова О.И. 1404
Глотова Е.В. 1322
Гнатюк А.А. 637
Гневушев А.А. 787
Гоголев А.Л. 1061
Гойкочеа Моралес 1152, 1353
Голенкова А.Н. 200
Голованских О.И. 617
Головина Д.П. 256
Головинова В.В. 1109
Головкина О.В. 1207
Головкова Ю.С. 1265
Голубева К.Р. 857, 864, 998
Голубинский Н.В. 366
Голубкин К.С. 788
Голубков С.П. 486
Голушко В.Ю. 530
Гольцова Т.Ю. 367
Гончар А.Г. 63, 141, 592, 637, 674
Гончаренко В.Н. 93
Гончаров Б.Э. 126
Гончарова А.В. 1207
Горбачев С.И. 676
Горбунов М.С. 779
Горбунов С.А. 94
Горбунова Е.А. 1323
Гордеев И.С. 1064
Гордеев С.В. 204
Гордуков Д.А. 1110
Горелов А.О. 304
Горин Г.Д. 127
Гормакова Т.С. 996
Горончко В.А. 996
Горохов А.В. 127
Горохов А.С. 1266
Горунов А.И. 867, 906, 957, 983, 998
Горшков А.Ю. 128, 129, 133
Горшков В.В. 279
Горшков Д.С. 368
Горяинов А.В. 782
Горячева И.Г. 1071, 1094
Горячкин Е.С. 149, 151
Грабовский И.И. 205
Гребеньков П.А. 128, 129, 133
Грешнов Н.В. 10
Григоренко Н.С. 95
Григоровский В.В. 130
Григорьев А.В. 1263, 1268, 1269, 1278, 1280
Григорьев Г.М. 1438
Григорьев М.С. 95
Григорьева Ю.Г. 1302
Григорьянц С.Б. 594
Григорян А.К. 531
Гридасов В.А. 1489
Грицак Г.В. 309
Гришанова Ю.В. 1353
Гришина А.Ю. 6, 7
Гришнин Н.В. 865
Громаков А.А. 719
Гротова О.Н. 904
Грунин А.Н. 119, 131, 905
Грушин И.А. 961
Грущенко П.С. 369
Грязнев А.А. 594
Губаев И.Н. 487
Губанова С.Е. 1108, 1209
Гулидов Г.Г. 1405
Гуляев В.В. 1410, 1427
Гумерова Р.Х. 485, 487, 509, 521
Гуревич Б.И. 72
Гуреев И.И. 961
Гурьянов А.И. 146, 167, 205
Гурявичюс Й.А. 370
Гусаков М.С. 1179
Гусаркин С.Н. 78
Гусев А.Л. 91, 103, 104, 226, 243, 299
Гусев Д.Е. 935, 937, 949
Гусева А.Д. 36
Гусева Д.В. 864, 957, 998
Гуськова М.А. 596
Гущин Д.Д. 1324
Гюлалиева Д.Г. 1325
Гязова М.М. 1114

Д

Дабабне И.Э. 296, 998
Давлетбаев Р.С. 1035
Давлетшин Н.Р. 531
Давыденко Л.В. 952
Давыдов А.Д. 1115, 1145
Давыдов В.Г. 532
Давыдов В.Д. 788
Давыдов С.А. 1082
Давыдов Э.А. 1073
Давыдов Ю.П. 370
Давыдова А.Д. 218
Дайюб Я.А. 219
Данилаев Д.П. 562
Данилевский А.А. 1082
Даниленко Е.Г. 999
Данилина А.Н. 315, 320, 495
Данилишин Д.Д. 131
Данилишин Н.Д. 131
Данилов А.Е. 789, 897, 904
Данилова П.Д. 1326
Данилочкина Н.Г. 1148, 1155
Данилушкин В.С. 1062
Даничев А.В. 128, 129, 133
Дебдина Е.Г. 1327
Дегальцев Г.Ф. 16
Дегтярёв М.Э. 271
Дегтярев С.В. 1000
Дегтяренко Р.А. 790
Дедова Д.В. 1001
Деева Е.В. 1328
Дежин Д.С. 488
Дежина И.Н. 488
Демахин Р.А. 134
Деменьшина М.С. 1173
Демидов И.Д. 489
Демидюк И.В. 135
Дёмин Н.А. 37, 653
Демина П.Н. 712
Демина Т.С. 991, 1005, 1015, 1024, 1042, 1050
Демокидов А.Р. 489
Демшевский В.В. 556
Демьяненко А.Е. 791
Демьяненко Е.Г. 950
Денискин Ю.И. 1122
Денискина А.Р. 1170, 1174, 1178
Денисов А.М. 1223, 1224, 1238, 1240
Денисов М.О. 371

Денисова И.П. 791, 844
Денисова О.И. 1328, 1350, 1359
Дергач И.В. 196
Дернакова Е.В. 596
Дерюгин А.С. 348
Десна В.А. 1111
Джадхав С.Г. 5
Джардималиева Г.И. 993
Джум В.С. 257
Дзагуров Г.О. 102
Диких Н.В. 78
Дителева А.О. 569
Дителева Е.О. 569
Дихтиевская К.К. 939
Дмитраков С.А. 373
Дмитриев С.А. 155
Дмитриев С.Н. 1439
Дмитриева А.В. 678, 705, 1439
Дмитриева М.О. 866
Дмитриенко Г.В. 26
Дмитроченко Б.А. 1329
Добрынин Н.В. 722, 792
Добрянский В.Н. 856
Добычина Е.М. 565
Довгерд Г.А. 305
Довгерд И.А. 305, 818
Донцов С.Н. 180
Доренская В.И. 679
Доробалюк Д.В. 1503
Дорохов Е.П. 259
Драчев Д.В. 258, 1290
Дроботов В.Б. 827
Дронин А.С. 1440, 1455
Дронов Р.А. 1351
Дронь А.О. 867, 983
Дружинин Д.С. 1441
Дубинец А.О. 1063
Дубинина Н.М. 1429
Дубинский А.А. 597, 608
Дублинский А.А. 589
Дубров Д.В. 1489
Дударев В.С. 220
Дудкин И.А. 868, 929
Дудкин С.О. 723
Дудченко А.А. 51
Думанский А.И. 451
Дьяченко А.И. 671
Дюбочкин В.П. 373
Дяченко С.А. 725

Е

Евграфов А.Е. 602
Евграфова С.О. 1442
Евдокимова Е.А. 761
Евлампьев А.В. 940
Евтин Н.Н. 1209
Евченко И.В. 598
Егоров В.В. 511, 563
Егорова А.В. 609
Егорова Е.К. 333, 816
Егорова Ю.Б. 934, 947, 955
Ежов А.Д. 152
Елизаветина С.И. 533
Елинсон В.М. 567, 571, 572
Елисеев А.М. 280
Елисеева К.А. 1209
Елькин А.В. 137
Ельников Р.В. 52, 628
Ельцов М.С. 38
Емельянов А.В. 755
Емельянов Э.А. 260
Емец Е.В. 1407
Епифанова В.В. 7
Еранов М.А. 39
Еремеев Г.А. 374
Еремеева Ж.В. 969
Еременская Л.И. 1218, 1234
Еремин А.Г. 209
Еремин М.Д. 221
Еремичев А.А. 941
Еремкина М.С. 165
Еримейнко Н.А. 1447
Еркоева Н.С. 599
Ермаков Д.С. 138
Ермакова Д.Г. 600
Ермакова Н.О. 680
Ермашкевич А.А. 120
Ермилов Д.А. 1267
Ермолаева Е.Н. 1136, 1212
Ермолов И.Л. 228, 734
Еропкин А.М. 1112, 1126, 1150, 1165
Ерофеев В.И. 1085
Ерофеев Т.С. 139
Ерофеева А.Н. 1330
Ерошин П.А. 261
Ертаев Н.К. 375
Ершова И.М. 1174
Есимжан А.Е. 1489
Есмамбетов М.К. 1490
Ефанов Е.Д. 261
Ефимов Д.Е. 140
Ефимова Ю.А. 681
Ефремкин А.А. 601
Ефремов А.В. 8, 13, 25
Ефремов Е.В. 8
Ефремченков И.С. 683

Ж

Жамкова И.М. 869
Жарков М.В. 233
Жаркова Л.И. 1307, 1314, 1330
Жданов В.И. 177
Жданов Н.Д. 1443
Желтов С.Ю. 94, 265
Желябин И.А. 869
Жеребцов Р.В. 376
Жига Н.В. 377
Жигалов В.И. 274, 282
Жигалова М.В. 1210
Жигарев С.А. 378
Жигарь А.Н. 869, 881
Жилин Д.С. 268
Жильцова В.Н. 1444
Жирнов И.Е. 379
Жирнова Л.Н. 1211
Жолтаева Ж.Е. 1491
Жуков А.А. 871
Жуков Е.Ю. 942
Жукова В.А. 602
Жукович-Гордеева А.А. 871
Жуковская А.О. 872
Жуковский П.Л. 943
Жуматаева Ж.Е. 336, 456, 1489, 1490, 1500
Журавлев С.В. 518
Журавский К.А. 9
Журбенко Н.Л. 1310, 1319, 1337, 1449, 1452

