

**СБОРНИК ТРУДОВ
XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ
ШКОЛЫ-СЕМИНАРА**

**«АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ
ДЕКАДА»**

2020

Алушта, 2020

УДК 629.7
ББК 39.6я43
С23

**С23 Сборник трудов XIII Всероссийской научно-технической
студенческой школы-семинара «Аэрокосмическая
декада». – М.: Издательство «Перо», 2020. – 193 с.**

ISBN 978-5-00171-431-6

Аэрокосмическая декада проводится ежегодно с 2008 года на базе ОУЦ «Алушта» МАИ. 2020 год является особенным для Московского авиационного института: университету исполнилось 90 лет со дня основания. В этом году декада проводится в 13-й раз. Программа мероприятия включает в себя научно-практическую конференцию, целью которой является обсуждение актуальных вопросов разработки авиационной и космической техники, развития новых материалов и технологий производства, проблем и перспектив аэрокосмической отрасли.

Участниками школы-семинара стали студенты из ведущих вузов страны, осуществляющих подготовку кадров для авиационной и ракетно-космической отраслей: Московского авиационного института, Нижегородского государственного технического университета им. Е. А. Алексеева, Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Воронежского государственного технического университета, Ульяновского государственного технического университета и Тульского государственного университета.

Из года в год повышается уровень представляемых научно-исследовательских работ в рамках секций конференции, что позволяет надеяться на дальнейшее развитие отечественной науки в области авиации и космонавтики.

УДК 629.7
ББК 39.6я43

ISBN 978-5-00171-431-6

© Авторы, 2020

Оглавление

Раскрываемый модуль длинномерной ферменной конструкции для моделирования в условиях гидроневесомости, <i>Арзютова Анна Александровна</i>	9
Разработка синхронизации сигнала с Equitest на миограф при оценке вертикальной устойчивости человека до и после космических полётов, <i>Баранов Максим Сергеевич</i>	11
Разработка ракеты-носителя сверхлегкого класса с универсальной метановой двигательной установкой на основе передовых технологий производства, <i>Башарина Татьяна Александровна, Носова Виктория Сергеевна, Лымыч Сергей Николаевич, Шматов Дмитрий Павлович</i>	14
Разработка корпуса дирижабля жесткой конструкции переменного объема, <i>Винникова Мария Дмитриевна</i>	18
Современные разработки в сфере лазерных средств поражения для летательных аппаратов, <i>Владимиров Илья Сергеевич</i>	21
Исследование средств подавления эффекта попадания в спутный след, <i>Воронка Татьяна Владимировна, Тяглик Михаил Сергеевич</i>	23
Механизм осаждения конденсированных частиц на стенки газогенератора, <i>Германович Елена Сергеевна</i>	26
Использование чат-бота как инструмента автоматизации процессов подбора и адаптации персонала, <i>Гладкая Ксения Викторовна</i>	27
Обучение английскому языку в МАИ с использованием платформ для удалённого обучения в период пандемии 2020 года, <i>Дебдина Елизавета Григорьевна</i>	32

Математическое моделирование процессов теплопередачи в тормозных механизмах шасси самолета при посадке, <i>Дерен Екатерина Андреевна, Коновал Дарина Викторовна</i>	38
Информационная система автоматизации учета и обслуживания оборудования, <i>Дьяконов Владислав Сергеевич</i>	43
Модуль информационной системы «реестр курсовых работ и ВКР», <i>Дьяконов Владислав Сергеевич, Щепочкин Андрей Сергеевич</i>	50
Система управления беспилотным летательным аппаратом с применением искусственного интеллекта, <i>Захаров Максим Ильич</i>	51
Разработка средства автоматизированного контроля вычислительного процесса в блоках системы управления космического аппарата, <i>Табаков Евгений Вячеславович, Зинина Анна Ивановна</i>	54
Структура и свойства слоистых алюмостеклопластиков, <i>Калаев Даниил Романович</i>	58
Экологичные, умные электронные средства для идентификации личности при проведении мероприятий, <i>Карпунова Анастасия Сергеевна, Баранов Владислав Юрьевич</i>	62
Разработка программы для расчета параметров внутренней баллистики грунтового реактивного аппарата, <i>Каскинбаев Азамат Фаизович, Балычев Александр Юрьевич, Никифоров Артем Валерьевич</i>	65
Анализ способов управления высотой полета мультироторной платформы с гибридной силовой установкой, <i>Климов Илья Сергеевич, Гаврилин Кирилл Борисович, Шайкин Родион Олегович</i>	69

Моделирование распределения газодинамических параметров в ракетном двигателе значительного удлинения, <i>Колотов Евгений Сергеевич</i>	72
Профессиональная ориентация в среде отраслевых предприятий студентов, <i>Кондратьева Галина Игоревна</i>	73
Разработка и исследование конструкции сотовых трехслойных панелей и оболочек с избыточным внутренним давлением газа, <i>Коновал Дарина Викторовна, Дерен Екатерина Андреевна</i>	76
Использование геосинхронной петли трассы орбиты «Молния» для экомониторинга Байкала, <i>Константинова Анастасия Павловна</i>	81
Разработка и исследование бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) с принудительным конвективным охлаждением, <i>Корнеев Илья Викторович, Гончаров Юрий Александрович, Усков Евгений Олегович, Акилин Владимир Иванович</i>	85
Разработка модели сетевого взаимодействия радиолокационных средств для непрерывного мониторинга на носителях воздушного базирования, <i>Кулыгин Сергей Владимирович, Кочкаров Азрет Ахматович</i>	87
Система входной информации управления городского БЛА, <i>Ладыкин Николай Владимирович</i>	92
Применение интегрированных информационных систем при решении задач моделирования робототехнических систем вооружения, <i>Латышева Евгения Андреевна</i>	95
Исследование внутрибаллистического рабочего процесса в энергетическом приводе, <i>Ласкин Владислав Александрович</i>	96

Проектирование летающей лаборатории на основе сверхлегкого летательного аппарата с воздушно-реактивным двигателем, <i>Лебитков Владимир Константинович, Юденков Вениамин Эдуардович, Балакишина Дарья Вячеславовна, Мальцева Оксана Александровна, Савельев Виталий Андреевич</i>	100
Применение малогабаритного лазерного сканера в беспилотном летательном аппарате Anser-2, <i>Логазяк Мария Юрьевна</i>	104
Информационная система, оптимизирующая процесс проектирования тары для перевозок узлов и панелей авиационных изделий, <i>Лосев Евгений Олегович</i>	108
Проблемы развития искусственного интеллекта в России, <i>Малых Елизавета Андреевна</i>	110
Изучение радио прозрачности атмосферы, <i>Марков Роман Валентинович</i>	113
Выбор настроек FDM-печати деталей для летательных аппаратов, <i>Никулин Иван Игоревич</i>	117
Летательный аппарат с замкнутым крылом, <i>Падалка Максим Александрович, Кохтырев Александр Сергеевич, Кузьмин Григорий Николаевич, Соколов Евгений Иванович</i>	120
Перспективы использования систем преобразования тепловой энергии в электрическую в сложных климатических условиях для обслуживания летательных аппаратов различных видов, <i>Птахин Антон Александрович</i>	125
Модернизация космического корабля Союз ТМА-М энергетической установкой на основе элементов Пельтье, <i>Рокотянский Артём Антонович</i>	129
Проверка работоспособности воздушно-алюминиевого химического источника тока для беспилотного летательного	

аппарата при эксплуатации в полевых условиях, <i>Рыжова Елизавета Сергеевна</i>	134
Применение жидкостного охлаждения приемо-передающих модулей с использованием испарительной системы в плоских тепловых трубках, <i>Рысева Анастасия Сергеевна</i>	139
Мышление и поведение с ориентацией на производительность, <i>Сингур Константин Андреевич, Денискина Антонина Робертовна, Поцебнева Ирина Валерьевна</i>	143
Система контроля запуска и полета двухступенчатой ракеты- модели на твердотопливном ракетном двигателе, <i>Смирнов Иван Александрович</i>	145
Негативные резисты на основе атактического полистирола в производстве наноразмерных структур электронно-лучевой литографией, <i>Старостина Екатерина Анатольевна</i>	150
Технология монтажа стапельной оснастки с использованием универсальных лазерных средств и робототехнического комплекса, <i>Татаркин Кирилл Александрович</i>	155
Постановка научной проблемы и методика ее решения, <i>Тверкаева Алина Энверовна</i>	158
Роль профессии переводчика в современном мире: к проблеме подготовки кадров для аэрокосмической отрасли, <i>Хабулиани Таисия Олеговна</i>	163
Современные средства достижения господства в воздухе в вооруженных конфликтах XXI века, <i>Шипицин Леонид Алексеевич</i>	169
Долгосрочные водородно-воздушные накопители энергии, <i>Шматов Дмитрий Павлович, Башарина Татьяна Александровна, Кружаев Константин Владимирович, Афанасьев Александр Александрович</i>	174

Выбор аэродинамической схемы для сверхмалого беспилотного летательного аппарата с воздушно-реактивным двигателем, Юденков Вениамин Эдуардович, Лебитков Владимир Константинович, Балакина Дарья Вячеславовна, Мальцева Оксана Александровна, Савельев Виталий Андреевич.....	179
Применение вспененного угленаполненного композита на основе sap в производстве беспилонных летательных аппаратов методом аддитивных технологий, Юденков Вениамин Эдуардович, Лебитков Владимир Константинович, Балакина Дарья Вячеславовна, Мальцева Оксана Александровна, Савельев Виталий Андреевич.....	183
Моделирование процесса пропитки заготовки из композиционного материала методом вакуумной инфузии, Яковлева Оксана Юрьевна.....	188

**Раскрываемый модуль длинномерной ферменной
конструкции для моделирования в условиях
гидроневесомости**

Арзютова Анна Александровна

МАИ, Москва

anyutkaarzyutova81@gmail.com

Конструкция раскрываемого модуля представляет собой многосекционную плоскую конструкцию. Каждая секция состоит из раздвижных трубчатых элементов, внутри которых расположены механизмы раскрытия. Разрабатываемая модель предназначена для моделирования процессов движения и деформации ферменных конструкций в условиях гидроневесомости. Модуль может являться основой для создания пространственных длинномерных строительных конструкций в условиях открытого космоса. Конструкция выполнена таким образом, что при погружении в воду она приобретает нейтральную плавучесть. Процесс раскрытия происходит автоматически после разблокировки удерживающего механизма. Складывание производится как в ручном режиме, так и с использованием герметизированного электропривода. На внешней поверхности конструкции предусмотрены узлы крепления для регистрирующей аппаратуры и контрольных датчиков. В процессе исследования динамики раскрытия, модуль устанавливается на жесткой поверхности гидробассейна на стационарном креплении.

Проблема проведения исследований в условиях гидроневесомости связана, прежде всего с физическими свойствами самой внешней среды (воды). Отрицательное воздействие на точность и

достоверность эксперимента связано с высокой вязкостью воды, а также возникновением сил инерционной природы - присоединенных масс.

Модуль позволяет компенсировать воздействие гидросреды при исследовании динамических явлений, в частности, в процессе раскрытия конструкции, а также при исследовании процессов деформации, связанные с кручением и изгибом.

Данная работа является развитием, уже проведенных ранее исследований по изучению динамики поведения ферменных конструкций в условиях невесомости. Однако данная работа ставила своей целью - разработать плоский модуль, позволяющий проводить исследования с конструкциями большого удлинения с соотношением сторон более 1:20, а также проводить более детальные исследования, связанные с динамическими процессами движения в условиях невесомости (колебания, вибрация, кручение и т.д.).

Основными задачами проведенной работы являются: разработка проектно-конструкторской документации на масштабную модель раскрываемого модуля; изготовление опытного образца раскрываемого модуля; проведение натурных испытаний в условиях гидробассейна (любой плавательный бассейн, гидробассейн на базе Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина.)

Актуальность данной работы на сегодняшний момент связана с многочисленными программами по освоению околоземного пространства и ближайшего спутника Луны. В частности, с необходимостью создания долговременных конструкций, обеспечивающих надежную эксплуатацию пилотируемых и беспилотных КА, таких как, прием и

передача энергии, ферменные конструкции для размещения исследовательской аппаратуры, монтажные и причальные мачты и т.д.

Список использованных источников

1. Мышкис А. Д. (ред.) Гидромеханика невесомости. М.: Наука, 1976. – 504 с.
2. Патрушев В. А. Компенсация влияния жидкости при моделировании условий невесомости в гидросреде. Отчет МАИ, Москва 1983.
3. Г. Шлифтинг Теория пограничного слоя. М.: Изд-во иностр. лит., 1956 – 528 с.

Разработка синхронизации сигнала с Equitest на миограф при оценке вертикальной устойчивости человека до и после космических полётов

Баранов Максим Сергеевич

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Строгонова Л.Б.
МАИ, Москва
maxibar@list.ru

Мониторинг сенсомоторной адаптации к гравитации Земли необходим для того, чтобы определить, когда члены экипажа могут безопасно вернуться к своей повседневной жизни, такой как управление пилотируемым объектом и физические упражнения. Компьютерная динамическая стабилометрия (КДС) была реализована для поддержки этой оценки в качестве медицинского требования до и после полета для всех членов экипажей Международной космической станции (МКС).

Актуальность работы заключается в том, что, в то время как члены экипажа субъективно оцениваются физиологами с использованием стандартных

неврологических оценок, компьютерная динамическая стабилметрия предоставляет объективные средства оценки сенсомоторной функции, которая может быть систематически реализована для отдельных лиц.

Для реализации поддержки стабильности тела в условиях гравитационной нагрузки с помощью систем управления вертикальной позой человека, ЦНС использует сигналы зрительной, вестибулярной и проприоцептивной систем для того, чтобы осуществить наиболее надежный и эффективный алгоритм для установки тела в требуемое равновесное положение. Помимо этого, ключевую роль в эффективности поддержания вертикальной позы занимает состояние эффекторных органов, задача которых исполнять центральные программы и обеспечивать устойчивость тела. Минимизация или резкий спад гравитационной нагрузки существенно изменяет функционирование практически всех перечисленных выше систем.

Учитывая изменение силы тяжести, нарушается согласованное взаимодействие сенсорных систем, отвечающих за принцип работы двигательного управления, значительные сдвиги возникают в состоянии исполнительного мышечного аппарата. Обращая внимание на результаты предыдущих экспериментов и медико-биологических исследований, нарушение вертикальной устойчивости человека является постоянным спутником космических полётов.

Целью наземных модельных экспериментов является определение ключевой функции центральных и периферических механизмов и, в частности, определение удельного вклада изменений различных сенсорных и моторных механизмов в реорганизацию контроля вертикальной позы после длительных гипогравитационных воздействий.

Основные задачи данного КЭ составляют:

- Изучение изменений электромиографических и стабильнографических параметров позы реакций в пробах с возмущениями, а также в условиях изменения зрительного обеспечения позы после длительных полётов;
- Разработка синхронизации сигнала Equitest на Optotrack для более удобного проведения эксперимента оператором.