З

Заболотникова М.А. 1112
Завалишин Е.Г. 39
Завалов О.А. 42, 69

Заводсков А.С. 306
Завражнов А.А. 148
Завьялова М.И. 141
Заговорчев В.А. 631, 633, 649
Зайцев А.В. 251, 838
Зайцев В.Е. 259, 1168
Зайцев Д.Е. 1256
Зайцев М.Д. 380
Зайцева А.М. 1002
Зайцева Е.К. 381
Зайченко А.А. 1332, 1340, 1344, 1365, 1376
Закатаев Н.С. 1114
Закупин Д.Е. 263
Замковой А.А. 1155
Замуреев Я.С. 222
Заречнов Ю.Е. 547
Зарочинцев Н.А. 382
Заусаев М.А. 1268
Захаров Д.Н. 726, 733, 742
Захарова А.Н. 1334
Захарова Л.Ф. 1096, 1110, 1163
Зачесова Е.Н. 1212
Зверев Н.А. 1064
Звоновский В.Б. 1295
Звягина А.Г. 1491
Звягина М.Г. 1492
Здорова М.В. 518
Зеленина А.И. 1064
Зеленкевич А.Д. 141, 166, 188
Землянская Н.Б. 1123, 1135
Земсков А.В. 847, 1064
Зечихин Б.С. 496
Зиборов В.С. 1026
Зикрач К.Д. 1269
Зимин К.С. 1003
Зинина А.И. 222
Зиновьев А.В. 1004
Змеу К.В. 722, 792
Золотарева Н.С. 383
Золотарева П.В. 1408
Золотов А.А. 625
Зотикова П.В. 142
Зотов А.А. 56, 1059
Зубанов В.М. 134, 159
Зубеева Е.В. 1132, 1146, 1423
Зубков И.А. 490, 498, 512
Зубцова Н.А. 1114
Зудов Ю.Н. 1330
Зуев Д.А. 602
Зулпукааров Д.Ж. 385
Зыбин В.Б. 10
Зыкин И.А. 716
Зюзина М.С. 1213
Зюлькова М.В. 180
Зяблицева Д.К. 385, 395, 406

И

Ибрагимов Д.Н. 759
Иваненко Д.А. 306
Иванков Е.Д. 604, 647
Иванников Е.Д. 792
Иванов А.Е. 929, 943
Иванов А.Л. 793
Иванов А.С. 728
Иванов Б.А. 314, 386, 482
Иванов В.О. 388
Иванов В.С. 388
Иванов И.И. 577
Иванов М.А. 1290
Иванов Н.А. 944
Иванов Н.С. 502
Иванов С.А. 873
Иванов С.В. 768, 769
Иванова А.М. 1381
Иванова И.В. 1207, 1210, 1231, 1237, 1272
Ивановская Е.В. 1005, 1024
Игнаткин Ю.М. 14, 41
Игнатов С.В. 389, 444
Игуменцев И.Ю. 340
Иерусалимов С.А. 223
Изотов В.А. 908
Илбуть М.В. 1331
Ильина А.В. 1312
Ильина М.А. 143, 683
Ильинкова Т.А. 201, 852, 858, 875, 1085
Ильинская О.И. 912, 913, 921
Ильясов Р.И. 483
Инютин С.А. 357, 371, 373, 383, 388, 405, 418, 421, 450
Ионов А.В. 114
Ирбитский И.С. 391, 393, 395
Ирина В.И. 1253
Исаев В.В. 303, 1102
Исаева С.Ю. 51
Исламгулова Э.А. 945
Исхаков В.С. 1005
Ишмухаметов И.Н. 1248

К

Кабанец А.И. 224
Кабанов А.С. 712
Кабардова А.Р. 684
Кабдыжалелов А.Е. 946
Кададова А.В. 561, 654
Кадеров В.А. 502
Кадиров А.А. 143
Кадочников А.А. 317, 492
Казак П.Г. 534
Казаков С.О. 729
Казакова М.А. 1343
Казакова Н.В. 1119, 1142, 1419
Казанов К.К. 492
Казанцева А.А. 1215
Казанчеев И.Л. 41
Казачинский Г.Г. 493
Казачков В.О. 544, 557
Казимина А.М. 1407
Казначевский В.С. 264
Калашник С.М. 1216
Калашников А.С. 1065
Калиева Р.А. 1493
Калик М.А. 839
Калимуллин С.Р. 494, 519
Калимуллина Э.Р. 1445
Калиненко А.С. 1115
Калинин М.М. 655
Калинина О.И. 266
Калинина Т.М. 958
Калинкин П.А. 392
Калпина Н.Ю. 672, 691
Калугина Г.А. 1106, 1118, 1144, 1166
Калягин М.Ю. 96, 212
Камаренцев Н.Э. 265

Каменев А.Р. 391, 393, 466
Камозин Д.Е. 1270
Камышников И.Н. 1217
Канаев И.И. 1175
Каплан М.А. 1074, 1089
Капрашов В.С. 794
Капустин А.Г. 497, 513
Караванова А.Г. 1065
Каракин И.А. 947
Каралюнец К.С. 1332
Карамзина А.Г. 731
Карамов Ф.А. 312
Каранэ М.С. 762
Карасева Д.М. 1218
Каратаева Е.С. 947
Карбовская В.В. 1116
Каргаев М.В. 41
Карев И.Е. 10
Карепина В.Ю. 1219
Карлов А.А. 604
Карнаухов С.А. 1500
Карпов Г.А. 795
Карпов Е.В. 147
Карпов М.И. 1067
Карпова Е.Н. 394, 406
Карпухин Е.О. 254, 275, 524
Карташов Э.М. 843
Карташова М.В. 495
Картушина Н.В. 1393
Касатиков Н.Н. 266
Каскинбаев А.Ф. 627
Касымов Е.Р. 1493
Катаева Л.Ю. 253
Катасонов И.А. 1409
Катиева Л.Р. 863, 1007, 1051
Кафаров К.М. 535
Качалина М.А. 729
Кашолкин А.А. 495
Кащеев И.С. 145
Квашнин В.М. 373, 441
Кейно П.П. 245, 246, 260, 338, 340, 349, 363, 370, 379, 392, 397, 402, 414, 415, 422, 425, 427, 428, 429, 447, 461, 462, 465, 473, 474, 480
Кенжахметов Ж.Е. 307, 574
Кибзун А.И. 776
Кизилова А.Д. 536
Кириакиди С.К. 19, 71
Кириенко А.А. 840
Кириллов В.Ю. 505
Кирсанов Г.Р. 391, 395, 1361
Кирюханцев-Корнеев Ф.В. 915
Киселёв Э.В. 1187
Киселева О.А. 605
Кисин И.Д. 42
Киспе Мендоза М.В. 656
Кичук А.В. 685
Кишко М.В. 537
Кладухин А.Н. 873
Клементьев П.Д. 1066
Кленин А.С. 385, 395, 406
Клестова А.В. 1117
Клещёва Е.О. 1410
Климакова Д.Е. 1334
Клименко Д.В. 148
Клименко И.В. 686
Климкина А.А. 1067
Климов И.С. 314
Климова А.В. 875, 929
Климова В.Н. 96
Климова Е.А. 1271
Клишин А.Н. 79
Клокова О.Н. 206
Клочков К.А. 796
Клыков П.П. 80, 84
Клювак Р.В. 606
Клюев А.Ю. 146
Клягин В.А. 27
Княжев Н.В. 607
Кобельков Е.А. 1411
Кобзев В.М. 296, 489
Кобзев М.С. 1008
Кобыляцкий А.В. 1118
Ковалев И.А. 570
Ковалев К.Л. 505
Ковалев Ф.А. 266
Ковалевич М.В. 626
Коваль Н.А. 396
Ковтунов Е.П. 539
Ковтунов С.С. 1009, 1090
Коган Е.А. 1264, 1265, 1267, 1276, 1282, 1294
Кожевников Г.Д. 44, 150
Козин В.И. 875
Козлов Д.К. 730
Козлов Н.А. 1000, 1048
Козлов П.П. 937
Козловская Я.Д. 267
Козловский А.М. 283
Козловцев С.А. 1446
Козырев А.В. 608
Козырев Н.А. 397
Кокорин В.Н. 1071
Кокутина А.С. 1335
Колениченко Г.С. 45
Колесник А.Е. 948
Колесник П.В. 540
Колесников А.Ф. 812
Колесников С.А. 1010
Колинько У.О. 612
Колобков А.С. 1019
Колодяжная И.Н. 1491, 1496
Колодяжный А.Н. 1498
Коломенцев А.И. 123
Коломыльцева В.А. 1119
Коломыцев К.А. 935, 937, 949
Колосов А.С. 500
Колосов П.К. 687
Колотова Л.Н. 1064, 1075
Колток Н.Г. 147
Комаров В.Н. 268
Комаров Н.С. 692
Комаров О.Д. 688
Комаров Р.С. 927
Комарова Н.В. 1117, 1128, 1147
Комиссарова И.В. 1121
Комов А.А. 151, 156
Комова А.В. 1272
Комова О.В. 148
Комягин М.А. 97
Кондаратцев В.Л. 798
Кондратов А.В. 148
Кондратюк А.С. 1412
Кондрацкий И.О. 298, 309, 310, 887
Кондрацкий С.О. 310
Кондрашов Д.А. 496