Список использованных источников

1. Angelaki DE, McHenry MQ, Dickman JD, Newlands SD, Hess BJ . Computation of inertial motion: neural strategies to resolve ambiguous otolith information . J Neurosci. 1999 ; 19 (1): 316 – 327 .
2. Antonutto G, Capelli C, Girardis M, Zamparo P, di Prampero PE . Effects of microgravity on maximal power of lower limbs during very short efforts in humans . J Appl Physiol (1985). 1999 ; 86 (1): 85 – 92 .
3. Медико-биологическое обеспечение экспедиций / Григорьев А.И., Козловская И.Б., Егоров А.Д. и др. Пилотируемая экспедиция на Марс. / Гл. ред. А.С. Коротеев. – М.: Российская академия космонавтикиим. К.Э. Циолковского, 2006. – 320 с.
4. Влияние гравитационной разгрузки на тонус мышц спины / Томиловская Е.С., Козловская И.Б., Кукоба Т.Б., Рукавишников И.В., Амирова Л.Е. Журнал «Физиология человека». Издательство: Российская академия наук., 64-73 с.

**Разработка ракеты-носителя сверхлегкого класса с
универсальной метановой двигательной установкой
на основе передовых технологий производства**

Башарина Татьяна Александровна

Носова Виктория Сергеевна

Лымич Сергей Николаевич

Шматов Дмитрий Павлович

ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж

rd-vgtu@mail.ru

Ключевые слова: частная космонавтика, сверхлегкая ракета-носитель, жидкостный ракетный двигатель, метановый ракетный двигатель, двигательная установка, аддитивные технологии.

Освоение космического пространства с каждым годом охватывает все большее количество участников. Рынок пусковых услуг зависит от двух основных факторов: спроса на пуски создаваемых космических аппаратов и возможностей космических ракетных комплексов, определяемых парком средств выведения и пропускной способностью наземных средств обеспечения запусков. По состоянию на 2019 год из всего объема продаж, на долю РФ приходится всего 18% от общего объема рынка. Сохранению позиций страны должно способствовать наличие семейства ракет-носителей, ориентированных на обслуживание достаточно широкого диапазона масс и целевых орбит космических аппаратов, снижение себестоимости пусковых услуг за счет использования более дешевых комплектующих и технологий, а также снижения себестоимости как космических аппаратов, так и запусков. Исходя из обозначенной актуальной проблемы космонавтики, в последнее время

определился новый мировой тренд в ракетостроении – ракеты-носители легкого и сверхлегкого класса, которые станут новым типом летательных аппаратов на мировом рынке пусковых услуг и обеспечат доступную и оперативную доставку полезной нагрузки на целевые орбиты в интересах силовых структур и коммерческих организаций. Сегмент рынка продолжает формироваться, основной задачей российской космической промышленности является своевременное освоение сформировавшегося спроса на данный тип услуг и сохранение стратегической инициативы.

В ходе реализации проекта было разработано две концепции ракеты-носителя с универсальной двигательной установкой на основе метановых жидкостных ракетных двигателей малой тяги «Candle» (Compact Additive Novelty Durable Liquid Engine) (рисунок 1).

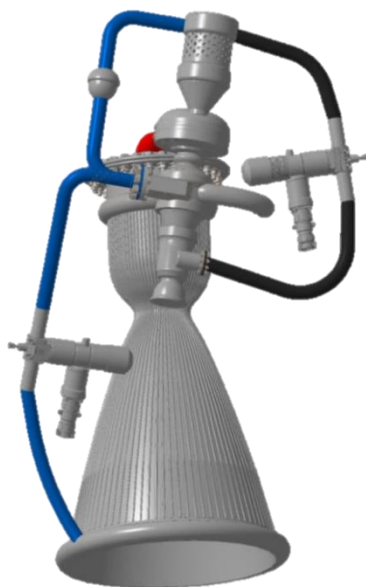


Рис.1 – 3D-модель двигательной установки на основе метановых жидкостных ракетных двигателей малой тяги «Candle»

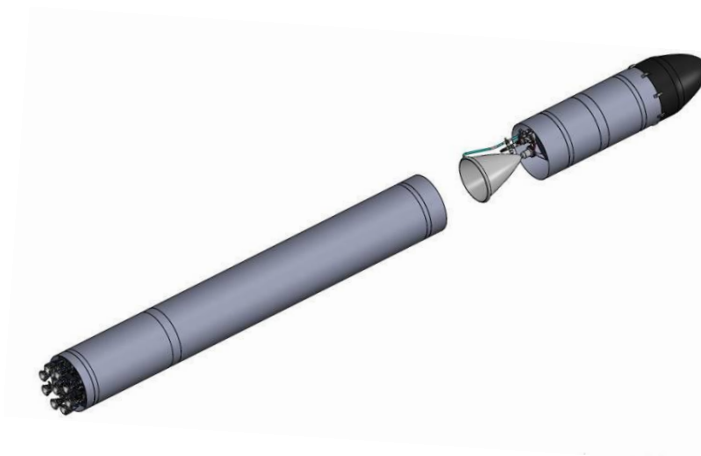
Тяга двигателя составляет 2,22 тс (высотный вариант 2,6 тс), давление в камере сгорания 110 атм, компоненты топлива – метан и кислород, пневмогидравлическая схема выполнена без дожигания генераторного газа после турбины. Разработанный жидкостный ракетный двигатель малой тяги оснащен нетрадиционной регенеративной системой охлаждения, интенсифицирующей процесс теплообмена между теплоносителем, в качестве которого выступает один из компонентов топлива, и расположенной между внутренней и внешней стенкой камеры сгорания пористой вставкой, что улучшает охлаждающие способности системы и позволяет увеличить ресурс работы двигателя и сделать его многоразового использования [1].

Для отработки технологии изготовления пористых структур в составе изделий со сложной геометрией был изготовлен выставочный и экспериментальный образцы жидкостного ракетного двигателя малой тяги с развитой пористой структурой в канале охлаждения камеры (рисунок 2).

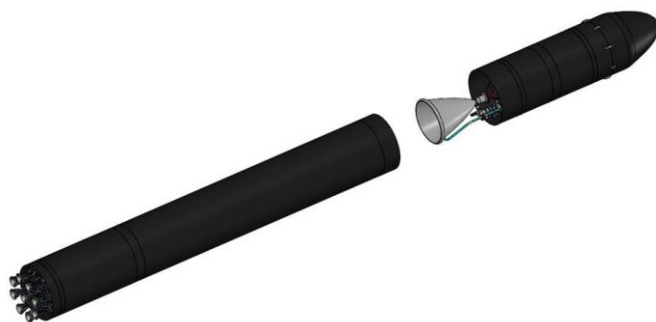
Первой разработанной концепцией средства выведения является сверхлегкая ракета-носитель «BERIK-2020», в перспективе осуществляющей доставку полезной нагрузки массой до 250 кг на орбиту с высотой до 500 км. Длина ракеты 13,81 м, диаметр 1,2 м, стартовая масса 13,03 т, сухая масса 1,15 т.

Последующей модификацией представленной ракеты-носителя станет ракета «BERIK-2030», изготовленная полностью из композита и имеющая спасаемую первую ступень. Длина ракеты-носителя составит 13,62 м, диаметр 1,2 м, стартовая масса 12,71 т,

сухая – 1,07 т. На рисунке 2 а, б представлены 3D-модели разработанных ракет-носителей.



а)



б)

Рис.2 – Ракеты-носители сверхлегкого класса: а) BERIK-2020, б) BERIK-2030

Выполнение работ по производству ракет-носителей сверхлегкого класса на базе жидкостных ракетных двигателей малой тяги будет сосредоточено на 85% с использованием научно-технического потенциала предприятий Воронежской области в

рамках кооперации с рядом высокотехнологичных предприятий.

Список использованных источников:

1. Башарина Т.А., Левин В.С., Меньших В.В., Ильина А.К., Носова В.С., Шматов Д.П. Разработка жидкостного ракетного двигателя малой тяги для ракет сверхлегкого класса // Авиакосмические технологии – 2018. – С.345-350.

**Разработка корпуса дирижабля жесткой
конструкции переменного объема**

Винникова Мария Дмитриевна

МАИ, Москва

vinnikova.marya@gmail.com

Ключевые слова: аэростат, дирижабль, моделирование, проектирование, Арктика, ресурсы, исследование

Интерес к природным ресурсам Арктики, особенно проявляющийся с середины XX века, вполне обоснован: в этой зоне сосредоточены большие запасы нефти, природного газа, никеля, урана, меди и других полезных ископаемых. Добыча ресурсов и проведение работ на месторождениях осложняется из-за географических особенностей региона, несоответствия транспорта поставленным требованиям, отсутствия стабильной связи.

В условиях слабо развитой дорожной сети, местности не покрываемой спутниковой связью, труднопроходимых массивов исследователи, геологи, и рабочие на месторождениях природных запасов не могут выполнять самостоятельные задачи, находясь

далеко пунктов управления без организации временной, но устойчивой связи. Так как другие виды обеспечения связью недоступны или малоэффективны, в Арктике могут применяться дирижабли-ретрансляторы. Дирижабль «Полярный гусь», поднявшийся в небо в 2006 году на высоту 8180 метров и поставивший новый мировой рекорд, который не могли побить на протяжении 90 лет, может послужить для таких целей.

Также дирижабли обладают несомненными преимуществами для эксплуатации в условиях Крайнего Севера: большой грузоподъемностью, умеренным расходом топлива в полете, «неприхотливостью» взлетно-посадочных площадок, значительной дальностью перелетов без посадок, дешевой обслуживанием, долговечностью и прочностью, возможностью адаптации конструкции под различные грузы.

Далее приводится описание корпуса дирижабля жесткой конструкции переменного объема и работы над его проектированием. Оболочка дирижабля наполняется газом легче воздуха, при этом грузоподъемность дирижабля пропорциональна внутреннему объему оболочки с учётом массы конструкции. Чем меньше плотность газа в баллонах, тем больше подъемная сила. Учитывая химические и физические свойства различных газов, предпочтительным вариантом будет являться гелий из-за его безопасности и экологичности.

В качестве основного материала используется сверхвысокомолекулярный полиэтилен. Именно этот материал выбран ввиду своих свойств, которые замечательно подходят для условий Крайнего Севера и агрессивной среды: высокая износостойкость, прочность (схожа с углеродистой сталью), небольшая плотность, почти полное отсутствие гигроскопичности,

рабочая температура от минус 150°С до плюс 80—90°С. Также этот СВМПЭ устойчив к различным кислотам и щелочам, микроорганизмам, ультрафиолетовому и гамма излучению.

Особенностью системы является возможность использования машиностроительных методов изготовления конструктивных деталей (автоматизированных технологий). Для упрощения конструкции узлового элемента при его представлении моделями модульного конструктора в двух вариациях был выбран вариант исполнения с отверстиями равного диаметра при пропорциональном изменении прочих размеров. Стержень и узловой элемент оптимизированы по массе, несущей способности и типизированы по геометрическим размерам исходных элементов (стержней, узловых элементов, соединений). Для создания модульного конструктора использовалась система автоматизированного проектирования T-FLEX CAD.

Конструкция переменного объема состоит из модулей (внешние и внутренние кольца + рейки), узловых соединений и соединений пластинок. Объем конструкции регулируется изменением положения пластинки на рейке, длина которой напрямую влияет на изменение объема дирижабля. При увеличении количества пластинок на модуле улучшается обтекаемость корпуса.

Корпус дирижабля спроектирован таким образом, что его составляющие легко поддаются описанию математическими формулами, которые помогают получить данные о примерной грузоподъемности дирижабля. Для упрощения расчета характеристик составлена универсальная математическая модель, позволяющая определить подходящие конфигурации

для создания дирижаблем определенной подъемной силы, не прибегая к методу проб и ошибок. При составлении уравнения использовались формулы из разделов физики, математического анализа.

Для удобного и быстрого метода получения характеристик дирижабля и конфигураций его элементов создана программа, позволяющая узнать информацию о составляющих конструкции и подъемной силе аппарата. Работа над программой велась в среде Visual Studio 2017 на языке C#.

Список использованных источников

1. Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Г. Суслов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2012. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5795>
2. Особенности организации связи при ведении боевых действий в горах [Электронный ресурс] А.А. Петров, А.Л. Сафронов
3. Природные ресурсы [Электронный ресурс]. — URL: [https:// ru.arctic.ru/resources](https://ru.arctic.ru/resources) (дата обращения: 29.01.2020)

Современные разработки в сфере лазерных средств поражения для летательных аппаратов

Владимиров Илья Сергеевич

НГТУ, Нижний Новгород
zlovsemirnoe@gmail.com

Современное оружие стремительно устаревает и не позволяет в полной мере раскрыть потенциал своих носителей. Используя физические принципы, которые

несколько веков назад открыло человечество, достигло предела своей эффективности.

Однако сегодня можно уверенно заявить, что оружейные системы на новых физических принципах, куда входят и лазерные системы, достигли достаточных мощностей при приемлемых размерах и энергозатратах, чтобы массово появиться на современном поле боя.

Некоторые такие системы уже состоят на вооружении ("Iron Beam" корпорации Rafael), другие проходят активную стадию испытаний (16 мая 2020 LWSD mk. 2 на борту USS Portland прошел успешные испытания).

Целью же этой работы будет максимально возможное изучение подобных разработок для современных летательных аппаратов.

В исследовании разберём основные виды современного лазерного оружия и методы их применения. Так же приведем информацию по разработкам в области волоконно-оптических лазеров, которые в перспективе должны быть в 10 раз меньше и компактнее современных твердотельных лазеров.

В связи с тем что современные лазерные системы в первую очередь разрабатываются как средство ПВО ближнего и сверхближнего радиуса действия для защиты авиагруппы от зенитных ракет и ракет В-В в исследовании будет приведено сравнение с подобными видами вооружения разрабатываемым для авиационных платформ, в частности Raytheon MSDM.

На основании проведенного исследования и доступных данных от ключевых разработчиков постараемся выделить сильные и слабые стороны лазерных систем, перспективы их применения на существующих носителях.

Список использованных источников

1. [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Лазерное оружие](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Лазерное_оружие)
2. <https://topwar.ru/173374-vvs-ssha-zakazali-razrabotku..>
3. [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Железный луч](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Железный_луч)

Исследование средств подавления эффекта попадания в спутный след

Воронка Татьяна Владимировна

Тяглик Михаил Сергеевич

МАИ, Москва

tatyana.voronka8@mail.ru, mihalych2505@yandex.ru

Ключевые слова: спутный вихревой след, посадка, трехмерный коридор, прогнозный дисплей.

Одним из серьезных факторов, определяющих летное происшествие, является попадание самолета в вихревой след от впереди летящего самолёта. Такое событие особенно опасно на этапе посадки, поскольку оно приводит к резкому изменению углового положения самолёта, а также высоты. И при дефиците времени парирование этих возмущений может привести к человеческим жертвам или к повреждениям авиационной техники. В наибольшей степени таким происшествиям подвержены самолёты малой размерности, попадающие в вихревой след, возникающий от тяжелых пассажирских самолетов.

В настоящей работе исследуется возможность подавления эффекта попадания путем использования прогнозного дисплея, на экране которого отображается заданная глиссада с участком схода вплоть до момента касания в виде трехмерного коридора с прогнозным

окном, прогнозный угол визирования и дополнительная метка, отображающая проекцию вектора скорости. С целью парирования воздействия летчик управляет углом тангажа с помощью ручки управления самолётом или штурвалом и одновременно тягой, выдерживая заданную скорость полета и заданный угол атаки.

В работе была разработана математическая модель попадания самолёта в вихревой след. В работе также исследовался другой способ подавления эффекта - изменение программной траектории движения самолета на заключительном этапе полёта по команде наземных служб. Коррекция траектории движения заключается в том, что летчик должен увеличить скорость на 10 км/ч и угол наклона траектории на 0,5 градусов.

Эксперименты проводились на пилотажном стенде МАИ, на котором отображалась внешняя обстановка адекватная задачам посадки. На экран системы визуализации также отображался прогнозный дисплей. В экспериментах участвовали 2 оператора, имеющие опыт проведения исследований на пилотажных стендах. Всего было проведено около 200 экспериментов с различными соотношениями габаритов между самолетом, генерирующим вихрь, и летящим следом самолётом. После их проведения определялись среднеквадратичные величины как на всем участке полёта, так и при прохождении допустимого окна над ближним приводом. Определялась вероятность прохождения окна с заданными размерами. Эксперименты проводились в условиях отсутствия информации от наземных служб управления полётом о наличии вихря и при наличии информации.

Результаты исследования показывают, что использование прогнозного дисплея позволяет в значительной степени парировать последствия

попадания самолета в вихрь. Так, максимальные отклонения по высоте от глиссады при использовании индикации уменьшаются в 4.5 раза, по боковой координате в 9 раз. Кроме того, использование дисплея в 2 раза повышает вероятность выполнения летчиком посадки при пересечении вихревого следа на дальности 3 км от торца ВПП и составляет 90%. В том случае, если вихрь расположен на дальности 1.3 км, то использование дисплея в 1.9 раза увеличивает вероятность выполнения летчиком посадки, которая в итоге составит 62%.

Кроме того, были выполнены исследования, когда диспетчер сообщал летчику о том, что возможно наличие вихревого следа от самолета. В этом случае летчик выдерживал угол наклона глиссады 3 градуса, большую на 5 узлов скорость полета.

Оценивая вероятность выполнения посадки летчиком при принятии решения на высоте 30 метров можно отметить, что изменение угла наклона глиссады и увеличение скорости захода на посадку при близком расположении вихревого следа к ВПП увеличивает вероятность выполнения летчиком посадки с 8 до 33 %, а использование разработанного дисплея – до 62%.

Список использованных источников

1. Ефремов А.В, Захарченко В.Ф., Овчаренко В.Н. и др. Динамика полета. Машиностроение-Полет, 2017.
2. Johnson W.A., McRuer D.T., Development of a category II. Approach system model, NASA CR-2022, May 1972, Washington
3. Global Fatal Accident Review, CAA, 1998, Report CAP681

Механизм осаждения конденсированных частиц на стенки газогенератора

Германович Елена Сергеевна

Тульский государственный университет, Тула

Содержащиеся в рабочем теле газогенератора на твёрдом топливе частицы металла, особенно в жидком расплавленном состоянии, осаждаются на стенки газогенератора, расходных отверстий, особенно в районе минимального сечения, оказывая отрицательное влияние на рабочий процесс, искажая диаграмму давления относительно расчётной, приводя к неконтролируемому, иногда скачкообразному, повышению давления.

Для прогнозирования процесса шлакообразования расходных отверстий необходима разработка математической модели осаждения частиц с целью расчёта изменения минимального сечения и расчёта параметров рабочего процесса в камере двигателя с учётом переменности расходных отверстий.

В основу механизма положена гипотеза о доминирующем влиянии на шлакообразование процессов теплообмена, что потребовало решения нестационарной задачи теплопроводности через двухслойную стенку, при этом слой осаждающихся частиц имеет переменную толщину как во времени, так и по контуру сопла, а теплофизические характеристики металлической плёнки не вполне определены. Учитывалась также возможность локального срыва плёнки в определённые моменты времени. Время осаждения и время срыва плёнки связаны со скоростью нарастания температуры внутренней поверхности и уровнем критической температуры, поэтому важно определить тепловое состояние стенки и слоя шлака.

Система уравнений теплопроводности представлена в цилиндрической системе координат, решена численным методом, установлено влияние на процесс осаждения коэффициента теплопередачи, температуры горения, теплофизических характеристик шлакового слоя, геометрических характеристик сопла.

Основным фактором, определяющим образование и рост шлакового слоя на поверхности критического сечения, является количественное соотношение между напряжением сдвига двухфазного потока и силой сцепления частиц конденсированной фазы со стенкой сопла, которая зависит, прежде всего, от теплообмена между слоем шлака и соплом.

Расчёт был направлен на определение времени осаждения шлака на поверхность сопла и времени срыва плёнки, что существенно влияло на характер изменения давления в камере.

Использование чат-бота как инструмента автоматизации процессов подбора и адаптации персонала

Гладкая Ксения Викторовна

МАИ, Москва

gladkaya.xen@yandex.ru

Ключевые слова: управление персоналом, автоматизация, подбор персонала, адаптация, чат-боты, HR-боты, чат-бот для студентов и абитуриентов.

Чат-боты становятся неотъемлемым помощником в управлении персоналом. С каждым годом все больше компаний внедряют себе эту технологию, так как ее эффективность и необходимость в ней давно оценена.

Более того, это достаточно гибкий инструмент, который можно адаптировать практически под любые HR-цели.

Рекрутинг и прескрининг – одни из самых распространенных задач в управлении персоналом, которые осуществляют HR-боты. Это связано с тем, что рекрутеру приходится обрабатывать большой поток заявок и резюме, что отнимает много времени на рутинные задачи. Возникает необходимость обработки большего количества данных о кандидатах и их опыте, актуальность которых быстро устаревает. В связи с этим HR-боты в подборе – это отличное решение. Они автоматизируют поиск соискателей, справляются с большим потоком информации, работают 24/7 и создают базу данных. Более того, со стороны HR-ботов отсутствует субъективность отбора, они выявляют только тех кандидатов, которые строго соответствуют заданным требованиям, будучи толерантными к гендерным, национальным или расовым особенностям того или иного сотрудника или соискателя [2].

Кроме того, при широком применении HR-бот может гораздо быстрее человека проводить различные виды тестирования и первичную проверку важных профессиональных параметров [5].

Однако возникают проблемы при подборе узкоспециализированных специалистов. Компании выставляют для них особые, специфичные требования, которые чат-бот не может полноценно и правильно оценить, такие, как поведение кандидата в нестандартной ситуации, гибкость мышления, коммуникабельность, работа в команде и другие soft skills. Задачи, требующие нестандартного подхода, являются слабым местом ботов [3].

Ключевым моментом в подборе является адаптация сотрудников - очень ответственный и важный

процесс, которому следует уделять должное внимание. Благодаря ему можно снизить текучесть персонала, повысить его вовлеченность и мотивацию, а также приобщить к корпоративной культуре компании.

Обычно HR-специалисту или наставнику приходится выделять большое количество рабочего времени на помощь новичку. Однако информация запоминается им фрагментарно, ему не хочется лишний раз тревожить HR-менеджера, и вследствие чего замедляется процесс адаптации. В данной ситуации чат-бот предоставляет всю информацию дозированно, в нужное время, в нужном объеме, и сотрудник её воспринимает, всегда может к ней вернуться, а компания всегда может проверить, насколько она оказалась доступной и полезной [4].

Одна из крупнейших мировых консалтинговых компаний, входящих в «Большую четверку», «Ernst & Young» (Великобритания) создала чат-бот «Onboarding Buddy» [1]. Новые сотрудники фирмы могут задавать ему любые вопросы, которые не решились бы спросить у своих руководителей. В свой первый рабочий день новичок может попросить недостающие для работы офисные принадлежности. Подготовленный к самым каверзным вопросам, чат-бот может подсказать, с каким сотрудником надо связаться, чтобы решить конкретную проблему.

Таким образом, благодаря HR-боту по адаптации, новые сотрудники легче и быстрее осваивают основные ценности компании, узнают своих коллег, изучают тонкости рабочих процессов. В свою очередь, HR-отдел, собирает обратную связь обо всех нововведениях, об успешности такого обучения, о проблемных местах компании.

Тем не менее, HR-бот не может в полной мере обеспечить прохождение процесса адаптации, он является лишь отличным помощником HR-специалиста. Все дело в том, что бот может не всегда знать ту информацию, которую новый сотрудник хочет узнать, приходится время от времени обращаться к управленцу персоналом.

В качестве примера работы HR-бота разработан собственный HR-бот для кафедры «Управление персоналом», который помогает абитуриентам при поступлении, а студентам при адаптации и обучении.

Для абитуриентов чат-бот будет выполнять следующие функции:

Ознакомление с кафедрой, ее деятельностью и профессией HR-специалиста в рамках интерактивной презентации, проведения теста для профориентации с целью определения, насколько специальность по управлению персоналом подходит абитуриенту;

1. Ознакомление с программами обучения и проверка шансов на поступление;

2. Оповещение о мероприятиях для абитуриентов, таких как дни открытых дверей, встречи и мастер-классы со школьниками;

3. Рассылка с происходящими на кафедре событиями.

Во время приемной комиссии чат-бот рассказывает о правилах поступления в упрощенной, но понятной форме, а также абитуриент может узнать у него, на каком месте в списках он находится.

Для первокурсников в рамках адаптации чат-бот:

1. Знакомит с университетом, его структурой, при помощи игры студент узнает специфическую терминологию ВУЗа;

2. Отвечает на различные типовые вопросы;

3. Учит как участвовать в научной, общественной и иной деятельности (как писать научные работы, выступать перед аудиторией);

4. Дает советы по тому, как правильно управлять своим временем и успевать в учебе.

Возможность общения с чат-ботом положительно влияет на имидж кафедры и ВУЗа для молодежной аудитории, так как это один из привычных неформальных способов взаимодействия, который помогает абитуриентам в поступлении, а студентам первого курса в ускорении процесса адаптации, что может повысить уровень успеваемости и активности в студенческой жизни.

Список использованных источников

1. Семь HR-задач, которые решает чат-бот // HeadHunter.ru URL: <https://hh.ru/article/501510> (дата обращения: 10.03.2020).

2. Высший разум: как чат-боты укрепляют корпоративное общение // Forbes.ru URL: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.forbes.ru%2Fkarera-i-svoy-biznes%2F371809-vyshshiy-razum-kak-chat-boty-ukreplyayut-korporativnoe-obshchenie> (дата обращения: 10.03.2020).

3. Гладкая К.В., Тихонов А.И. Автоматизация задач в области управления персоналом // Московский экономический журнал. - 2020. - № 4

4. Гладкая К.В. Использование виртуальных технологий в управлении персоналом // Инновационное управление персоналом. - М.: Государственный университет управления (Москва), 2019. - С. 70-72.

5. Гладкая К.В., Семина А.П. Использование информационно-коммуникационных и виртуальных

технологий в обучении персонала // Московский экономический журнал. - 2019. - №11. - С. 69.

4. Global Fatal Accident Review, CAA, 2008, Report CAP776

5. Global Fatal Accident Review, CAA, 2013, Report CAP1036

6. Safety Report Edition 55 2018, IATA, April 2019

7. Воеводин, А.В. Приложения математической модели вихревого следа за самолётом / А. В. Воеводин, Г. Г. Судаков // Труды ЦАГИ. — 2014. — вып. 2730.

8. M. Mulder, (1999) Cybernetics of tunnel-in-the-sky displays, Ph.D. dissertation, Aerospace Engineering, TU Delft, Delft, The Netherlands.

9. G.Sachs, Perspective Predictor/Flight – Path Display with Minimum Pilot Compensation – Journal of Guidance, Control, and Dynamics, vol.23, No. 3, May-June 2000.

10. Alexander V. Efremov, Alexander V. Koshelenko, Mihail S. Tjaglik, “Means for Flying Qualities Improvement in Piloting Tasks Required Extremely High Accuracy”, Proceeding of AFM AIAA conference, Chicago, 2009

**Обучение английскому языку в МАИ
с использованием платформ для удалённого
обучения в период пандемии 2020 года**

Дебдина Елизавета Григорьевна

Научный руководитель – профессор, д.и.н. Зубанова С.Г.

МАИ, Москва

debkina2013@yandex.ru

Ключевые слова: коронавирусная инфекция, эффективность, образовательные платформы, режим удалённого дистанционного обучения, иностранные языки.

Актуальность данной работы заключается в важности освоения новых способов обучения студентов в условиях чрезвычайных ситуаций; необходимости обобщить и систематизировать данные, полученные в ходе исследования; необходимости исследования эффективности практического применения удалённого дистанционного обучения; необходимости выработки практических рекомендаций по совершенствованию системы удалённого обучения.

Наука и техника в XXI веке развивается с невообразимой скоростью, прогресс не стоит на месте. Интернет становится незаменимым помощником в процессе образования, позволяя найти необходимую информацию за считанные минуты. Таким образом, дистанционное обучение постепенно вливается в традиционную модель образования.

В начале 2020 года люди столкнулись с пандемией коронавирусной инфекции. В РФ и в большинстве других стран ввели режим самоизоляции для большей части населения. Таким образом, размеренный ход работы всех отраслей жизни общества был нарушен. Образование также столкнулось с необходимостью введения карантинных мер.

Для объективной оценки результатов дистанционного обучения в марте - июне 2020 года, ставшим периодом удалённого обучения, нами было проведено исследование в форме опроса. Участниками исследования стал 181 респондент: 125 студентов и 56 преподавателей дневного и вечернего отделений института иностранных языков МАИ.

Целью исследования стало выявление типичных проблем, возникающих в процессе дистанционного обучения, изучение его преимуществ и недостатков,

анализ критериев выбора образовательных платформ (LMS, Skype, Discord, ZOOM и др.).

В результате проведённого исследования были сформулированы следующие выводы. Переход учебных заведений на дистанционное обучение стал неожиданностью для респондентов и для организаторов учебного процесса, которые столкнулись с проблемой обеспечения качества образования. Занятия приходилось посещать и вести из дома, находясь в ограниченных условиях.

Переход на удалённое обучение вызвал у студентов и преподавателей неоднозначную реакцию. В период самоизоляции, когда целесообразно установить дистанцию между людьми, крайне необходима специальная система удалённого обучения, которая оправдала себя в период самоизоляции (март-июнь 2020 г.) Система удалённого обучения с использованием современных образовательных платформ стала действенным способом непрерывного обучения в условиях самоизоляции.

Проведённое исследование продемонстрировало многие положительные стороны удалённого обучения: комфортность, доступность, гибкость графика занятий, возможность совмещения работы и учёбы и индивидуального подхода в обучении, независимость от удалённости проживания, экономия времени и освоение новых возможностей в интернете.