Кондрашов Ю.Н. 281, 354, 358, 365, 374, 382, 443, 457
Конкевич В.Ю. 947
Конкина В.А. 1219
Коновалов К.С. 1450
Коновалова А.А. 1336
Коновалова О.В. 1197
Коновской А.С. 1503
Кононова А.А. 763
Кононова И.С. 955
Коноплева В.М. 1176
Коноплева П.С. 1299
Константинов И.А. 30, 76, 1041, 1205
Константинов И.С. 76
Константинов М.С. 613, 629, 635, 639
Конышев В.Ю. 225
Конышева В.Ю. 268
Конюшок В.В. 1009, 1090
Копбаев М.С. 1494
Копица В.А. 658
Копылов Д.А. 303, 311
Копьев М.И. 398
Кордонский И.Т. 725
Коренчук К.Ю. 496
Корепанов М.А. 638
Корепанова Д.А. 799
Корецкая И.А. 1221
Корешков А.В. 876
Корнеев И.В. 877
Корнеева А.И. 149
Коробейников Е.В. 570, 571
Коробец Д.Л. 38
Коробецкая А.А. 800
Коробков К.А. 269
Коробков М.А. 311
Коробов А.С. 655
Коробовский А.В. 301, 600, 601, 612, 634, 645, 1012
Короваев Д.С. 755
Королев Д.А. 399
Королев Д.Д. 150
Королев Н.Н. 123
Королев П.С. 313, 489
Королева А.А. 1447
Королева О.А. 878
Король Д.Г. 542
Корольков М.А. 1337
Коротаева И.Э. 1318
Коротков А.И. 601, 608
Коротков Д.П. 801
Короткова О.Д. 659
Коротун В.Л. 1395
Корчагин А.А. 1122
Корчакин А.С. 1071
Корчинский Н.А. 1010
Коршунова К.А. 1221
Корыткин Н.Г. 1177
Корыткин П.Г. 1177
Косенко И.И. 840, 849
Косенкова А.В. 660
Косицин А.А. 1273, 1283
Косолапова А.Ю. 950
Костин В.А. 1338
Костин П.С. 9, 21, 81, 235
Костина А.П. 151
Костицин С.В. 400
Кострова К.А. 1339
Котикова Н.В. 1222
Котов М.А. 1090
Котов С.В. 542
Коханова Ю.С. 207, 403
Кочетов В.А. 572
Кочурова Н.И. 20
Кошеварова Н.А. 269
Кошелев Д.М. 401
Кошелев М.С. 1123
Кошман В.С. 1413
Кравченко В.С. 764
Краев В.М. 1198, 1200, 1221, 1227, 1249
Краев Д.В. 312
Крайков П.Д. 1458
Крапивкин Е.А. 1414
Красавин Д.С. 543
Красавин Е.Э. 11, 222
Краснов И.С. 402
Краснова Е.В. 879
Красноперова С.А. 544
Кривилев А.В. 449
Кривоногова Т.О. 149, 151
Крит Б.Л. 887
Кротов К.В. 689
Крунтяева В.С. 690
Крутий Е.Д. 1178
Крутикова В.В. 1179
Крухмалева Л.Л. 1502
Крылов С.С. 798
Крылова Ю.А. 152
Кубасова В.А. 982
Кубатина Е.П. 951
Куденко Д.А. 1275
Кудинов И.Д. 270
Кудрявцева Н.С. 853
Кудряшов В.А. 46
Кудряшов И.А. 153, 176
Кузавлева В.Ю. 609
Кузнецов А.А. 1004
Кузнецов А.В. 1011
Кузнецов А.Д. 10, 16
Кузнецов А.С. 950
Кузнецов И.М. 230, 240
Кузнецов П.М. 348
Кузнецов С.В. 217, 1060
Кузнецова А.В. 1325, 1342, 1354, 1373
Кузнецова А.М. 751
Кузнецова В.О. 1068
Кузнецова К.И. 1223
Кузнецова П.А. 1124
Кузнецова П.М. 1340
Кузьмин Д.А. 1448
Кузьмин Е.В. 154
Кузьмин И.В. 226
Кузьминов В.О. 24
Кузякина Д.В. 1224
Кузякина Е.А. 1012
Куимов Е.С. 207, 403
Куйдин М.А. 404
Кукушкин М.А. 610
Кулагин К.М. 1442
Кулаков К.С. 726, 733, 742
Кулаков М.В. 680
Кулакова А.Р. 1125
Кулепётова Н.Н. 1487
Кулешов И.А. 611
Кулешов П.А. 612
Кули-заде Ф.Т. 802
Куликов П.С. 1341
Куликов С.А. 66
Куликова Д.В. 869, 881
Кулиманов И.Е. 882
Кулыгин С.В. 544, 1290
Кунгурова А.С. 1342
Кунижев И.Р. 313
Кунявская Т.М. 873
Купринский А.Р. 803

Куприянов А.И. 566
Куприянов Е.С. 545
Куприянова Я.А. 612
Купряшов А.В. 819
Купцов А.С. 1493
Кураева К.Р. 155
Кураколов А.М. 1126
Курасбедиани Р.Г. 613
Курбакова С.Н. 1305, 1367
Курганенко В.С. 883
Курганкин А.С. 405
Куренных А.Е. 805
Курилов Д.А. 1415
Курицын Д.Н. 922
Курицына В.В. 898, 917
Курочкин Д.С. 47
Куртаева Ф.Н. 990
Курынцев С.В. 861, 945
Курьянова А.С. 1042, 1050
Кусманова И.А. 924, 958
Кустов С.С. 1127
Кусярбаева Ф.Б. 951
Кутафин А.А. 98
Кутузова В.Е. 1069
Кутумов А.С. 806
Кухаркин Н.Е. 206
Кучейко А.А. 667
Кучеров Н.А. 142
Кучмий А.Д. 546
Кушваха Х.Н. 1408, 1431
Кырбай Б.К. 1494
Кэлих А.Е. 1342

Л

Лавренов К.Е. 765
Лаврентьев А.В. 1343
Лавринович А.А. 690
Лаврова Л.А. 1438
Лаговская В.А. 1276
Лаговская Е.В. 1344
Лазаревич О.А. 271
Ламзин В.А. 620
Ламтюгина А.В. 57
Лапин Б.С. 228
Лапшин С.С. 613
Лапышев А.А. 111
Ларина К.Д. 691
Ларионов И.С. 1013
Ларченков В.П. 89
Ларшин М.Л. 1345
Латыпов А.Н. 806
Лахминов К.Д. 1345
Ле Тхи Ха Тху 1180
Лебедев А.А. 1449
Лебедев Г.Н. 241
Лебедев К.В. 547, 554
Лебедев Р.С. 54
Лебедев С.Ю. 156
Лебедева М.Н. 1277
Лебедева С.А. 692
Лебедик А.И. 497
Лебитков В.К. 49, 111
Левашов Е.А. 926
Левунец Е.В. 1128
Левченко Л.И. 490, 498, 512
Левшонков Н.В. 6, 99, 883, 1047
Леднев Д.Д. 406
Ледовская А.А. 952
Лежинский М.В. 385, 395, 406
Лезжова А.М. 408, 448
Лезнов С.Н. 884
Лемтюжникова Д.В. 270, 271, 278, 283
Ленский А.Е. 1014
Леонова К.А. 1449
Леонтьев В.В. 1346
Лепешинский И.А. 142
Лепешкин А.Р. 900, 903, 905
Лесневский Л.Н. 165
Лизунова О.Е. 953
Липатов И.В. 409
Липатова С.В. 807, 811
Лисейцев Н.К. 1471
Литвиненко З.С. 50
Литвинова В.В. 1278
Литовец С.А. 954
Лихачева Д.С. 693
Лихоманова А.А. 1298
Лобанов А.В. 766
Лобанов З.О. 808
Лобанов К.А. 693
Ловска А.Д. 1225
Логазяк М.Ю. 102
Логинов В.О. 840
Логинов П.А. 956
Логинов С.С. 531, 535, 564
Логинов Ю.Н. 975, 1053, 1058
Логинова Д.Д. 500
Лозован А.А. 889, 937, 943, 944, 951, 962
Ломакин И.В. 615
Ломова И.А. 1129
Лопатенко В.В. 809
Лопатина О.В. 1372, 1380
Лосев В.А. 271
Лосев Д.А. 1181
Лоскутов Д.И. 389, 410, 444
Лукиев И.В. 1042
Лукичева С.С. 1279
Лукьянов Л.М. 272
Лунёв И.В. 991, 1015
Лунев К.О. 695
Лунева А.А. 767
Лупачев Д.К. 1024
Луханин В.О. 12
Лысенко Д.А. 661
Лысенко С.В. 1331, 1348, 1383
Лысяков М.А. 579, 886
Львов М.В. 157
Любимов В.В. 878, 910
Лягин А.В. 1130
Ляликова Д.А. 1226
Лямин А.Н. 578
Лямина Г.В. 985
Лямкин Ф.А. 386
Лямкин Ф.К. 314
Ляпина С.Ю. 287
Ляпунова С.С. 695
Ляпустина Н.Г. 1450
Ляховецкий М.А. 150

М

Маамо М Шико 1484
Маамо М Шико. 242
Маврин А.И. 501
Магомадов С.М. 1416
Магомедов С.Д. 411
Мадиярова Г.М. 1016
Мазаев А.С. 228, 469, 808
Мазепа Р.Б. 257, 271
Мазилин А.А. 841

Мазилина М.А. 934, 955
Мазорчук К.В. 1070
Майер Н.В. 810
Майорова А.С. 616
Макаренко В.Н. 22
Макаров А.В. 412
Макаров И.К. 750
Макаров К.Д. 842
Макарова А.В. 1132
Макарова А.Е. 768
Макарова В.А. 1374, 1375
Макарьянц Г.М. 174, 223
Макатров Н.В. 314
Максаковская А.В. 315, 316
Максименко Е.И. 956
Максимов А.Д. 157, 193
Максимов А.И. 274
Максимов В.К. 895, 1007
Максимов Н.А. 225, 234, 289, 334
Малевич Н.А. 502
Маликов С.Б. 884, 890
Маликова И.С. 1458
Малинин В.И. 137
Малинина Д.Д. 51, 1012
Малиновский И.М. 154
Малышев В.В. 266
Мальцев Ю.И. 6
Мальцева О.А. 49, 613, 617
Мамиев О.А. 810
Мамчур А.В. 768
Мананникова Н.Г. 315, 316
Маносьева Е.А. 619
Мануйлова Н.Б. 1194
Манукянц А.И. 929
Маньков В.Д. 503, 507
Мардеев Д.А. 24
Мареева Н.А. 662
Маркарян А.О. 332, 343, 409
Маркарян Ю.К. 1132
Маркевич П. 13
Маркин Д.В. 1227
Марков Г.М. 956
Марков И.М. 229
Маркова Г.В. 963
Маркова Е.В. 296, 745, 998
Мармыль Д.А. 1134
Мартинкевич Л.В. 807, 811
Мартиросов В.Е. 528
Мартиросов М.И. 1001
Мартиросян А.В. 1229, 1245
Мартиросян З.К. 274
Мартынишин И.Е. 1229
Мартынова Е.О. 548
Марусина А.Ю. 1182
Марчуков Е.Ю. 129
Маскайкина А.А. 51
Маслиев А.А. 1504
Маслова А.С. 645
Маслова Е.С. 1231
Маслова Т.А. 1135
Матасов Н.А. 620
Матвеев А.М. 556
Матвеев Д.А. 122, 191
Матвеева Е.П. 185
Матуляк А.И. 1017
Матыцин А.А. 1285, 1290
Махаева М.М. 620
Махов А.Н. 621
Мацковская А.О. 1136
Мачульский И.Н. 412
Машкин М.Н. 255, 291, 292, 294, 765
Машуков Е.В. 508
Медведцкова В.М. 887
Мезина Н.А. 1101, 1125, 1153, 1164, 1241, 1255
Мельников А.А. 866
Мельников А.Б. 570
Мельников А.С. 888
Мельников С.А. 159
Мельников Я.К. 622
Мельничук В.Н. 192
Мелюков С.А. 482
Менчиков А.Л. 1347
Мерзико И.Н. 1183
Мерзликина С.Д. 769
Меркишин Г.В. 547
Меркулов М.Ю. 1452
Мессинева Е.М. 914, 1172, 1185
Метечко Л.Б. 675, 683, 684, 688, 706, 719
Мешавкин К.В. 275
Мещеряков А.С. 276
Мещерякова А.Р. 1071
Милованова Е.Е. 413
Милосердов А.С. 550
Милютина А.Р. 770
Минаева К.А. 1271
Минасян В.Б. 317
Миненков В.Е. 660
Минлибаев Д.А. 81
Миннебаева А.И. 771
Минсадрова А.М. 1018
Мирендо К.П. 277
Мироедов В.Г. 16
Мирончук Е.В. 52
Митин В.Н. 13
Митрович П.А. 160
Митрофанов А.Л. 889
Митрофанов О.В. 63, 1470, 1478
Митюков Н.В. 799
Мифтахов Б.И. 318
Михайлина С.Ю. 1231
Михайлов А.А. 1109, 1200, 1213, 1221
Михайлов И.Е. 775, 814
Михайлов М.М. 996
Михалев С.С. 1127
Михеев В.А. 851
Мишаков С.Ю. 889
Мишанова В.Г. 1124
Мишов Н.В. 1071
Мишучков В.И. 1445, 1446, 1465
Мищук И.А. 99
Мовчан А.А. 1055, 1092
Моженин С.В. 175
Моисеев В.С. 924, 985
Мокряков А.В. 239, 367, 368, 385, 393, 395, 406, 430, 432, 466
Мокушова А.Е. 1138
Молодовская С.Р. 414
Молодовский Е.А. 414
Молодшев Д.А. 415
Молотков А.А. 869, 909
Момот Е.Ю. 623
Моргачев О.А. 890

Моржухина А.В. 592
Морозов А.Ю. 1356
Морозов Б.Б. 1005
Морозов В.В. 857, 957, 998
Морозов П.А. 417
Морозова Н.В. 1502
Морозова Н.Т. 394, 406
Морозова С.С. 1280
Морозова Ю.В. 418
Морозова Ю.К. 418
Моторин Я.В. 1417
Мохов А.И. 786
Мохова К.М. 1138
Мошкевич Д.Я. 419
Музаева М.М. 161
Мукамбетов Р.Я. 162
Муравей Л.А. 783
Муравьев А.С. 731
Муратаев Т.А. 979, 986
Муратаев Ф.И. 940, 979, 981, 986
Мурныкина В.В. 573
Мусин Р.Р. 420, 467
Мусина Е.Д. 1351, 1352
Мустафина А.Р. 731
Мухина А.К. 933
Мухопадов А.А. 559
Мымрина В.П. 704, 712
Мынбаев А.А. 1494, 1497
Мьо Зо 52
Мязина Н.В. 30
Мязитов А.А. 162
Мякочин А.С. 180
Мясников М.М. 1073