Основные проблемы, с которыми столкнулись респонденты в процессе ДО: отсутствие достаточного технического обеспечения, вопрос самодисциплины и самоорганизации, возникновение психологических проблем из-за отсутствия живого контакта между студентом и преподавателем и между студентами, из-за отсутствия студенческой жизни, низкая компьютерная

грамотность, высокая трудоёмкость подготовки к дистанционным занятиям, контроль самостоятельной работы студентов, проверки выполнения заданий, отчётность по каждому занятию. Некоторые респонденты отметили возникшие проблемы со зрением, ухудшение психосоматического состояния. По причине постоянного нахождения перед включённым экраном многие стали жаловаться на частые головные боли, понижение остроты зрения и усталость глаз, сильный стресс.

Определённые образовательные платформы оказались неадаптированными к одномоментному пользованию студентами и преподавателями учебных заведений. Преимущественно семинарские и практические занятия, проходившие в маленьких группах (подгруппах) до 15 человек, велись с использованием видеосвязи на таких образовательных платформах, как ZOOM, Skype или Whats Up. К сожалению, нередко на дисциплинах, где необходим непосредственный контакт между преподавателем и студентом, происходили технические сбои. Образовательные платформы нередко «тормозят» и «выкидывают» из конференций по причине сильной перегрузки сервера (одномоментное использование платформы многими учебными заведениями), слабой скорости интернета, необходимости обновлений и т.д.

Так студенты ИИЯ МАИ на занятиях по Практике устной речи, Практическому курсу первого и второго иностранного языка, Профессиональной иноязычной деятельности, Основам технического перевода столкнулись с невозможностью установления непосредственного контакта с преподавателем: сложности с авторизацией и личным кабинетом, отправкой и проверкой выполненного задания,

акустические проблемы, светотехнические проблемы, коммуникационные проблемы.

К акустическим проблемам следует отнести отсутствие звука, эффект эха, шумы, обратная акустическая связь, слабая слышимость и её отсутствие, неблагоприятные акустические условия. Светотехнические проблемы представляют собой неоптимальные устройства отображения и захвата видео, отсутствие профессиональных камер для качественного взаимодействия преподавателя и студентов. Коммуникационные проблемы включили в себя трудности, связанные с каналом передачи видеоданных.

Многие студенты были готовы к осуществлению учебной деятельности, однако оказывались ограниченными в доступе к интернет платформам.

Таким образом, практиковать и проверять на наличие грамматических, лексических и фонетических, стилистических ошибок устную речь на иностранном языке было крайне сложно по причине отсутствия соответствующих условий для полноценного образовательного процесса. Акцент был сделан на письменную работу в текстовых документах. Преимущественно преподаватель высылал по почте задание, которое необходимо было выполнить к определённому сроку.

В результате ДО определенным образом отразилось на качестве знаний и на успеваемости студентов: успеваемость стала лучше, оценки выше, однако качество пострадало, по причине доступности многих интернет ресурсов.

Видеосвязь не может заменить полноценный живой контакт. Память студентов тренируется в

недостаточном объёме, падает процент усваиваемой информации.

Таким образом, анализ данных исследования, позволяющий оценить эффективность обучения иностранному языку в период коронавирусной инфекции 2020 года, имеет удовлетворительную оценку. В непредвиденных условиях или как дополнение к полному формату система ДО может применяться достаточно результативно.

Список использованных источников

1. Аникеева И.Г. Условия формирования готовности студентов к переводческой деятельности. Образование в современном мире: роль вузов в социально-экономическом развитии региона. 2014. С. 275-278.
2. Конеева Е.В., Львова Т.Г. Студенты Московского авиационного института на самоизоляции в период коронавируса 2020 года - отношение к себе, здоровому образу жизни и физической культуре. Человеческий капитал. 2020. №8 (140). С. 188-199.
3. Сагиндыкова, А. С. Актуальность дистанционного образования. Молодой ученый. 2015. № 20 (100). С. 495-498.
4. Охлупина О.В. Вузы перед лицом пандемии: актуальные аспекты организации самостоятельной работы студентов в условиях дистанционного обучения. Высшее образование сегодня. 2020. №7. С. 24-28

**Математическое моделирование процессов
теплопередачи в тормозных механизмах шасси
самолета при посадке**

Дерен Екатерина Андреевна

Коновал Дарина Викторовна

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.

МАИ, Москва

eaderen@gmail.com, knvar@yandex.ru,

volkhonsk@mail.ru

Ключевые слова: шасси, тормоз, теплообмен, самолет, компьютерное моделирование, фрикционные диски.

В конструкции колес шасси современных самолетов для уменьшения длины пробега при посадке применяются дисковые тормоза, которые воспринимают до 95% кинетической энергии. Вращающиеся и фрикционные диски таких тормозов для повышения энергоемкости необходимо изготавливать из материалов с повышенными фрикционными свойствами. Температура на поверхности фрикционных элементов при интенсивном торможении может превышать 1000°C, что накладывает ограничения на эксплуатационные режимы самолета. Поэтому конструирование и выбор материалов дисков – ответственная задача, т.к. они должны обеспечивать отвод тепла от поверхностей трения, который бы при длительном торможении не приводил к перегреву всей конструкции. Создав математическую модель можно оптимизировать массу, габариты тормозного механизма, и максимальную температуру нагрева.

Данная работа выполнена в универсальной среде численного моделирования COMSOL Multiphysics – это

среда для моделирования и расчетов большинства научных и инженерных задач, основанных на дифференциальных уравнениях в частных производных (PDE) методом конечных элементов (FEM). Коэффициенты PDE задаются в виде физических свойств и условий, а их преобразование в коэффициенты математических уравнений происходит автоматически. Также данная программа поддерживает загрузку уже созданной геометрии их всех распространённых программ таких как SIEMENS NX, CATIA, SolidWorks, Компас 3D.

Уравнение теплопередачи на границе раздела двух твердых тел выведено из уравнения теплового баланса в локализованной форме для пространственного фрейма. Оно говорит, что изменения внутренней энергии во времени уравниваются конвекцией внутренней энергии, теплопроводностью, излучением, диссипацией механических напряжений и дополнительными объемными источниками тепла. При этом в записи для твердого тела правая часть является термоупругим демпфированием и учитывает термоупругие эффекты в твердых телах: $\rho \frac{\partial E}{\partial t} + \rho \mathbf{u} \nabla E + \nabla(q + q_r) = \sigma : D + Q$.

Мы учитываем также теплообмен с окружающей средой за счет вынужденной конвекции, возникающий из-за обдува тормоза воздухом, со скоростью в первом приближении равной скорости движения самолета: $-nq = h(T_{ext} - T)$, где h – усредненный коэффициент теплопередачи для пластины при внешней принудительной конвекции, зависящий от числа Рейнольдса и Прандтля.

Также помимо вынужденного конвективного теплообмена, необходимо учитывать, что у тел, температура которых превышает окружающую среду,

наблюдается теплообмен излучением:
 $-nq = \varepsilon\sigma(T_{amb}^4 - T^4).$

Уравнение, учитывающее наличие теплового контакта, характеризует зависимость тепловых потоков на верхней и нижней границах от перепада температур, а также имеет корреляционную оценку совместной проводимости на двух контактирующих поверхностях, которая складывается из проводимости сужения h_c от контактных пятен, проводимости зазора h_g , обусловленная наличием внешней среды (воздуха) в интерстициальном пространстве, и радиационной проводимости h_r , т.к. на микроскопическом уровне контакт осуществляется с конечным числом точек.

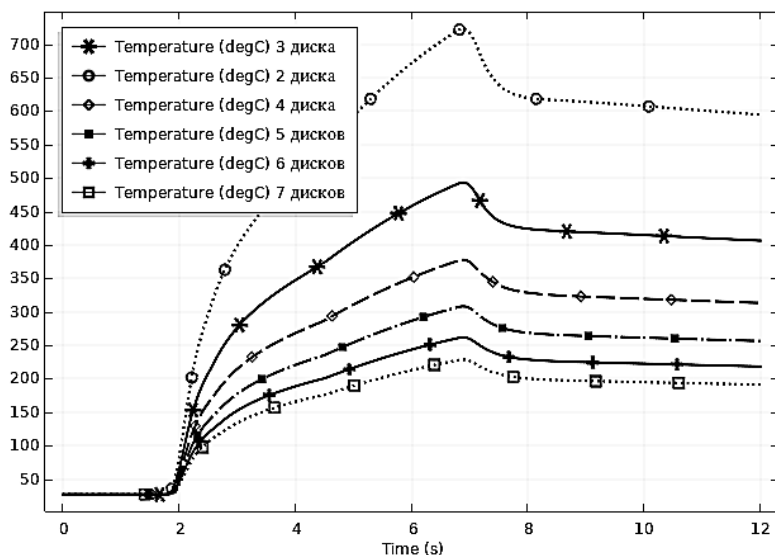
Теплота трения Q_b на rQ_b и $(1-r)Q_b$ на границе контакта. В общем случае, когда оба тела изготовлены из различных материалов, коэффициент разбиения может не быть равным 0,5. Величина r определяется из отношения Шаррона.

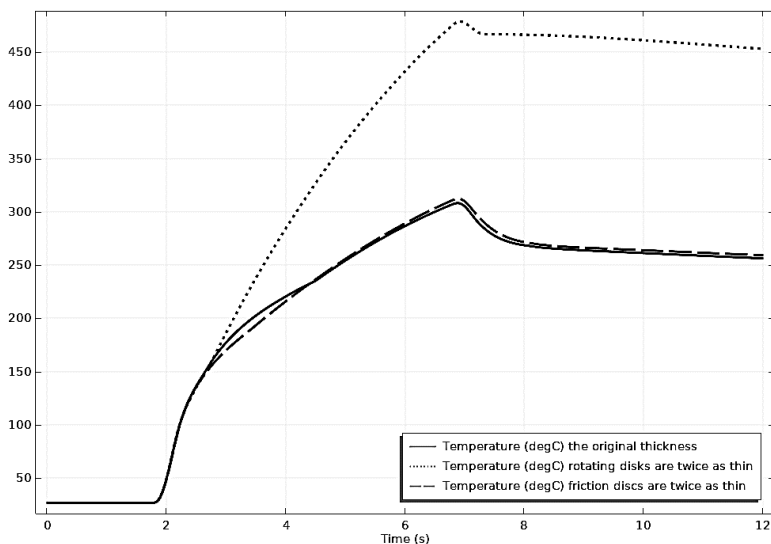
Последним этапом настройки математической модели является задание сетки, учитывая, что чем меньше элементы сетки, тем точнее идут вычисления, но тем больше времени они требуют. Например, при прочих равных условиях время на решение для размеров сетки Coarser составило 3 минуты, а для размеров Extremely fine 4 часа 17 минут и 5 секунд.

Изменяя различные параметры, мы качественно проследили их влияние на систему. Анализируя полученные графики изменения максимальной температуры от времени дисков тормозной системы шасси самолета можно сделать несколько выводов.

При выборе сетки решателя необходимо найти компромисс между желаемой точностью вычислений и располагаемым временем, которое мы можем потратить на вычисления.

Совершенно ясно, что при увеличении количества фрикционных дисков максимальная температура нагрева уменьшается, но с каждым новым добавленным диском, эффект, который оказывает на общее снижение температуры нагрева, становится все меньше. Поэтому при конструировании необходимо найти баланс между допускаемой максимальной температурой нагрева и габаритами/весом шасси самолета.





a

b

Рис. 1. Графики изменения максимальной температуры нагрева от времени в зависимости от: а – количества фрикционных дисков; б – толщины дисков

Уменьшение диаметров тормозных дисков увеличило максимальную температуру на 49,7%, а увеличение диаметров на 20% уменьшило максимальную температуру всего на 27,4%, следовательно, идти путем увеличения диаметра тормозных дисков для уменьшения температуры не всегда эффективно, чем больше мы увеличиваем диаметр, тем больше увеличиваются габариты/вес шасси и меньше снижается максимальная температура, необходимо найти баланс между этими характеристиками.

При уменьшении толщины фрикционных дисков в два раза значение максимальной температуры незначительно повышается, а при уменьшении толщины подвижных дисков во столько же раз максимальная

температура увеличивается значительно (рис. 2). Это связано с тем, что подвижные диски выполнены из стали теплоемкость и теплопроводность при постоянном давлении которой значительно выше чем у чугуна, из которого выполнены фрикционные диски. При этом чугун тяжелее стали, следовательно, если использовать композитные материалы, заменив чугунные диски на стальные на которые будет нанесен фрикционный композитный материал, то мы сможем уменьшить общий вес конструкции и уменьшить максимальную температуру нагрева тормозных дисков.

Список использованных источников

1. Коконин С.С., Крамаренко Е.И., Матвеев А.М. Основы проектирования авиационных колёс и тормозных систем. М.: МАИ, 2007, 263 с.
2. Cooper M., Mikic B., Yovanovich M. «Thermal contact conductance», International Journal of heat and mass transfer, vol. 12, pp. 279–300, 1969.

Информационная система автоматизации учета и обслуживания оборудования

Дьяконов Владислав Сергеевич

УлГТУ, Ульяновск

vladteyhd@mail.ru

Ключевые слова:

Учет оборудования, обслуживание пк, удаленное управление пк, сбор данных пк, учет, организация учебного процесса.

Задача максимально облегчить труд и сэкономить время системного администратора в деле создания и поддержания актуальности инвентарной базы данных

парка компьютеров. Установив программу на свой компьютер (дополнительной установки на компьютеры пользователей не требуется), администратор получает возможность проводить полную инвентаризацию аппаратного и программного обеспечения, получать актуальную информацию о конфигурации пользовательских компьютеров и создавать отчеты на основе собранных данных

Описание: TEYHD - это инструмент удаленного администрирования, написанный на C#. Он использует сетевую библиотеку Telepathy TCP, библиотеку для чтения и записи модулей dnlib и библиотеку для вставки dll Costura.Fody.

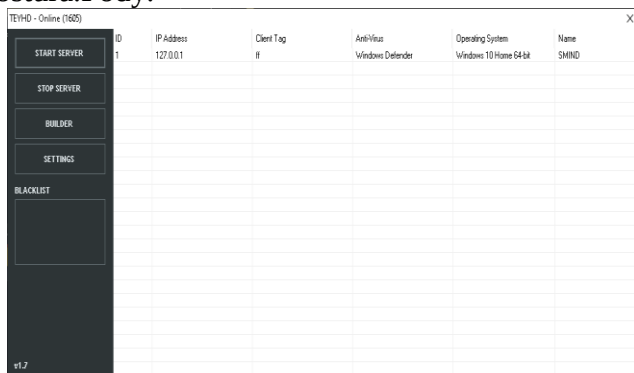


Рис 1. Интерфейс программы

Данное программное обеспечение подразумевает в себе полностью удобный и понятный инструментарий для администратора.