Н

Набатов Е.А. 1140
Набережнев П.А. 812, 1080
Нагаева Е.А. 623
Нагибин С.Я. 252, 389, 410, 426, 444
Нагмадинов М.С. 1495
Нагмадинова В.С. 1496
Надежкина Е.В. 671, 679, 683
Надеина В.В. 891
Нажжар Таммам 1485
Назаренко А.Б. 1233
Назаренко В.А. 812
Назаров А.В. 549
Назаров А.Д. 1416
Назарова П.С. 549
Назымов М.В. 53
Най Х.А. 625
Най Х.Л. 208
Най Хтет Линн 639
Наместников А.А. 1184
Нанеишвили И.Г. 550
Насакина Е.О. 1074, 1089
Насейкина А.С. 1073
Насибуллина А.Р. 1185
Насонов Ф.А. 68, 1028, 1303, 1338
Настас К.Г. 82
Наумов А.В. 775
Наумов И.М. 958
Наумова А.А. 319
Наумченко В.П. 230
Нафиков И.М. 99
Нахшунова С.И. 626
Начаркина А.В. 1019
Начевский И.В. 210, 772
Нгуен Дык Тхань 551
Нгуен Тхань Бинь 551
Нгуен Тай Ван 505
Нгуен Тхи Фыонг Ан 1141
Нгуен Хунг Ле 842
Неверов А.С. 125
Нейперт Т.А. 626
Некрасов Г.А. 1418
Некрасова Ю.Ю. 495
Ненахов Е.В. 843
Ненашев Д.А. 163
Неретин Е.С. 723, 724, 725, 728, 729, 736, 737
Неруцкая А.В. 959, 968
Неруш М.Н. 22
Нерущенко Е.Е. 320
Нестеренко А.А. 22
Нестеренко В.Г. 154, 179
Нестеров С.В. 1503, 1505
Нестерова О.Р. 1348
Нетребская О.Н. 1261, 1291
Неудакин А.А. 552
Нефедов Е.А. 551
Нехаев А.А. 732
Нечаев Р.А. 100
Нечаева А.М. 101
Нзерибе С.С. 1418
Ни Д.А. 1142
Нигматуллин А.Т. 1183
Нигматуллин Р.Р. 421
Ниемисто В.А. 370
Низамиев Р.Р. 1021
Никитин А.Д. 1061, 1063
Никитин В.С. 1022
Никитин П.В. 130
Никитин С.О. 14
Никитина Е.В. 326, 919, 931
Никитченко Ю.А. 11, 801
Никифоров А.В. 627
Никифоров П.В. 696
Никифорова А.Д. 164
Никишов С.А. 893
Никишова Т.А. 1234
Николаев А.Л. 894
Николаев И.А. 44, 165
Николаев М.С. 1300
Николаев С.В. 826
Николаева А.А. 15
Николенко Т.Ю. 1134
Николичев И.А. 208, 594, 628, 640, 761, 772, 1468
Николова П.О. 960
Никулин А.В. 141, 166, 188
Никулин И.И. 102
Нифтулина А.В. 1349
Новиков А.Ю. 377, 422
Новиков Б.Б. 445
Новиков Д.К. 188
Новиков Л.В. 423
Новиков П.В. 479
Новиков Р.А. 423
Новикова Д.А. 1074, 1089
Новикова Е.Ю. 698
Новикова П.И. 425
Новикова Ю.Д. 171
Новицкая Д.В. 733

Новоселов И.В. 1350
Новосельцев А.В. 1351
Новосельцев М.Л. 1282
Ногуманов Р.И. 895
Нода И.Д. 252, 426
Носков А.И. 857, 864
Носкова К.Р. 167
Носов Р.А. 16
Нужденко Н.С. 427
Ньеин Лвин 628
Ньи Ань Нгуен 551

О

Облогина К.В. 1235
Объедков И.В. 278
Овсянников А.С. 428
Овсянникова О.А. 428
Овчаренко В.Н. 13
Овчарова П.А. 942
Овчинников А.В. 928
Овчинников И.С. 1351
Овчинникова А.В. 1143
Оганян Э.А. 322
Огольцова Н.Д. 1352
Огородников С.С. 1449
Оделевский В.К. 666
Одинцов В.И. 1237
Оконечников А.С. 1091
Олейников И.А. 772
Олифиренко С.М. 1391
Ольховская В.С. 1238
Орехов А.А. 896
Орлов А.А. 943, 961, 972
Орлов А.Д. 1023
Орлов В.П. 564
Орлова Е.Е. 698
Орлова М.С. 789, 897, 904
Орлова Ю. 1075
Орынбаева А.М. 1496
Орынбасар Б.Г. 1486
Осин А.А. 813
Осипов А.А. 552
Осипов В.Ю. 54
Осипова В.А. 249, 770
Оскирко Л.А. 83
Остриков П.П. 734
Острикова А.А. 699
Охотников Д.А. 274, 380

П

Павленко Е.Д. 735
Павленко И.И. 231
Павлов В.Ю 370
Павлов Д.А. 814
Павлов К.А. 168, 1023
Павлов О.В. 429
Павлов П.В. 22
Павлов Ю.С. 962
Павловичев И.А. 1353
Падалко С.Н. 331, 396
Пак В.В. 347
Паламарь А.И. 1239
Паламарь И.Н. 812, 882, 1239
Палтиевич А.Р. 941
Панасенко М.И. 1488
Панишева А.К. 1144
Панкина Е.А. 1273, 1283
Панов В.А. 1284
Панов С.А. 16
Пантелеев А.В. 762, 766, 767, 774, 778
Панченко М.И. 55
Панчук Д.С. 430
Панышева Е.С. 431
Парабек Е.И. 1354, 1373
Парамонов П.О. 1240
Парафесь С.Г. 612
Парусимов М.А. 56
Парфенов П.А. 815
Пархаев В.А. 266
Паршиков А.К. 1256
Пасичная М.М. 111
Пасюта С.М. 553
Патрушев А.Ю. 963, 988
Пачина А.В. 898, 917
Пашков И.В. 169
Пашков И.Н. 942, 984, 987
Пашкова Д.В. 700
Пашковская Е.А. 432
Певалкин А.В. 433
Пензин В.С. 664
Пеньков А.А. 1076
Перевозник И.Б. 1186
Перепелкин Д.А. 103
Перера К. 277
Перимбаева Е.С. 1285
Пермякова Д.В. 963
Першиков Д.О. 232
Пестов Н.С. 816
Петелин Д.А. 708
Петелин Н.А. 323
Петлинская Т.В. 1145
Петров А.С. 57
Петров И.А. 104, 170, 970, 977
Петров И.Ю. 701
Петров Л.С. 899
Петров Н.М. 900
Петров Р.А. 434, 1024
Петрова А.О. 1146
Петрова В.С. 1187
Петрова Д.В. 1355
Петрова Е.А. 1241
Петрова К.С. 170
Петросян В.А. 1356
Петухов В.Г. 764
Петухов М.А. 1077
Петухова О.В. 972
Петухова О.С. 868, 901, 959
Петюкевич Т.В. 1419
Петянина О.Е. 1349
Печаткин А.В. 307, 574, 796
Печенина Е.С. 435
Печенюк В.С. 57
Печников А.А. 701
Пиванов П.В. 902
Пидько В.С. 1147
Пилипенко А.А. 965
Пирматова С.В. 1357
Пичужкин П.В. 95, 581, 583, 585, 588, 589, 594, 596, 599, 602, 604, 605, 606, 608, 609, 611, 619, 622, 623, 626, 630, 632, 636, 640, 644, 646, 648, 649, 659, 661, 664, 666, 715
Платонов Д.А. 934
Плешаков А.И. 1318
Плотников П.А. 628
Плотникова Н.О. 817
Повалихин А.И. 97
Повалихина А.Д. 435
Поветкин И.С. 171
Подгузов В.А. 488, 505
Подгузова М.А. 505

Подзорова Л.И. 1069
Подлесная В.Р. 436
Пожидаев А.А. 44, 150
Пожидаев Е.П. 1011, 1040
Пожидаева Е.И. 1349
Пожога. О.З., 943
Поздеев И.А. 58
Поздняков Д.С. 437
Покрепин Б.В. 629
Поливаха М.А. 1358
Полидорская М.Ю. 1148
Полицын С.А. 417
Полицына Е.В. 339, 356, 413, 439, 440, 452
Полищук Н.В. 1258, 1262
Половинкин В.В. 547, 554, 556
Полонцов С.М. 172
Полтавский И.П. 1452
Полубкова Н.С. 1152, 1420
Полюхович М.А. 503, 507
Полякова П.В. 1078
Поляничко К.С. 752
Поморцева А.Е. 59
Поникаров А.В. 906
Пономарев Р.Л. 305, 818
Пономарева А.Л. 966
Поперечный С.С. 903
Попков А.И. 744
Попов А.С. 439
Попов В.В. 1023
Попов Г.М. 176, 189
Попов Д.А. 702
Попов И.А. 207, 403
Попов Н.Э. 80, 84
Попов С.А. 16, 17, 18
Попов Ю.И. 57
Попова Ю.А. 700
Попырина Т.Н. 1005, 1015, 1024
Поречный А.С. 440
Поршнев С.П. 904
Последова А.Д. 1421
Потанин В.А. 173
Потапов А.А. 1080
Потапов В.А. 441
Похваленская А.М. 773
Почестнев А.А. 1256, 1300
Предвечнов Д.С. 84
Предеин К.В. 442
Преснова В.Н. 1359
Приймаченко Н.С. 60
Присташ Э.С. 1285
Притулкин А.А. 508
Приходько Д.И. 279
Приходько С.Б. 1080
Прозоров Д.Е. 1099, 1140
Прокопенко Д.А. 1181, 1184
Прокофьев Д.А. 1436, 1437, 1444, 1450, 1458
Прокофьев М.А. 854
Пронин А.В. 819
Пронькин А.Н. 213, 224, 229
Пронькина А.Е. 233
Просвирина Н.В. 1211, 1250
Просвирнин Д.В. 939
Протасов В.И. 317
Протасова А.К. 1242
Протопопов И.О. 98
Прохоров Д.Л. 105
Прохорчук К.В. 1081
Прудников В.А. 473, 810
Прянишникова М.Д. 703
Пская Е.К. 924
Птицын И.С. 135
Пудеев А.И. 174
Пунтус А.А. 787
Пуреших С.Д. 1150
Пурин В.А. 1360
Путятина Л.М. 1108, 1132, 1157
Пухнаревич П.А. 704
Пучков А.А. 1151
Пушкарев М.Д. 1454
Пушкарева А.Р. 324
Пушкарева М.Б. 1433, 1440, 1443, 1452, 1455, 1456, 1458, 1460, 1462
Пырков Д.А. 1025
Пьянов З.М. 1455
Пятов Н.А. 264