Он включает в себя следующие возможности:

1. Автоматический сбор необходимых данных для удобства учёта оборудования
2. Сбор актуальной информации с клиентских устройств (запущенные процессы, нагрузка на CPU, сеть и диск)
3. Программа обладает визуально понятным интерфейсом

4. Блокировка работы пользователя на определённой машине
5. Возможность общения с пользователем, работающим на удалённой машине
6. Remote Desktop Viewer
7. Браузер файлов (включая загрузку, перетаскивание и открытие файлов)
8. Менеджер процессов
9. Информация о компьютере
10. Информация об использовании оборудования (загрузка процессора, использование диска, доступная оперативная память)
11. Отправитель сообщения
12. Блокировка экрана
13. Повышение разрешения приложений (Обычный → Администратор)
14. Текст буфера обмена (скопированный текст)
15. Чат (не позволяет клиенту случайно закрыть форму)
16. Process Killer (в случае необходимости аварийного завершения в случае зависшего приложения)
17. Удаленная оболочка

Руководство пользователя:

Основное управление программой включает в себя следующую последовательность действий:

1. Перед использованием приложения поставьте в настройках порт, на который будет обращаться удалённый клиент и интервал в миллисекундах для обновления актуальной информации.
2. Во вкладке build сгенерируйте клиентскую часть. Для этого необходимо заполнить следующие поля: DNS, адрес машины на которой запущена

северная часть, порт, который вы указали пунктом выше, тег и имя в зависимости от того кабинета где находится оборудование.

3. Во второй вкладке выберите разрешение установки и автозапуска приложения соответственно.

4. Перенесите сгенерированный файл на клиентскую машину и запустите его.

5. Нажмите на старт в верхнем левом углу приложения.

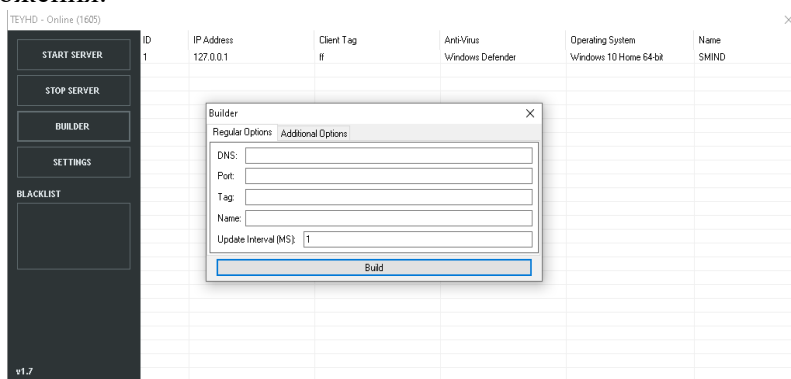


Рис 2. Генерация билда

Отладка:

1. Откройте файл решения.
2. Убедитесь, что dnlib установлен в проекте TEYHD.
3. Убедитесь, что Costura.Fody и Telepathy установлены как в проекте TEYHD, так и в проекте TEYHDStub.
4. Создайте проект TEYHDStub.
5. Создайте проект TEYHD, откройте корзину проекта TEYHDStub и перетащите файл TEYHDStub.exe в корзину проекта TEYHD.
6. Запустите TEYHD.exe и получайте удовольствие!

7. Если в TEYHD или TEYHDStub внесены какие-либо изменения, шаги 4-5 необходимо повторить.

Используя TEYHD:

Настройка сервера: для начала вы должны иметь хотя бы один открытый порт, который вы не используете с другими приложениями. Порт по умолчанию - 1604. У вас также должен быть динамический DNS-адрес. Чтобы начать сборку клиента, нажав кнопку «Конструктор» в основных настройках, обратите внимание, что тег клиента - это то, как вы узнаете, какой клиент какой (при условии, что вы не используете программу злонамеренно), а имя - выходной исполняемый файл. Введите свой DNS-адрес и порт в соответствующие поля. Если вы не знаете, что такое интервал обновления, вы можете оставить его как есть. Как только вы закончите, нажмите кнопку сборки. Затем настройте параметры, заполните свой порт в поле порта, если вы изменили его, если вы не знаете, какой интервал обновления вы можете оставить его как есть. Теперь вы можете нажать кнопку запуска сервера, и сервер теперь будет прослушивать соединения.

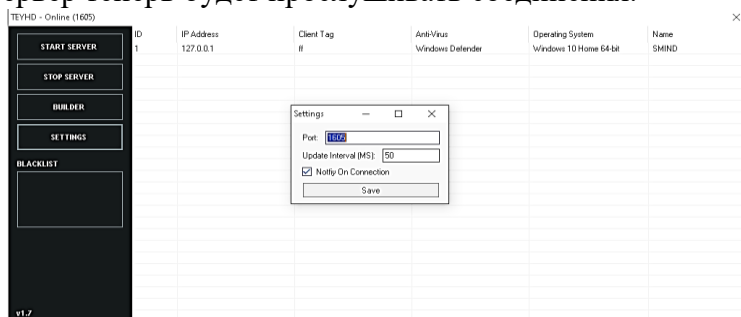


Рис 3. Настройки

Параметры клиента: После подключения клиента вы можете выбрать клиента и щелкнуть правой кнопкой мыши на клиенте, чтобы вызвать меню параметров, или

вы можете выбрать клиента и нажать «Запустить удаленный рабочий стол», если вы хотите запустить удаленный рабочий стол. Некоторые параметры клиента имеют специальные функции, перечисленные ниже:

Диспетчер процессов (запуск запущенных приложений). Щелкните правой кнопкой мыши, чтобы вызвать параметры для обновления и закрытия процессов.

Обозреватель файлов: щелкните правой кнопкой мыши, чтобы открыть параметры для загрузки, выгрузки, обновления и удаления файлов. Обратите внимание, что для загрузки вы можете перетащить файл в браузер, чтобы загрузить его в каталог, в котором он находится в данный момент.

Текст буфера обмена: обратите внимание, что вам не нужно закрывать диалоговое окно, если вы хотите получить еще одну копию текущего скопированного текста на клиенте. Просто нажмите «Получить текст буфера обмена» еще раз, и диалог автоматически обновится.

Возможность наращивания функционала

Данное программное обеспечение легко дописывать и обновлять так как есть возможность удаленного обновления всех устаревших клиентских версий. Для этого необходимо заново скомпилировать серверную и клиентскую часть, построить по примеру выше готовое клиентское приложение и нажать на кнопку update client

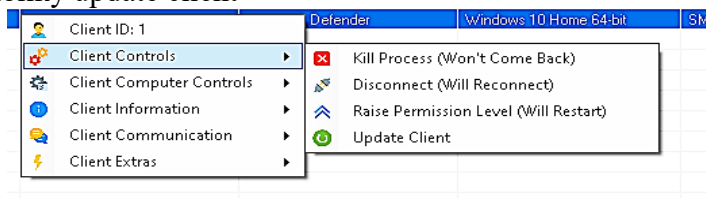


Рис 4. Вкладка возможностей

Заключение

Подводя итог, стоит отметить малое потребление ресурсов как клиентской, так и серверной части программы. Это значит, что нет необходимости обеспечивать специальные технические средства для того чтобы воспользоваться программой.

Автоматический сбор необходимых данных для удобства учёта оборудования подразумевает автоматическое сохранение собранных данных в общую базу данных, что позволяет администратору не уделять внимание факту сохранения. Так же добавляет возможность узнать техническую информацию о машине даже если она не запущена.

Список использованных источников

1. <https://www.nuget.org/packages/Telepathy/1.0.132>
2. <https://metanit.com/sql/mysql/3.2.php>
3. <https://github.com/>
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Программы_удаленного_администрирования

Модуль информационной системы

«Реестр курсовых работ и ВКР»

Дьяконов Владислав Сергеевич

Щепочкин Андрей Сергеевич

УлГТУ, Ульяновск

vladteyhd@mail.ru

Ключевые слова: реестр, информационная среда, хранение работ, организация учебного процесса

Решаемая проблема

Из-за пандемии возникла необходимость организовать централизованное хранилище курсовых работ в электронном виде, а также обеспечить безопасность хранения и целостность всех файлов.

Для удобства работы нужно было структурировать их. И придумать механизмы для возможности извлечения работы определенного студента.

Отсутствие возможности проверки работ в публичных системах антиплагиата так как некоторые ВКР работы имеют секретность.

Актуальность

Проект актуален в как в период изоляции, так и после нее. Наша система очень удобна при большом количестве работ. Порядок и структура основа для безошибочной работы.

Связь с другими модулями

Основной сложностью при решении проекта была идея о его связи с другими модулями

Так например мы смогли связать его с нашей системой антиплагиата для проверки работ

С учебным процессом(Для импорта списков студентов)

Архитектура

У нашего проекта клиент-серверная архитектура.

Клиентская часть - отвечает за организацию доступа (который имеют только руководитель образовательных программ!), за загрузку файлов курсовой и организацию заполнения необходимой информацией о курсовой в базе данных. Также для доступа к загружаемым работам с возможностью поиска (по имени и фамилии), по группе.

Серверная часть - Хранит работы, обрабатывает роли доступа, хранит информацию о работах (ЛОКАЛЬНО)

Все работы загружаются на сервер, а информациях о них попадает в базу данных

Технологии, которые мы использовали

- 1) C# Visual Studio
- 2) Сервер с операционной системой Linux
- 3) СУБД MySQL.

Список использованных источников

1. <https://metanit.com/sql/mysql/3.2.php>
2. <https://github.com/>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80>

Система управления беспилотным летательным аппаратом с применением искусственного интеллекта

Захаров Максим Ильич
ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж
max.darz989@gmail.com

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, система управления, искусственный интеллект, нейронная сеть, бортовой компьютер, база знаний.

Повышение интереса к беспилотным летательным аппаратам вызвано их успешным применением в различных областях человеческой деятельности. Основным преимуществом БПЛА является полное или частичное исключение человеческого фактора, что позволяет минимизировать риск потери человеческих ресурсов при выполнении поставленной задачи и исключить возможность угрозы жизни человека.

Одним из препятствий, стоящих на пути повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов, является отсутствие эффективной системы управления. Она должна позволять управлять беспилотником на неограниченной дистанции, автоматически контролировать состояние БПЛА, обладать живучестью и обеспечивать выполнение полётного задания.

Одним из направлений в разработке систем управления является использование искусственного интеллекта.

Термин интеллект (intelligence) происходит от латинского intellectus – что означает ум, разум; мыслительные способности человека. Соответственно искусственный интеллект (artificial intelligence) – ИИ (AI) обычно толкуется как свойство автоматических систем брать на себя отдельные функции интеллекта человека, например, выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий.

Можно выделить две научные школы с разными подходами к изучению ИИ: конвенционный ИИ и вычислительный ИИ. В конвенционном ИИ главным образом используются методы машинного самообучения, основанные на формализме и

статистическом анализе. Вычислительный ИИ подразумевает итеративную разработку и обучение. Обучение основано на эмпирических данных и ассоциируется с не-символьным ИИ и нечеткими системами. Методы конвенционного ИИ реализуются в следующих подходах и системах:

1. Экспертные системы
2. Рассуждение по аналогии (Case-based reasoning)
3. Байесовские сети доверия
4. Поведенческий подход

Основные методы вычислительного ИИ:

1. Нейронные сети
2. Нечеткие системы
3. Эволюционные вычисления

Проанализировав методы искусственного интеллекта можно представить систему управления беспилотного летательного аппарата как совокупность нейронной сети и конечного автомата. Нейронная сеть преобразует входные вещественные переменные в логические, которые подаются на вход конечному автомату. Он, в свою очередь, вырабатывает выходные воздействия. На рисунке 1 изображена структурная схема системы управления беспилотным летательным аппаратом.

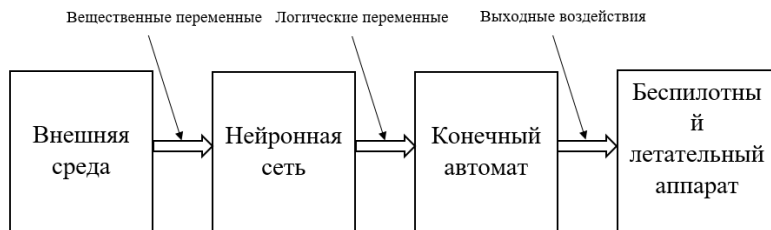


Рис. 1 - Структурная схема системы управления беспилотным летательным аппаратом

Список использованных источников

1. Царев Ф.Н. Совместное применение генетического программирования, конечных автоматов и искусственных нейронных сетей для построения системы управления беспилотным летательным аппаратом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://is.ifmo.ru/works/2008/Vestnik/53/03-genetic-neuro-automata-flying-plates.pdf>.

Разработка средства автоматизированного контроля вычислительного процесса в блоках системы управления космического аппарата

Табакوف Евгений Вячеславович^{1,2}

Зинина Анна Ивановна^{1,2}

ОКБ «Марс»¹, МАИ², Москва

e-tab@rambler.ru, zinina0818@mail.ru

Ключевые слова: система управления, бортовой вычислитель, телеметрическая информация, анализ, космический аппарат.

Основными блоками бортового комплекса управления (БКУ) космического аппарата (КА) являются бортовое вычислительное устройство (БВУ),

блок управления и контроля (БУК) и блоки силовой автоматики (БСА) [1]. БВУ, БУК, БСА имеют в своём составе вычислительную систему. Поведение системы управления определяется работой программного обеспечения, выполняемого в вычислительных устройствах данных блоков. Таким образом, возникает задача проведения мониторинга корректности вычислительного процесса в них.

Способом проведения подобного контроля является анализ телеметрической информации (ТМИ), в части значений тех признаков, которые формируются программными комплексами системы контроля и диагностики вычислителей блоков и содержат сведения о нормативности вычислительного процесса. Однако ручной анализ ТМИ неэффективен, поэтому поставлена задача его автоматизации.

Признаки в ТМИ, отражающие работу вычислительных блоков, можно разделить на три группы согласно тому, какой аспект работы вычислителя они характеризуют:

- Начальное включение;
- Функционирование;
- Таймирование.

Начальное включение представляет собой крайне важный этап работы системы, от которого зависит корректность её дальнейшей работы. Он характеризуется рядом признаков, включающих в себя признак конфигурации вычислителя и результаты различных тестов. Они имеют жёстко установленные нормативные значения.

Нормативность функционирования системы определяется множеством признаков, значения которых, для формирования суждения о корректности работы системы, не должны отличаться от установленных (при

этом нормативных значений может несколько), либо они должны лежать в некотором диапазоне.

Таймирование представляет собой временные характеристики работы программных модулей (ПМ) бортового программного обеспечения (БПО). БКУ СУ является системой жёсткого реального времени, и временной интервал работы каждого модуля жёстко регламентируется циклограммой работы вычислителя. Сведения о реальном времени работы каждого ПМ БПО содержатся в значениях соответствующих признаков.

На данном этапе было принято решение ограничиться автоматизацией анализа признаков, характеризующих состояние БВУ и БУК, но конечным итогом работы должно стать универсальное средство автоматизированного контроля вычислительного процесса во всех блоках СУ.

Основные требования по разработке средства автоматизированного анализа включают в себя:

- возможность использования программы как в режиме работы с графическим интерфейсом, так и путём консольного вызова;
- взаимодействие с системой автоматизации испытаний (САИ) — существующей на предприятии системой, средства которой позволяют автоматически запускать обработку, загружать необходимые данные и сохранять результаты;
- автоматическое формирование по итогам обработки всех необходимых протоколов.

Чтобы удовлетворить предъявленные требования, разработан специальный алгоритм автоматизированного анализа. Согласно нему, на первых этапах происходит загрузка входных данных и расшифровка исходной ТМИ. Далее, исходя из режима работы системы, который определяется из соответствующего признака в

ТМИ, устанавливается объём проводимого анализа и нормативные значения признаков. Также предусмотрена возможность проведения проверки всех признаков безотносительно режима работы (по желанию оператора). После этого происходит процедура анализа, которая включает в себя проверку признаков, характеризующих этапы начального включения и функционирования. Также проверяется соответствие времён работы программных модулей временам, отведённых согласно циклограмме (проверка в части таймирования).

В зависимости от режима работы приложения результаты анализа либо отражаются в соответствующем окне программы, а протоколы попадают в директорию с исполняемым файлом программы, либо, в случае запуска средствами САИ, все результаты записываются в базу данных предприятия.

Описанный выше алгоритм реализован в виде программного средства с помощью языка C++ в среде разработки графических приложений QT Creator. Результаты проверки созданного приложения на реальной ТМИ показали, что оно полностью соответствует предъявленным требованиям и готово к использованию. В результате работы значительно упростился анализ ТМИ в части проверки нормативности вычислительного процесса в БВУ и БУК.

Список использованных источников

1. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Под редакцией А.С. Сырова, Бортовые системы управления космическими аппаратами: //Учебное пособие – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. – 304 с.
2. Табаков Е. В., Зинина А. И., Красавин Е. Э. Автоматизация анализа отработки циклограмм

бортовых вычислителей космических аппаратов.
//Электронный журнал Труды МАИ, №111. 2020 DOI:
10.34759/trd-2020-111-12

Структура и свойства слоистых алюмостеклопластиков

Калаев Даниил Романович

Научный руководитель - к.т.н. Гордеева М.И.
МАИ, Москва
danilokalaev@gmail.com

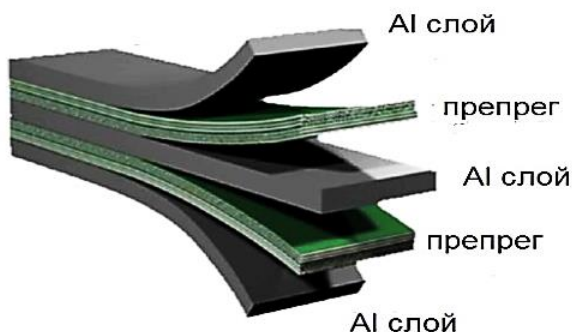
Ключевые слова: аддитивные технологии;
композиционные материалы; алюмостеклопластики;
авиация; алюминиевые сплавы.

Создание и максимально широкое применение композитных материалов на сегодняшний день является для авиастроителей одним из основных факторов повышения своей конкурентоспособности и выживания на рынке. Их применение сейчас не только дает выигрыш по отдельным техническим характеристикам нового самолета, например, по весу, но и позволяет создавать летательные аппараты с принципиально новыми, недостижимыми ранее свойствами.

Значительный прогресс в использовании новых композиционных материалов в авиации связывают с такими материалами как слоистые алюмостеклопластики-СИАЛы, которых отличает от монолитных листов из алюминиевых сплавов пониженная на 10-15% плотность (2,4 г/см³), высокие прочность ($\sigma_B > 600$ МПа), СРТУ, жаростойкость.

Внешний вид (см. Рис. 1) и «конструкция» СИАЛА, который состоит, как правило из трех слоев алюминиевого сплава, между которыми находятся

пакеты из слоев эпоксидного препрега, упрочненных стекловолокнами, которые могут располагаться в каждой из двух слоев обоих пакетов в одном, долевым направлении (0/0) или в долевым и поперечном (0/90) направлениях.



При значительных преимуществах СИАЛов по отношению к обычным алюминиевым сплавам они уступают сплавам алюминия в такой важной для авиационных материалов характеристике как модуль упругости. Анализ показал, что повысить модуль упругости СИАЛа можно только за счет металлической составляющей. Литий является единственным легирующим элементом, который повышает модуль Юнга алюминия и одновременно понижает плотность. В настоящей работе рассмотрены возможности повышения служебных свойств СИАЛов за счет разработки количественных подходов к оптимизации структуры и фазового состава алюминий-литиевых сплавов.

Анализ показал, что применение Al-Li сплава 3-го поколения 2055 позволило резко увеличить удельную жесткость применяемых в авиации алюминиевых сплавов. Такое уникальное поведение лития

обусловлено тем, что этот элемент образует с алюминием упорядоченную δ' -фазу (Al_3Li), количество которой в сплавах достигает 30%, что по аддитивности позволяет получить высокие значения модуля Юнга, при этом в сплавах системы Al-Cu-Li , которые составляют основную систему легирования этих сплавов, достигают высоких удельных прочностных характеристик уже за счет другой интерметаллидной фазы T1 (Al_2CuLi). Для того, чтобы достичь баланса прочностных и упругих свойств, необходимого для использования сплавов в СИАЛах, нужно оптимизировать соотношение интерметаллидных фаз, а именно δ' -фазы и T1-фазы. Для этого была разработана эффективная методика количественного фазового анализа. Эта методика основана на экспериментальном определении периода решетки твердого раствора, из которого рассчитывают соотношение интерметаллидных фаз с использованием закона Вегарда и уравнений баланса химического и фазового состава. Данная методика количественного фазового анализа позволяет контролировать и прогнозировать прочностные и упругие свойства Al-Li сплавов применительно к различным проблемам, в том числе и в плане оптимизации служебных свойств СИАЛов.

Были сделаны следующие выводы:

1. Проанализировано современное состояние проблемы применения в авиации новых слоистых алюмостеклопластиков (СИАЛы). Показано, что они характеризуются низкой плотностью (2,4 г/см³), высокой прочностью (>600 МПа), значительно более высокой трещиностойкостью, но при этом уступают алюминиевым сплавам величиной модуля упругости (<60 ГПа).

2. Показано, что повысить упругие свойства можно только за счет металлической составляющей композита, что может быть достигнуто заменой традиционных алюминиевых сплавов в СИАЛах сплавами с литием, которые обладают уникальными упругими свойствами.

3. Для достижения баланса упругих и прочностных свойств и оптимизации служебных свойств значительную перспективу представляет разработанный нами метод количественного фазового анализа.

Список использованных источников

1. Бецофен С. Я., Сбитнева С.В., Пантелеев М.Д., Бакрадзе М.М., Гордеева М.И., Князева Ю.А. Исследование формирования фазового состава сплава системы Al-Cu-Li В-1469 в процессе сварки трением с перемешиванием // Металлы, 2018, №6, С.54-63

2. Бецофен С. Я., Антипов В. В., Серебrenникова Н. Ю., Долгова М. И., Кабанова Ю. А. Исследование фазового состава, текстуры и анизотропии свойств листов из сплавов системы Al-Cu-Li-Mg //Деформация и разрушение материалов. 2017. №1. С.24-30

**Экологичные умные электронные средства
для идентификации личности
при проведении мероприятий
Карпунова Анастасия Сергеевна
Баранов Владислав Юрьевич
Научный руководитель - Исаев В.В.
a.s.karpunova@gmail.com**

Ключевые слова: PLA, E-ink, экология, мероприятия, бейдж, дисплей, корпус, технологии

Цель работы – создание экологичного и умного многоразового устройства идентификации личности при проведении мероприятий. В работе рассматривается способ создания устройства идентификации личности, оказывающего минимальный экологический след в окружающей среде, а также способного многократно использоваться не только в качестве идентификации личности, но и как способ контроля перемещения участников на территории проведения мероприятий.

В настоящее время актуальной проблемой является загрязнение окружающей среды. Различные изделия представляют опасность для экологии не только в процессе использования или утилизации, но и в процессе производства.

Особенно опасными и долго разлагающимися отходами является различные виды полимеров. Некоторые виды пластика и изделий из пластмасс используются долгосрочно, однако существуют изделия, срок использования которых составляет недели, дни и даже часы.

К таким изделиям относятся бейджи, используемые для предоставления информации о своем носителе на мероприятиях. Каждый год миллионы

человек посещают деловые мероприятия различных направленностей, для проведения которых привлекается огромное количество представителей средств массовой информации и обслуживающего персонала.

По завершении мероприятия все бейджи становятся неактуальными и непригодными для повторного использования, поэтому просто утилизируются. Часто материалы, из которых изготовлены бейджи, не могут быть переработаны и повторно использованы.

В работе разработан программно-аппаратный комплекс, включающий в себя следующие элементы: многоцветный бейдж, прошивающий модуль, программное обеспечение для ПК и мобильных устройств. Бейдж позволяет изменять не только информацию о носителе, но и дизайн, подстраиваемый под стилистику мероприятия.

Основой в создании данного бейджа является многоцветная электронная бумага E-ink, способная выводить цветное изображение на экран. Основной особенностью бумаги является то, что она может хранить изображение текста и графики в течение длительного времени, не потребляя при этом электрической энергии и затрачивая её только на изменение изображения. Принцип работы такого дисплея заключается в помещении заряженных частиц в микрокапсулы. Полярность подаваемого напряжения определяет отображаемый цвет. Многоцветность обеспечивается наличием тонких окрашенных оптических фильтров, точки которых разбиты на триады стандартных цветов CMYK.

Для обеспечения защиты от внешних физических воздействий, а также для предотвращения замыканий или внесения погрешностей в работу электронной

бумаги, экран помещен в корпус, изготовленный из PLA. Данный материал корпуса является экологичным и легким в производстве и конструировании. Время разложения PLA составляет 3 месяца, что обеспечивает экологичность устройства. Сама же конструкция легкозаменяемая и имеет возможность корректировки при необходимости. Крепление бейджа будет осуществляться через два отверстия в верхней части для продевания ленты. Таким образом избегается использование креплений из пластика и резины.

Для удобства пользователя, а также для упрощения работы организаторов, обратная сторона корпуса оснащена контактным разъемом для изменения информации на экране. Подключение к бейджу происходит путем помещения бейджа в прошивающий модуль. Прошивающий модуль имеет малые массогабаритные показатели и способен работать через мобильное устройство.

Для удобной работы с модулем, необходимо разработать программное обеспечение, которое позволит легко и просто размещать на экране бейджа как уже созданные изображения, а также создавать новые с помощью шаблонов.

Помимо этого, бейдж может быть дополнительно оснащён модулем RF-ID для организации прохода участников мероприятий через автоматизированные системы контроля доступа.

Данный вид бейджей может быть использован многократно, особенно актуально это для компаний, занимающихся организацией и проведением мероприятий, а также использования в качестве разовых пропусков на режимных объектах. Многократное использование позволит сократить не только использование пластмасс, но и расходы компаний, а

также повысить безопасность проведения мероприятий в случае использования RF-ID модулей.

Список использованных источников

1. *Comiskey B., Albert J. D., Yoshizawa H., Jacobson, J.* «An electrophoretic ink for all-printed reflective electronic displays» // *Nature* 1998, 394, (6690), 253—255.
2. *Медведев А.М.* Сборка и монтаж электронных устройств // *Мир электроники*. Москва. РИЦ Техносфера. 2007. 256 с.
3. *Иванов В.И., Аксёнов А.И., Юшин А.М.*, Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1989. 283 с.

Разработка программы для расчета параметров внутренней баллистики грунтового реактивного аппарата

Каскинбаев Азамат Фаизович

Балычев Александр Юрьевич

Никифоров Артем Валерьевич

Научный руководитель – профессор, д.т.н. Родченко В.В.
МАИ, Москва

alexandrb98@mail.ru, azamat_kaskinbaev@mail.ru,
rbaf@mail.ru

Ключевые слова: внутренняя баллистика, грунтовой реактивный аппарат, программное обеспечение.

Для быстрого и качественного определения оптимальных параметров внутренней баллистики грунтового реактивного аппарата (ГРАП), способного

двигаться в грунте с высокой скоростью за счет тяги ракетного двигателя твердого топлива (РДТТ), авторы разработали программное обеспечение, которое позволяет исключить вычисления внутренней баллистики данного аппарата из списка задач для самостоятельного выполнения инженера.

Перед авторами стояла задача – разработать программу, которая была бы способна по некоторым параметрам аппарата (требуемое давление в камере сгорания, диаметр камеры сгорания, тип топлива и количество шашек) построить графики зависимости изменения давления в камере сгорания от времени, диаграмму тяги ракетного двигателя твердого топлива от времени, зависимости скорости горения топлива от давления в камере и температуры заряда.

Важно отметить, что топливный заряд является основным элементом в конструкции аппарата при расчете баллистики. Так как каждый тип топливного заряда обладает своими характеристиками, то их различие, например, в скорости горения и удельной тяге, сильно влияет на баллистику ГРАП.

В результате работы программы, показанного на рис. 1, программа предоставляет следующие сведения о внутренней баллистике: $P_{k_{max}}$ и $P_{k_{min}}$ – максимальное и минимальное давление в камере сгорания (КС); R_{max} и R_{min} – максимальную и минимальную тягу РДТТ; время выхода на режим; t – время горения; F_{kr} – площадь критического сечения сопла; влияние температуры на давление в КС, тягу РДТТ и времени горения.

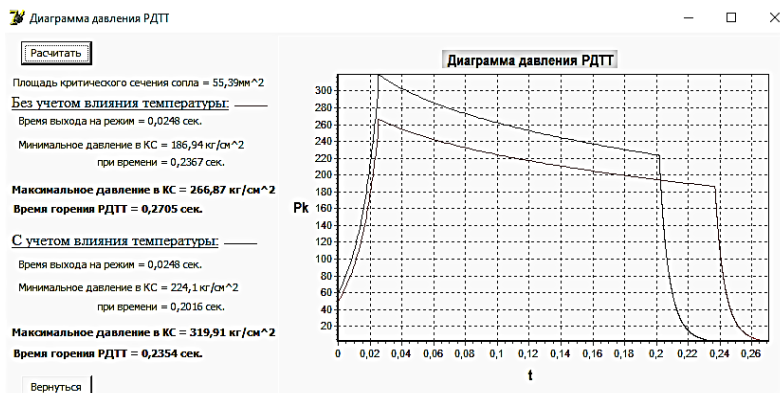


Рис. 1. График зависимости изменения давления в камере сгорания от времени при одном типе топлива без учета и с учетом влияния температуры при $T = 20^\circ\text{C}$

Так, предлагается несколько вариантов начальных параметров грунтового реактивного аппарата с различными характеристиками внутренней баллистики. Сравнивая данные между собой, выбирается наиболее оптимальный вариант.