Р

Рабинский Л.Н. 896, 1092
Равикович Ю.А. 182
Радин Д.В. 174
Радченко Э.Р. 395, 1361
Радюшкина А.А. 1243
Раева В.В. 1152
Разумова Д.А. 789, 897, 904
Ракитина М.В. 443
Ракитянский В.М. 774
Ратькина Д.С. 175
Раупов Р.Р. 555
Рахманов И.Д. 1422
Рахманов М.Л. 87
Рахметов И.А. 307, 574
Рахмилевич Е.Г. 869, 881
Рачков И.В. 380
Ращупкина А.В. 176
Ревизников Д.Л. 781, 821, 822, 823, 831
Редько М.Ю. 389, 444
Резвая С.О. 1362
Резвых А.В. 1016
Резник С.В. 1034
Резникова Л.В. 1379
Ременникова И.А. 1387
Ремизов И.А. 148
Ремчуков С.С. 905
Ресулкулыева Г. 60
Решетняк Е.В. 1082
Ризоев Б.М. 444
Рипецкий А.В. 856
Робышев А.С. 630
Рогов Н.В. 783
Рогожин Д.А. 1455
Родионов В.С. 446
Родников А.В. 835, 840
Родченко В.В. 627, 669
Рожков Д.М. 61
Рожнов В.Ф. 686, 778
Розанцев К.О. 17
Розуменко И.Д. 967
Романадзе Е.Л. 820

Романенков А.М. 350, 362, 399, 434, 435, 444, 478, 786
Романов А.О. 445
Романова А.А. 177
Романова А.М. 906
Романова А.С. 18
Романова Е.С. 1423
Ромашко Р.В. 178
Ромашова М.О. 209
Рослова А.А. 908
Ростилов Т.А. 1026
Ростомян А.А. 631, 633, 649
Рощин А.Б. 283, 529
Рубан А.А. 446
Рубанова А.И. 1456
Рубцов Е.А. 237, 525, 529, 536, 539, 540, 548
Руденко Е.В. 563
Рудько И.Д. 447
Русаков В.В. 448
Русакова А.Ю. 1244
Рыбаков В.А. 844
Рыбакова Л.В. 1397
Рыбалко А.А. 800
Рыбников С.И. 212, 235
Рыдель А.С. 705
Рыжков А.И. 1318
Рыжков В.В. 108, 792, 920
Рыжкова О.Н. 1424
Рыжова Е.С. 63, 1470
Рыкалин А.В. 662, 669
Рылева Е.С. 63
Рысистов А.В. 234, 289, 334
Рябкова Г.В. 1342
Рябчиков А.А. 179
Рязанов А.Е. 19
Рязанцев А.Ю. 598, 615
Ряховский А.П. 932

С

Сабирзянов Р.Р. 1027
Савельев А.С. 736
Савельев В.В. 845
Савельев С.А. 64
Савельева В.С. 846
Савостин Д.С. 968
Савцов Е.С. 1286
Савченко А.Ю. 747
Садеков Э.Р. 576
Садковская Н.Е. 89, 681, 735, 751, 901, 1287
Садыков З.З. 509, 521
Саенко А.А. 969
Сазонов А.А. 1114, 1463
Сазонов О.И. 511
Сазонова Д.А. 632
Саинский А.Г. 909
Саитова Р.Р. 1083
Сайкин М.С. 517
Саламатин В.С. 1028
Саламатов Н.С. 1458
Салдиева В.В. 1153
Салиенко Н.В. 1014
Салимгареева В.Р. 706
Салихов А.Р. 280
Салихов О.Р. 235
Салова А.К. 20
Сальман Д.А. 754
Сальман П.А. 754
Сальников В.С. 865
Самодина К.М. 449, 855
Самойлова А.С. 1085
Самсонова Т.И. 858
Санников И.О. 970
Сапегин И.М. 20
Сапронов Д.Г. 325
Сапунова Е.С. 450
Сарбаш Г.А. 1153
Саркисян И.А. 581, 632
Сатанов А.А. 1085
Саушкин Б.П. 58, 879
Сафин А.Р. 1029, 1036
Сафина Л.Р. 1087
Сафронова К.П. 695, 699, 708
Сахарин Н.А. 821
Сахаров А.И. 664
Сахбутдинова В.Р. 1018
Свирина Ю.С. 1425
Свистунова Е.С. 1287
Сводин П.А. 180
Сгибнева К.А. 1496
Сейранян А.Т. 1229, 1245
Селезнев В.М. 1364
Селиванов Д.А. 451
Селиверстов С.Д. 114
Селин А.А. 65
Сельвесюк Н.Л. 1369
Семашкин Н.М. 631, 633, 649
Семашко В.С. 909
Семенихин К.В. 758
Семёнов А.Н. 169, 861
Семенов В.В. 52, 93, 698
Семёнов Г.Е. 305, 428
Семенова Т.Б. 452
Семенуха О.В. 1030
Семина А.П. 1202, 1205, 1215, 1229, 1233, 1242, 1246, 1247
Сёмина М.В. 281
Семкин В.В. 1031
Сентюрина Ж.А. 860, 982
Сергеев М.Н. 174
Сергеев С.А. 270
Сергеева Е.С. 1365
Серебрянская Д.С. 1366
Серебрянский С.А. 15, 27, 55, 59, 60, 70, 74, 82
Серегин К.А. 634
Серов М.М. 931, 951, 960, 963, 988
Сертаков В.В. 105
Сесюкалов В.А. 635
Сивоплясова С.Ю. 1106
Сивцова Г.В. 1032
Сидоренко С.С. 554, 556
Сидоркова М.М. 947
Сидоров В.Н. 910
Сидоров Л.Г. 1400, 1404
Сидорова И.М. 741, 1173, 1271, 1279
Сидорова Ю.Ю. 1367
Сизикова А.А. 1247
Сизов Г.А. 181
Сикриер А.В. 1155
Силин Н.Д. 737
Силкин С.А. 875, 929

Силуянова М.В. 131, 190, 195
Симакова А.В. 1155
Симонов В.Л. 219
Симонов С.Д. 282
Синдаров Т.О. 1032
Синдицкая В.А. 822
Синякин В.П. 182
Сипатов А.М. 115, 126
Ситникова О.Р. 846
Скандаков А.В. 651
Скворцов В.А. 1288
Скворцов Е.Б. 32, 1176
Скворцова Е.Г. 453
Скворцова М.А. 511
Скворцова С.В. 929, 961, 968, 972
Скиданов С.Н. 29, 78
Скобелев Е.М. 709
Сковородкин Е.А. 183
Скородумов С.В. 247
Скоромнов А.А. 636
Скрипник Е.М. 710
Скуридин А.А. 775
Сладков Р.И. 283
Слепнева Д.А. 1369
Слепова А.Ш. 1499
Слепцов В.В. 569, 570
Слепцов М.А. 739
Смерчинская С.О. 830
Смирнов А.С. 911
Смирнов В.Г. 662, 685, 1442
Смирнов В.С. 664
Смирнов Г.К. 1034
Смирнов Д.В. 235
Смирнов И.А. 185, 236
Смирнов Н.А. 454
Смирнова Е.А. 868, 959, 971
Смирнова Л.Ю. 1035
Смирнова Н.А. 184
Смирнова П.Д. 1458
Смирнова Т.С. 1196, 1217
Смолин И.В. 107
Смыков А.Ф. 954, 956
Снастин М.В. 565
Снегирёв В.С. 1495
Соболь В.Р. 773
Созинов М.О. 185
Сокова Е.В. 933, 971
Соколов А.В. 966
Соколов И.А. 186
Соколов О.А. 306
Соколова А.О. 556
Сокольчук Л.Д. 283
Солдатенкова Н.А. 557
Солдаткин В.М. 318
Солдаткин В.С. 711, 909
Солдатов А.Л. 558
Соловьев Г.А. 637
Соловьев Л.С. 638
Соловьев Н.Г. 329
Соловьев Р.И. 1029, 1036
Сологуб Г.Б. 86, 810, 813, 829
Солодилов В.И. 1039
Солодова А.Д. 1441, 1459
Соляев Ю.О. 788
Соляник В.В. 187
Сорока О.М. 141, 166, 188
Сорокин С.А. 823
Сорокина Е.В. 188
Сорокина Н.П. 1425
Сосков Д.Ю. 1037
Сосов А.В. 39
Сосова Д.Д. 96
Сотникова Е.В. 674, 687, 690, 698, 1435
Сохбатова М.Э. 306
Сочнев А.В. 143
Сошников Д.В. 784
Спандияр Н.М. 1497
Спандияр С.М. 456, 1491, 1492
Спасскова С.А. 1370
Сперанский К.А. 972
Спорова Е.В. 1285
Старостин Д.А. 85
Старчаус В.С. 456
Степаненко А.Ю. 341, 344, 388, 411, 433, 435, 475
Степин А.А. 730
Степнова О.В. 1103
Стеценко Н.С. 1088
Стоколесов М.С. 824
Столбов А.Г. 912
Столяренко Д.В. 1372
Столяров Д.В. 65
Столярчук В.А. 346, 352, 376, 378, 431, 454, 463
Стребков А.М. 1460
Стрелец Д.Ю. 1366
Стрижиус В.Е. 1024
Строгонова Л.Б. 673, 693, 718
Студников П.Е. 1288
Стулова Е.В. 1352
Субботин Н.В. 739
Суворов А.Н. 913
Суворова А.С. 1038
Судаков В.А. 763, 768, 772, 786, 805, 818, 832
Сударчикова М.А. 1074, 1089
Судукова К.А. 914
Суетина В.А. 1354, 1373
Сукманов И.В. 1038
Сулейманов А.Р. 189
Султанов А.М. 490, 498, 512
Сунгатуллина Л.М. 157
Суркова Е.В. 607, 1250, 1285
Суслин П.А. 974
Сутугин Я.А. 237
Суханова А.С. 1157
Сухинин А.М. 1157
Сухно А.А. 1284
Сучков А.М. 1426
Сысоева Д.В. 108
Сытченко А.Д. 915
Сычёв М.И. 543
Сычева М.Д. 1374