Табл. 1. Параметры внутренней баллистики при различных значениях требуемого давления в КС ($n = 7, D = 195 \text{ мм}$) при одном типе топлива

Требуемое давление в КС $P_k, [\text{кг/см}^2]$		Параметры внутренней баллистики					
		P_{kmax} [кг/см ²]	P_{kmin} [кг/см ²]	R_{max} [Т]	R_{min} [Т]	t [с]	F_{kr} [мм ²]
200	$T = 0^\circ\text{C}$	211,46	155,11	19,39	14,21	0,2962	59,4
	$T = 20^\circ\text{C}$	246,87	181,08	22,7	19,39	0,2615	
250	$T = 0^\circ\text{C}$	266,87	186,94	23,2	16,24	0,2705	55,39
	$T = 20^\circ\text{C}$	319,91	224,1	27,9	19,45	0,2354	
300	$T = 0^\circ\text{C}$	323,34	216,56	27,09	18,13	0,2514	52,72
	$T = 20^\circ\text{C}$	398,13	266,65	33,48	22,3	0,2159	

Таким образом, с помощью программного обеспечения можно быстро и качественно определить параметры внутренней баллистики РДТТ, которые в дальнейшем используются для выбора оптимальных условий запуска ГРАП, а также его параметров движения.

Список использованных источников

1. Родченко В.В. Основы проектирования реактивных аппаратов для движения в грунте, 2009, - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. –360 с.
2. Родченко В.В. Выбор параметров пенетратора, входящего в лунный грунт с нулевой скоростью / В.В. Родченко, Э.Р. Садретдинова, Е.В. Гусев, А.Г. Галеев // Труды МАИ. – 2013. – № 64. – С. 14-22.

**Анализ способов управления высотой полета
мультироторной платформы с гибридной
силовой установкой**

**Климов Илья Сергеевич
Гаврилин Кирилл Борисович
Шайкин Родион Олегович**

МАИ, Москва

klimuch_98@mail.ru, kirik.gawrilin985@gmail.com,
Rodion-088@yandex.ru

Ключевые слова: БПЛА, дрон, САУ, регулятор, ПИД,
гибридная силовая установка

В данной работе решается задача управления высотой полета мультироторной платформой (МРП) с гибридной силовой установкой с разделенной нагрузкой [1], которая представляет собой комбинированное управление четырьмя несущими винтами, создающих основную часть подъемной силы, и четырьмя управляющими винтами, служащих для управления МРП по крену и тангажу. Таким образом, «разделение нагрузки» осуществляется благодаря использованию классической квадрокоптерной системы управления с добавлением дополнительного «силового» контура, обеспечивающего основной поток тяги (порядка 70%).

Для решения задачи следует рассмотреть динамику двух контуров МРП – силовой (грубый канал) и управляющий (точный канал). Наиболее очевидным решением будет являться создание с помощью грубого канала тяги равной более 95% от массы аппарата [2] для минимизации дополнительной нагрузки на управляющий канал. Но данный подход не оптимален для нетипичных режимов полета, например, для экстренного набора высоты. Помимо этого, существует

проблема с оценкой выработки топлива и как следствие – изменение алгоритмов управления при изменении массы аппарата.

На основе вышесказанного становится очевидно, что необходимо использовать весь потенциал двухконтурной системы и использовать особенности грубого и точного каналов. Таким образом мы сможем построить высокоточную систему управления высотой аппарата. Наиболее известны следующие схемы управления двухканальными системами подобного типа [3]: с независимым управлением, с последовательным управлением (грубый канал разомкнут и замкнут), с параллельным управлением и с комбинированным управлением. Проведя анализ этих систем было выявлено, что наиболее подходящая под нашу задачу является схема с комбинированным управлением. Данная схема объединяет положительные качества двухканальных систем с независимым и последовательным управлением. В этой схеме нам достаточно использовать один датчик рассогласования выходной координаты и входного воздействия. При реализации комбинированной системы управления была использована следующая структурная схема (Рис. 1):

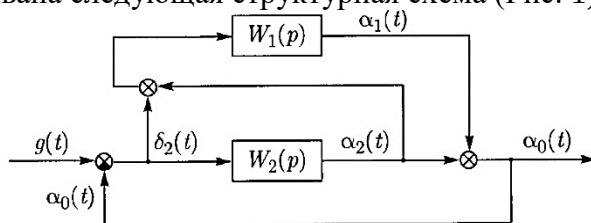


Рис. 1. Структурная схема двухконтурной комбинированной системы управления.

Данная схема была реализована и промоделирована в среде Simulink Matlab. На основе моделирования была произведена настройка параметров

контура, а также промоделированы экстремальные режимы полета и работы аппарата, такие как действия при ветре и ошибках датчиков, а также использование полной мощности всех двигателей.

Список использованных источников

1. Завольский И.Н., Климов И.С., Котельникова А.В., Рыбников С.И., Чемоданов В.Б. О некоторых подходах к построению гибридных мультироторных летающих платформ и управлению ими/ Вопросы инновационного развития аэрокосмического комплекса России. Материалы первой Общероссийской научно-практической конференции – М.: Издательство «Доброе слово», 2018 –С. 93. ISBN 978-5-89796-640-0

2. Климов И.С., Миронова М.А., Пименов Ю.М., Шайкин Р.О. Особенности управления мультироторной платформой с разделенной нагрузкой/ Сборник трудов 27 Международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики обработки информации», 14-20 сентября 2018г., Алушта. Тамбов; Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018- С. 136. ISBN 978-5-8265-1922-6

3. Автоматические системы и устройства наведения лазерных пучков / Под ред. Чемоданова В.Б.- М., ФИЗМАТЛИТ, 2016.- 280с.- ISBN 978-5-9221-1644-2/.

Моделирование распределения газодинамических параметров в ракетном двигателе значительного удлинения

Колотов Евгений Сергеевич

Тульский государственный университет, Тула

Для ракетных двигателей твердого топлива, имеющих значительное удлинение и высокую объемную плотность заряжения, характерно существенное изменение параметров газового потока по длине камеры сгорания вследствие падения статического давления, появления эффекта эрозионного горения и гидродинамических потерь. Для моделирования процесса в одномерной квазистационарной постановке разработан алгоритм и программа «RDTT_1GasDin», реализующая его, которая поддерживает выполнение следующих функций:

- 1) ввод физических параметров;
- 2) визуальный выбор геометрии снаряжения двигателя;
- 3) задание геометрических размеров;
- 4) отображение результатов расчета в графической форме;
- 5) отображение результатов расчета в виде числовых величин и массивов данных.

Оперативное отображение и документирование результатов расчета осуществляется в виде изображения на экране и файла текстового формата. Программа поддерживает защиту от ошибок пользователя и обеспечивает диагностику некорректной структуры и содержания входных данных. Входными данными для работы ПК являются:

- Габаритные размеры камеры сгорания двигательной установки;

- Геометрия снаряжения;
- Физические данные о свойствах топлива и продуктов сгорания;
- Параметры расчета и выводимой информации. Выходными данными, формируемыми ПК, являются:
 - Графическое изображение давления, температуры, скорости и плотности продуктов сгорания вдоль оси камеры двигателя, отображаемое на экране монитора;
 - Результирующий файл «*.rez» текстового формата. Результаты расчета выводятся в данный файл при необходимости. Формат — текстовый (кодировка ANSI). Расположение информации — табличное, с пояснениями выводимых величин. Для обеспечения лучшей совместимости с программой Excel в качестве разделителя значений в файлах результатов расчета используется символ табуляции.

Профессиональная ориентация в среде отраслевых предприятий студентов

Кондратьева Галина Игоревна

МАИ, Москва

galyakondr@mail.ru

В настоящее время студенты и выпускники Института №7 «Робототехнические и интеллектуальные системы» МАИ востребованы на многих предприятиях авиационной промышленности.

На основе интервьюирования студентов Института №7 была найдена проблема – определение места работы или прохождения практики. В связи с большим количеством отраслевых предприятий, необходимо изучать специфику каждого предприятия самостоятельно, что занимает достаточно много

времени, а получаемая информация может быть искажена и не актуальна.

Поэтому, мной была предложена инициатива организации экскурсий на данные предприятия для студентов, где они могли бы узнать предприятие «изнутри», послушать компетентных сотрудников о деятельности предприятия, перспективах трудоустройства и дальнейшего карьерного роста.

До проведения экскурсий были созданы опросы среди студентов Института №7, необходимо было выяснить заинтересованность в данных мероприятиях и, если интерес есть, то какие именно предприятия выбрать.

По данным опроса, большинство студентов заинтересованы в данных мероприятиях, и самым востребованным предприятием оказалось Корпорация «Тактическое ракетное вооружение» (КТРВ). Было принято решение провести экскурсию на данное предприятие для студентов, которые проявили заинтересованность.

На данной экскурсии студенты подробно узнали о работе на предприятии и дальнейшие перспективы, побывали в музее, где им подробно рассказали про историю становления корпорации. Студенты увидели процесс производства элементов ракет и познакомились с оборудованием, на котором создаются будущие детали. Также студенты получили ответы на часто задаваемые вопросы: заработная плата, условия труда, какие задачи перед ними будут стоять, и, конечно, дальнейшее трудоустройство, на что был получен положительный ответ.

По результатам экскурсии большинство участников заинтересовались в прохождении практики на данном предприятии и в дальнейшем

трудоустройстве и дали отзыв о пользе данного мероприятия.

Положительный отзыв способствовал принятию решения о масштабировании проекта, увеличения числа предприятий для экскурсий.

В конце 2019 года, после экскурсий на предприятия, был выполнен анализ для оценки пользы проекта для Института №7, который показал, что количество выпускников, устраивающихся на работу по специальности, выросло на 20% с помощью данного проекта, по сравнению с 2016 и 2017 годами.

Выводы

Проект был создан для помощи студентам в профориентации, создания диалога между студентом и предприятием-работодателем. Данный проект полностью реализует такую потребность, кроме того, повышает количество выпускников Института №7 работающих по специальности. В будущем планируется привлечь к проекту абитуриентов, в целях агитации поступления в МАИ на специальности Института №7, а также для популяризации технических профессий. Кроме этого, планируется расширить число предприятий-партнеров, и масштабировать проект на уровень университета.

Разработка и исследование конструкции сотовблоков трехслойных панелей и оболочек с избыточным

внутренним давлением газа

Коновал Дарина Викторовна

Дерен Екатерина Андреевна

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Волхонский А.Е.

МАИ, Москва

knvar@yandex.ru, eaderen@gmail.com

Ключевые слова: инновационные технологии, сотовблоки, трехслойные панели, авиация, композиционные материалы, компьютерный эксперимент

Одним из вариантов использования инновационных технологий в конструкции современных транспортных средств является применение модернизированных сотовблоков трехслойных панелей и оболочек.

Сотовая панель – это конструкция, состоящая из верхней и нижней наружных обшивок и заполнителя в виде сот между ними. В авиации такие панели применяются давно, и используются для изготовления внешней обшивки, стенок силовых элементов и полов на различных типах летательных аппаратов. Материалами для изготовления сотовых заполнителей служат бумага типа «номекс», титановая и алюминиевая фольга, фольга, изготовленная из нержавеющей стали, стекло- и углеткани.

Трехслойная конструкция обладает повышенной жесткостью и прочностью, что позволяет уменьшить толщину оболочек, панелей и число элементов жесткости, что сопровождается существенным уменьшением массы конструкции.

Кроме высоких механических характеристик и низкого удельного веса к числу ценных качеств используемых материалов следует отнести их стойкость к воздействию кислот, щелочей, органических растворителей, масел и морской воды. Армированные пластики технологичны, обладают высокой демпфирующей (или амортизирующей) способностью и вибростойкостью, радиопрозрачностью, тепло- и электроизоляционными свойствами, нечувствительностью к магнитному полю.

К тому же, сотовый наполнитель до 95% состоит из воздуха, поэтому и обладает малым весом конструкции, хорошей звуко- и теплоизоляцией, великолепно поглощает энергию. Обобщенные результаты исследования по сравнению сотовых конструкций с другими конструкциями и материалами показывают их бесспорное преимущество. Которые показали их преимущество.

Но сотовые блоки, которые на данный момент используются при конструировании авиационной техники все же уступают по прочности металлам, и здесь необходимо разрешить главное противоречие авиации: чем больше прочность – тем больше вес конструкции.

Один из вариантов облегчения конструкции с использованием сотовых блоков, это сохранение заданной прочности за счет повышенного давления в наполнителе сотовой панели. Сохраняя свойства материалов и структуры сотовых авиапанелей, при этом повышая внутреннее давление, повышается сопротивление воздействиям внешней среды, и тем самым увеличивается прочность всей конструкции, примерно сравниваясь с прочностью металлов, а масса конструкции оказывается значительно ниже. При этом

разность внутреннего и атмосферного давлений должна быть не слишком велика, так как в таком случае есть повышается вероятность разрушения конструкции, плюс необходимо учитывать перепады давления с изменением высоты полета.

Для проверки данной теории был проведен компьютерный эксперимент в системе COMSOL. Были смоделированы несколько образцов: отдельно стоящая ячейка; отдельно стоящая ячейка, наполненная газом; сотовая панель (клеевое соединение); сотовая панель (сварное соединение); сотовая панель с избыточным внутренним (клеевое соединение), сотовая панель с избыточным внутренним (сварное соединение).

При проведении компьютерного эксперимента, выяснилось, что отдельно стоящая сотовая ячейка, наполненная газом, будет расширяться, но в совокупности в сотовой панели сила давления, нагружающая ячейку, будет компенсироваться силой давления внутри соседней ячейки и расширения ячейки происходить не будет, но при этом будет повышаться сопротивление внутренним воздействиям. По показателям такая конструкция может составить конкуренцию металлу, так как прочность при данных условиях повышается на 30%, при этом все остальные физико-механические свойства сохраняются в полном объеме.

Эксперимент также выявил ряд проблем, связанных с эксплуатацией и производством данной конструкции. При резком или значительном изменении давления внешней среды начинает происходить разрушение авиапанели, что означает невозможность применения ее на ответственных агрегатах ЛА, но при этом расширяется круг участков, использование в которых требует высокой прочности конструкции, в то

время как обычные авиапанели не подходили по характеристикам для использования в данных агрегатах. Эту проблему можно решить путем замены технологии: вместо клеевого соединения использовать паяное, а также путем уменьшения разницы давлений, и тем самым сделать авиапанель пригодной для использования на ответственных агрегатах летательного аппарата.

Еще одна немаловажная проблема связана с технологией заполнения данных конструкция газом, для создания разницы давлений. На данный момент нет определенной технологии подходящей под выполнение данной задачи, а возможно только изготовление опытных образцов только в лабораторных условиях и небольших масштабах. Уже не раз проводились попытки изобрести устройство, способное изолировано произвести заполнение газом сотового заполнителя и выполнить соединение конструкции. Необходимо такое устройство, которое бы изолировало конструкцию от внешней среды и в условиях повышенного давления производило соединение обшивки и заполнителя. Один из вариантов – применение роботов для данной работы.

Таким образом, проведение компьютерных экспериментов показало, что теория верна и прочность сотовой панели повышается приблизительно на 30% при незначительном повышении давления, относительно атмосферного, внутри сотовых блоков. Такие панели обладают повышенной прочностью и могут применяться в конструкциях, к которым применяются высокие требования, главные из которых малый вес и высокая прочность. Но у конструкторов встает ряд вопросов связанных с производством и эксплуатацией, многие из которых решаются довольно просто, но главной, и пожалуй, единственной проблемой данных перспективных конструкций является невозможность на

данном этапе запуск их в серийное производство из-за недоработок в технологическом процессе.