Т

Табаков Е.В. 222
Тагирова М.Р. 1039
Таджиева Э.Ш. 1375
Тажибаева А.В. 66
Талалаева П.И. 20
Талипов В.А. 577
Тамбовский И.В. 933, 971
Танвель А.М. 559
Танков Е.Д. 928
Тант Аунг Мью 639

Тараненко А.В. 1413, 1418, 1420, 1424, 1425
Тараненко Е.И. 1376
Таранов А.А. 775
Тарасенко А.С. 916
Тарасов А.Н. 776
Тарасова В.Н. 1203
Тарасова Г.Н. 1277
Тарасова Н.В. 1153, 1168
Таршина В.А. 457
Татарский Б.Г. 554, 1485
Татьянин А.В. 1103
Телегин Д.С. 1189
Телегин С.В. 999
Тележенко М.А. 285
Темнов А.Н. 850
Темченко В.С. 542, 545
Терентьев М.Н. 250, 436, 437
Терехин Н.А. 285
Терещенко К.В. 513
Тетёркин Н.А. 1159
Тимофеев А.К. 286
Тимофеев М.В. 121
Тимофеева А.А. 86
Тимушев С.Ф. 127, 803
Тин Мьо Наинг 640
Типалин С.А. 1061
Тисарев А.Ю. 191
Титаренко В.И. 398, 423, 465
Титов Д.А. 755
Тихомиров И.А. 1427
Тихомиров Н.В. 1504
Тихонов А.И. 1100, 1231
Тихонов В.Н. 10
Тихоновец А.В. 5, 1481
Тишин Н.А. 287
Ткачев А.В. 640
Ткаченко Т.П. 1011, 1040
Тодоров Е.И. 1041
Тодоров Е.С. 76, 1205
Токарева Е.М. 1275, 1293, 1299
Токмакова Е.Н. 886
Токмакова Т.В. 886
Толкачев М.А. 67
Толкачева И.О. 326
Толстихин Д.С. 898, 917
Толстопятов М.И. 196
Томилин М.М. 492, 493
Торпачев А.В. 31, 582, 632, 658, 662, 701, 717, 1286
Торчик М.В. 1090
Торшина Д.Д. 749, 1290
Тощаков А.М. 186
Тоюшева Д.Д. 975
Трайнева Е.О. 427
Трахман Р.А. 1377
Трембач Т.Г. 1341, 1361, 1385
Трепаков Т.И. 458
Третьякова А.Ю. 666
Третьякова О.Н. 869, 909
Трещев А.А. 1068
Трифонов Р.Д. 61
Тропынин Н.В. 917
Трофимов А.А. 57
Трофимова А.С. 1190
Трохимчук Е.В. 460
Трубенко С.Е. 1505
Трубников П.М. 919
Трубченинова А.А. 1378
Тудупова Д.Б. 711
Туева Е.А. 641
Тузиков С.А. 643
Туркина И.И. 643
Тутукин Д.Г. 340
Тытаев Э.М. 68
Тюменцев Ю.В. 228
Тютькин Е.Н. 826
Тяпкин П.С. 561

У

Уваров К.Ф. 1290
Уваров С.В. 1077
Уварова А.А. 288
Углицких В.А. 109
Удовиченко Ю.Д. 1461
Уколов А.П. 461
Уколова Л.Е. 1407, 1412
Уланов А.М. 141
Улевский С.А. 435
Ульянкин А.И. 712
Ульянова Н.В. 110
Уразбахтин В.Ф. 975
Уразбахтин Р.Р. 514, 519
Уразбахтин Ф.А. 590, 616, 641
Уразбахтина А.Ю. 975
Урахчинский И.Н. 420, 467
Урманова Л.Э. 1315, 1324, 1346, 1360, 1364
Урюпин И.В. 777
Усанин А.С. 462
Усачев Р.В. 919
Усенко Д.Е. 234, 289, 334
Устинов Д.Д. 69
Уткин В.А. 353
Уткин В.В. 561, 654
Утябаева А.Р. 1009, 1090
Ухов П.А. 285, 412, 1186, 1189
Ушаков В.А. 290
Ушаков В.В. 164, 651
Ушкар М.Н. 553

Ф

Фаворский К.Г. 215, 218
Фадеев М.М. 462
Фадеева А.А. 1428
Фаизова Р.Р. 516
Файкин Г.М. 847
Факеев Д.М. 291
Фаррахов Д.Р. 498
Фатеев И.В. 22
Фахрутдинова Г.А. 562
Федоров А.С. 10, 827
Федорова Л.В. 953
Фёдорова Н.А. 1291
Федорчук А.А. 1293
Федосеева В.П. 517
Федотикова М.В. 323
Федотов А.И. 327
Федотов А.С. 1160
Федотов А.Ю. 326
Федотова М.А. 1216, 1219, 1235, 1243, 1244, 1246, 1254
Федюнин Д.А. 586, 644, 661
Феоктистова Д.Д. 1378

Феоктистова Е.С. 1091
Феоктистова М.А. 70
Ференец А.В. 501
Фертиков А.О. 190
Фесенко И.А. 196
Фетисов А.Г. 200
Фетисов И.И. 1161
Фетисов И.Р. 714
Филатов В.К. 21
Филатов М.А. 191
Филатова Т.В. 1294
Филимонов А.Б. 268
Филин А.С. 239
Филинков А.О. 1323
Филипенко Д.С. 578
Филиппова А.С. 788, 824
Филиппова Т.С. 1191
Финогенов Н.А. 829
Фирсанов В.В. 842, 1056
Фишер М.Д. 463
Фозилов Т.Т. 977
Фокина И.И. 741
Фоменко Р.Н. 36
Фомин А.А. 291
Фомин А.К. 829
Фомин Р.Д. 465
Фомичев А.В. 277
Фомичев В.А. 261, 263, 471
Фомушкина О.В. 1384
Формалев В.Ф. 790
Фортунатова П.О. 465
Фридман В.Д. 1181
Фроленков В.Н. 518
Фролов В.В. 978
Фролова А.Б. 979
Фролова Н.А. 830
Фукс Э.К. 393, 466
Фурманова Е.И. 1162

Х

Хабулиани Т.О. 1379
Хадеев А.Н. 1380
Хайбуллин А.И. 420, 467
Хайбуллин З.И. 1005, 1024, 1042
Хаймович И.Н. 806
Хакимов Д.А. 1429
Халиулин В.И. 1043
Хамадов Р.Р. 600, 659, 666
Хамзин Р.Р. 1498
Хамзина Л.А. 1248
Хамидуллин О.Л. 1016, 1021, 1027
Ханеева Т.В. 715
Хапков О.М. 1042
Харина А.А. 1381
Харитоненков А.И. 345
Хартов С.А. 204, 210
Харченко В.К. 24
Харькина О.А. 518
Хаустов А.И. 689, 714
Хван А.В. 35, 80, 83, 84, 1009, 1090
Хобта Р.Г. 22
Ходукин Р.А. 468
Ходыкин А.В. 1295
Холкин И.Г. 1193
Холостова О.В. 846
Холуев В.Е. 742
Хоменко Р.Д. 831
Хомутская О.В. 311, 324
Хопин П.Н. 856, 889
Хорев Т.С. 92
Хорошилов А.А. 267
Хорошко А.Л. 469
Хорошко Л.Л. 480
Хохлова А.В. 563
Храмушина Д.А. 1249
Хромов И.А. 1462
Хрульков В.Н. 756
Худияров М.В. 494, 519
Худова А.А. 1043
Хусаинов Р.Р. 1395
Хуснетдинов К.Р. 1044

Ц

Царёв Р.Н. 716
Цветкова Е.М. 1194
Цивенко К.А. 71
Цивильский И.В. 789, 888, 897, 904
Цыпленков Л.С. 469
Цырков Г.А. 359, 412, 419, 453
Цыцулин В.П. 644
Цюхова П.И. 1383
Цюцюра С.Ю. 72

Ч

Чабдаров Р.А. 832
Чайка А.А. 667
Чайковский А.С. 848
Чалкин А.С. 166
Чалова В.М. 292
Чалова О.А. 1322
Чан В.К. 564
Чаплыгин А.В. 1080
Чаплыгин К.К. 980
Чаусянская А.И. 1384
Чверткин А.Г. 680, 807, 811
Чебатко М.И. 245, 288
Чекалова Е.А. 872
Чекина Е.А. 839, 841, 846
Чекмазов Н.С. 470
Чекомазов В.Г. 1385
Челпанов А.В. 261, 264, 408
Челушкин М.Н. 726, 742
Чемоданов В.Б. 314, 386, 482
Чемодин Р.Д. 192
Червяков А.А. 1008, 1038
Черемушкин Г.А. 716
Черепанов Д.А. 84, 220, 222, 232
Черкай А.Д. 720, 731, 732, 739, 742
Черкасова Н.И. 256
Черкунов М.А. 73
Черненькая С.В. 1297
Черников Д.С. 1386
Черникова Е.А. 1143, 1195
Черникова Т.А. 1387
Черницын А.Е. 1163
Чернов О.Е. 471
Чернова В.В. 293
Чернова М.О. 1297
Чернова Т.А. 351, 385, 391, 779
Черный С.П. 286, 746, 756
Чернышев А.В. 7
Чернышев А.М. 1388
Чернышев А.О. 778
Чернышев Н.В. 240

Чернышева Е.В. 1250
Чернышук А.О. 719
Черняева И.Ю. 573, 579
Черняева П.В. 1390
Черняева С.А. 1391
Чернякова М.Е. 241
Черпакова Л.А. 1329
Чесноков К.С. 1298
Четвериков В.А. 833
Чечет И.В. 50, 85
Чечуля А.С. 74
Чжо Йе Ко 1092
Чигарёв М.Р. 113, 140
Чигиринова Е.В. 1250
Чириков С.А. 102, 185
Чиркин А.В. 473
Чирков Р.С. 22
Чубарова П.С. 920
Чубенко Т.А. 157, 193
Чубченко Д.С. 668
Чугунов Д.В. 1251
Чугунов С.А. 1045
Чудин С.А. 1499
Чудинова К.В. 739
Чулин И.Н. 899
Чулков А.И. 849
Чулков М.В. 75
Чухненко С.Е. 24
Чэнь Болунь 194

Ш

Шабалин Е.А. 981
Шабанова А.В. 982
Шагиев Р.Р. 645
Шайдуллин Р.Ф. 487
Шакин А.Д. 1164
Шаламова Л.Ф. 1151
Шамсиев М.Р. 867, 983
Шандура К.А. 473
Шанкибаева Ж.Т. 1486
Шапагин А.В. 1031, 1037
Шаповалов Н.А. 242, 1484
Шаповалов Р.В. 7, 188, 650, 668, 834
Шапорин А.Д. 294
Шарапов В.С. 1463
Шарафеев И.Р. 195
Шарафутдинова Р.А. 1047
Шаргаев Е.О. 984
Шарипов Т.Р. 717
Шарипова А.И. 646
Шаров К.И. 1048
Шаронов А.В. 268
Шарунов А.В. 1092
Шаталин А.А. 1049
Шаукенова К.С. 1499
Шаулов Д.А. 253
Шашкина А.А. 1253
Шашлов Е.С. 985
Швалева А.А. 110
Швед Д.М. 690, 692, 709
Шведов А.В. 568, 573, 576, 579
Шебатина Д.Ю. 474
Шевгунов Т.Я. 523, 551
Шевелёва А.А. 718
Шевелёва А.П. 765
Шевцов А.В. 520, 1257, 1266
Шевцов В.А. 9, 534
Шевцов Д.А. 316, 518
Шевченко А.М. 1165
Шевченко И.И. 881
Шевченко И.Н. 985
Шевченко М.О. 111
Шейко А.А. 921
Шейпак О.А. 1434
Шелков К.А. 61
Шемонаева Е.С. 916
Шеремет А.А. 604, 647
Шерстнева А.А. 1050
Шестов Н.С. 196
Шестопалова О.Л. 375, 423, 1489, 1499
Шешенин С.В. 1066
Шибин В.Г. 295
Шигапов Р.Р. 197
Шигапова А.И. 157
Шилин А.Д. 475
Шилков Н.Р. 1254
Шиллер Н.П. 1071
Шилова А.А. 198
Шинкарева А.И. 1386
Шинкаренко А.А. 986
Шипилева А.Д. 1299
Шипунов В.В. 199
Широков А.А. 518
Широков А.И. 1392
Широков Н.М. 210
Широкожухова А.А. 598
Шишкин А.В. 87
Шкарупина В.В. 1506
Шкут А.Н. 1464
Шлеёнкин Л.А. 484
Шмыров И.Б. 104, 226, 243
Шоркин С.П. 564
Шпарталов К.С. 1500
Шпилевой А.Д. 719
Шубина М.А. 648
Шумахеров М.А. 649
Шумилин А.И. 631, 633, 649
Шунина Е.Я. 1465
Шуракова П.М. 924
Шутько А.П. 729
Шушакова М.М. 1393
Шушков А.С. 650

Щ

Щеглова Л.Б. 1166
Щепанова Е.С. 1395
Щербаков А.И. 25, 428
Щербаков В.С. 476
Щербакова В.С. 200
Щербачев Т.А. 565
Щур П.А. 567, 571, 572

Э

Эпельфельд А.В. 298, 309, 310, 319
Эрджанов М.С. 509, 521

Ю

Юденков В.Э. 111, 613, 617
Юдин А.В. 545
Юдин В.Н. 531
Юй Чжаокай 850
Юлдашев А.А. 478
Юматов М.Р. 1395
Юнусов Р.Ф. 1060
Юрасов Ю.С. 201
Юртаев В.А. 566
Юсифова Е.Р. 1166
Юсупов И.И. 1007, 1051
Юхневич С.С. 615

Я

Яблокова В.В. 1255

Ягодина А.А. 1168
Ягопольский А.Г. 340
Ягудин Т.Г. 868, 959
Языков М.Д. 662, 669
Якимов М.Ю. 1053, 1081
Якимович А.И. 1168
Якоб В.Ю. 987
Яковенко А.А. 1094
Яковенко Н.Г. 236
Яковлев А.А. 168, 194
Яковлев Д.С. 1437
Яковлева А.А. 778
Якунина А.Д. 1300
Якупова А.М. 779
Якурнова К.А. 202
Якутов А.А. 922
Якушов Е.А. 479
Ямалов И.И. 490, 512, 514
Ямщиков П.Б. 480
Яновский Л.С. 143
Янчак Е.Р. 1431
Яременко О.Б. 1095
Яримака В.В. 1454, 1464
Ярославский В.В. 480
Ярославцев Н.Л. 173
Ярославцева М.М. 637, 834
Яроцкий А.И. 1397
Ярошенко А.С. 963, 988
Ярцев А.В. 1459
Ясенцев Д.А. 530, 533, 546
Ясько Е.Ю. 780
Яханов А.В. 265
Яценко Е.А. 329
Яценко М.Ю. 651
Яшина М.В. 835, 848
Яшина Э.А. 1466

Сборник тезисов работ международной молодежной научной конференции XLVII Гагаринские чтения 2021

Издательство «Перо»
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 27, ком. 105
Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36
Подписано к использованию 12.05.2021.
Объем 11,7 Мбайт. Электрон. текстовые данные. Заказ 393.