Список использованных источников

1. Сливинский, В. И. Конструктивно-технологические решения по созданию рациональных сотовых конструкций различного назначения В. И. Сливинский//Машиностроение Украины: Новые технологии / ДГУ. Днепро-петровск, 1999. С. 51-88.

2. Сливинский, В. И. Сотовые заполнители. Классификация, применение, расчет физико-механических характеристик / В. И. Сливинский, В. В. Пергат, Г. В. Ткаченко; ЦНТИ «Поиск». Киев , 1990. 43 с.

3. Ендогур, А. И. Сотовые конструкции. Выбор параметров и проектирование / А. И. Ендогур, М. В. Вайнберг, К. Н. Иерусалимский. М.: Машиностроение, 1988. 200 с.

4. Панин, В. Ф. Конструкции с заполнителями: справ. В.Ф. Панин, Ю.А. Гладков. М.: Машиностроение, 1991.272 с.

5. Кобелев, В. Н. Расчет трехслойных конструкций /В. Н. Кобелев, Л.М. Коварский, С. И. Тимофеев. М.: Машиностроение, 1984. 304 с.

6. Иванов, А. А. Новое поколение сотовых заполнителей для авиационно-космической техники / А. А. Иванов, С. М. Кашин, В. И. Семенов. М.: Энергоатомиздат, 2000. 584 с.

7. Сливинский, В. И. Эффективность нанесения клея из расплава на торцы сотового заполнителя / В. И. Сливинский, Х. Э. Тамайо / Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. НАКУ «ХАИ», посвящ. 70-летию ХАИ/ХАИ. Вып. 22 (5). Харьков, 2000. С.146 150.

Использование геосинхронной петли трассы орбиты «Молния» для экомониторинга Байкала

Константинова Анастасия Павловна

МАИ, Москва

nastya-konstantin@lenta.ru

Ключевые слова: экомониторинг, петля трассы, Байкал, орбита, траектория, космический аппарат.

На сегодняшний день состояние экосистем озера Байкал продолжает ухудшаться. В первую очередь, на это влияет антропогенная деятельность: несанкционированные вырубки леса, свалки ТБО (твердых бытовых отходов), стоки промышленных предприятий, лесные пожары, активная туристическая деятельность и другие факторы, которые приводят к эвтрофикации водоёма, обмелению озера и сокращению количества эндемиков. Для сохранения благоприятной обстановки необходимо постоянное наблюдение за озером. Я предлагаю запустить спутник и использовать геосинхронную орбиту «Молния» для мониторинга водоохраной территории Байкала.

Период обращения космического аппарата (КА) зависит от высоты орбиты. С математической точки зрения важен факт увеличения периода обращения КА с возрастанием высоты орбиты. В частности, период обращения КА по орбите, равный $T_{24} = 24$ часам, то есть периоду обращения Земли вокруг своей оси, будет на геостационарной орбите (ГСО). Высота ГСО равна

$$h_{\text{АН}} = \sqrt[3]{\frac{\mu_3 T_{24}^2}{4\pi^2}} - R_3 \approx 35786 \text{ км} \approx 36000 \text{ км} . \quad \text{Если КА}$$

находится ниже ГСО, то он обгоняет вращающуюся Землю в процессе своего орбитального движения, а если

выше – отстаёт от вращения Земли. На этом свойстве баллистики была создана система космических аппаратов «Молния» с орбитами, трассы которых описывают петли на поверхности Земли. Задача исследования заключается в детальном изучении свойств петли трассы для достижения цели работы, то есть для формирования рациональной или оптимальной орбиты для наблюдения за конкретным районом поверхности Земли из космоса. В частности, требуется сформировать орбиту КА для наилучшего наблюдения за районом озера Байкал [1]. Для решения сформулированной задачи необходимо было создать математическую модель движения КА относительно поверхности вращающейся Земли. Для первичной оценки и иллюстрации положительного эффекта от предполагаемого результата нет смысла пользоваться сложными баллистическими программами, но вполне достаточно изучить невозмущённое движение КА по эллиптической орбите [2]. Задача решалась аналитически с привлечением компьютера и созданием программ на языке ПАСКАЛЬ в несколько этапов [3]. Для контроля правильности полученных промежуточных результатов в процессе решения задачи за основу были приняты следующие исходные данные и характеристики известной орбиты «Молния» со следующими параметрами: наклонение $i=62,8^0$; большая полуось $a=26561$ км; эксцентриситет $\varepsilon=0,725$; высота перигея $h_p=933$ км; высота апогея $h_a=39448$ км; радиус Земли $R_3=6371,210$ км; гравитационный параметр Земли $\mu_3 = GM_3 = 3,986004415 \left(\text{м}^3 \text{с}^{-2} \right)$; угловая скорость вращения Земли $\omega_3 = 7,2921158553 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$. Сначала было проведено описание эллиптической траектории:

удаление апогея от центра Земли $r_a = R_3 + h_a$, удаление перигея от центра Земли $r_n = R_3 + h_n$, фокальный параметр $p = r_a(1 - \varepsilon)$, уравнение эллипса в полярных координатах $(r; \varphi)$ записывается в виде

$$r = r(\varphi) = \frac{p}{1 + \varepsilon \cdot \cos \varphi}.$$

Для моделирования движения КА по эллиптической орбите в полярных координатах $(r; \varphi)$ достаточно изменять полярный угол φ от 0^0 до 360^0 и вычислять полярное удаление r . Шаг изменения полярного угла удобно выбрать постоянным, а для повышения точности расчётов уменьшать его. При отладке программы этот шаг был 10^0 , затем был уменьшен до 1^0 , но табличный редактор EXCEL позволит работать с шагом $0,01^0$, чтобы строить графики по 36000 точкам. Переход от полярной системы координат к декартовой выполняется по формулам

$$\begin{cases} x = r \cos \varphi ; \\ y = r \sin \varphi . \end{cases} \quad \text{Поворот плоскости эллиптической}$$

траектории на величину наклонения i сформировал новые координаты текущей точки орбиты

$$\|x_1 \ y_1 \ z_1\| = \|x \ y \ z\| \cdot \begin{vmatrix} \cos i & 0 & -\sin i \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin i & 0 & \cos i \end{vmatrix}, \quad \text{которые потом}$$

были пересчитаны в географическую широту и долготу

$$\begin{cases} \varphi_g = \varphi_{g0} = \arctg \frac{z_1}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} ; \\ \lambda_g = \lambda_{g0} - \omega_3 t = \arctg \frac{y_1}{x_1} - \omega_3 \sum_{i \in \Delta \ddot{a} \ddot{a}} \frac{S_{\Delta i}}{S_{ell}} T . \end{cases} \quad \text{Учёт}$$

времени движения КА по эллиптической орбите выполнен на основе второго закона Кеплера (закона площадей).

Решение этой задачи реализовано на компьютере с помощью языка программирования ПАСКАЛЬ. На рисунке показан окончательный реальный вариант трассы КА «Молния» с учётом вращения Земли.

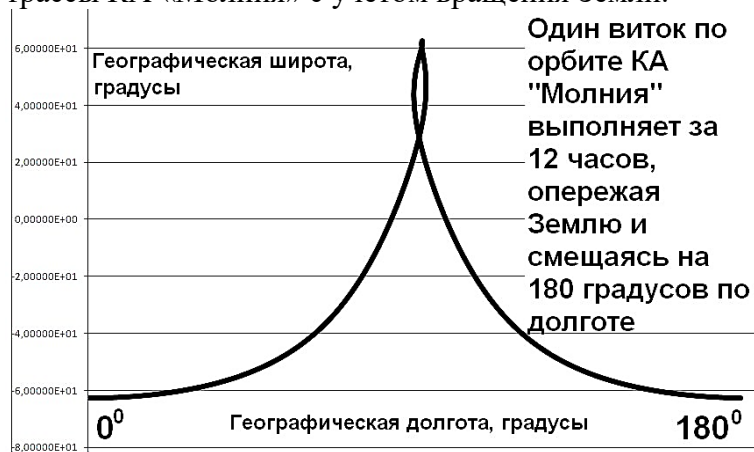


Рис. 1 Петля трассы КА на орбите “Молния”

Полученные результаты позволяют сформулировать основной вывод.

Подбирая параметры орбиты, можно сформировать трассу КА, наиболее благоприятную для наблюдения заданного района поверхности Земли. Для экомониторинга озера Байкал петля трассы должна находиться над водоёмом.

Список использованных источников

1. Меньшиков В.А., Перминов А.Н., Урлич Ю.М. Глобальные проблемы человечества и космос. – М.: «Изд.МАКД», 2010. – 570 с.

2. Акимов А., Гриценко А., Степанов А., Чазов В. Особенности построения и эксплуатации орбитальных

группировок систем спутниковой связи / Спутниковая связь и вещание, 2016. – С.72-87.

3. Константинова А.П. Получение новой информации об экологии Байкала с помощью старых орбит "Молния" / Материалы XXX Международной конференции "Современные информационные технологии в образовании 2019". Часть 2. Ред. группа: Алексеева О.С. и др. - Троицк-Москва, 25 июня 2019 г. - Изд-во "Тровант", 2019. - 167 с. - Ил. - ISBN 978-5-89513-446-7. - С.113-115. - Эл. ресурс: <https://ito2019.bytic.ru/uploads/files/compilation2019.pdf>

**Разработка и исследование бортовой цифровой
вычислительной машины (БЦВМ) с
принудительным конвективным охлаждением**

Корнеев Илья Викторович¹

Гончаров Юрий Александрович²

Усков Евгений Олегович²

Акилин Владимир Иванович¹

МАИ¹, Москва, АО «РПКБ»², Раменское

ivkorneev0@gmail.com

tppisula@mail.ru

Ключевые слова: бортовая цифровая вычислительная система, комплекс авиационного оборудования, конвективное охлаждение, кондуктивное охлаждение.

При использовании концепции интегрированной модульной авионики (ИМА) проведен переход построения БЦВМ с кондуктивного на конвективное охлаждение.

В настоящее время одной из наиболее прогрессивных концепций построения комплексов

авиационного бортового оборудования является идеология интегрированной модульной авионики (ИМА), которая базируется на открытой архитектуре и единой вычислительной платформе.

К числу ведущих предприятий – разработчиков бортовых цифровых вычислительных систем, строящихся по данной концепции, относится АО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро» (РПКБ). Основным постулатом концепции ИМА с точки зрения разработки бортовой аппаратуры является отказ от понятие бортовой вычислительной машины (БЦВМ) как отдельной структуры составления вычислительного комплекса и замены её набором унифицированных стандартных модулей. Проведённые испытания макетного образца БЦВМ, построенного в соответствии с концепцией ИМА, показали, что одной из задач является отвод выделяющегося тепла при функционировании электронных блоков. В настоящее время отвод тепла от ЭРИ осуществляется путём воздушного или жидкостного охлаждения.

Для осуществления конвективного охлаждения бортовой цифровой вычислительной машины, разработанной на концепции технологии, сущность которой заключается в следующем. Для осуществления рассеивания тепла использовалась технология запрессовки в теплоотводящие конструкции каналов направленного теплоотвода в виде медных вставок и участков конденсирования контурных тепловых труб (КТТ). Тип теплоносителей и диаметр КТТ определяется величиной отводимой тепловой мощности, объем меди — требования к весу и стоимости теплоотводящей несущей конструкции. В зависимости от заданных эксплуатационных характеристик устройства для несущих конструкций

применяются различные, в том числе твёрдые, алюминиевые сплавы в сочетании с защитными химикогальваническими и лакокрасочными покрытиями.

В работе рассматривается структура, состав, принцип работы, особенности построения функциональных блоков, приводится решение типовых задач с помощью данной БЦВМ.

Список использованных источников

1. Ефанов В.Н., Бодрунов С.Д. Открытые архитектуры в концепции авионики пятого поколения// Мир авионики. 2004. № 5. С. 20—28.
2. Федосов Е., Косьянчук В., Сельвесюк Н. Интегрированная модульная авионика // Радиоэлектронные технологии. 2015. № 1. С. 66—71.

Разработка модели сетевого взаимодействия радиолокационных средств для непрерывного мониторинга на носителях воздушного базирования

Кулыгин Сергей Владимирович¹

Кочкаров Азрет Ахматович^{2,3}

МАИ¹, АО «РТИ»², Финансовый университет³, Москва
serega97-never@mail.ru, AKochkarov@aorti.ru

Ключевые слова: система мониторинга, беспилотные летательные аппараты, активные фазированные антенные решетки, MANET – сеть, моделирование.

Пространственно-распределенную систему мониторинга принято объединять в единую сеть, которую можно описать динамическими графами. Благодаря этой сети можно получать различную

информацию от подвижных средств различного базирования [1].

Эти средства объединяются в одну динамическую сеть для решения конкретных задач, например, для обеспечения информационного взаимодействия, получения некоторой измерительной информации и т.д.

Главным критерием к системам мониторинга является своевременное доведение информации о наблюдаемых объектах в зоне ответственности до потребителей информации.

В качестве информационных средств рассматривают беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые имеют приемо-передающее оборудование, благодаря этому данные передаются от одного БПЛА до другого, и так вплоть до потребителя информации.

Для применения БПЛА в сети мониторинга требуется от их создателей разработки и внедрение конформных антенных систем, логично вписанных в конструктив летательного аппарата [2].

Для непрерывности информационного взаимодействия между подвижными средствами мониторинга и для передачи информации от БПЛА конечному пользователю на каждом БПЛА устанавливаются активные фазированные антенные решётки (АФАР). АФАР - фазированная антенная решётка, в которой направление излучения и (или) форма диаграммы направленности регулируются изменением амплитудно-фазового распределения токов или полей возбуждения на индивидуальных активных излучающих элементах.

Пример начала работы модели информационного взаимодействия может быть следующим. В начальный момент времени АФАР на БПЛА формирует

всенаправленный луч и отправляет сигнал с информацией о своем местоположении. Этот сигнал принимают остальные БПЛА и отправляют в ответ сигнал о своем местоположении. Таким образом, БПЛА известны координаты средств подвижного мониторинга для того, чтобы АФАР на БПЛА создавал узкий луч для передачи служебной информации подвижному средству мониторинга, а тот в свою очередь передает другому средству и так информация доводится до конечного пользователя. Этот узкий луч нужен для того, чтобы служебная информация не была перехвачена противником.

Также следует отметить, что с помощью программного обеспечения на БПЛА формируются варианты маршрутов передачи сигнала до пункта управления, образуя некую динамическую сеть с вершинами и ребрами. И в случае выхода одного БПЛА из строя, сеть должна быть переконфигурирована таким образом, чтобы при изменении маршрута передачи сигнала, информация доходила до конечного пользователя.

Возможны такие случаи, когда один или несколько БПЛА выходят из строя, тогда топология сети должна меняться во времени таким образом, чтобы обеспечивать надежный маршрут для передачи информации конечному пользователю. Для этого необходимо в зоне ответственности системы мониторинга развернуть беспроводную сеть. В этой сети будут меняться функционирующие соседи и расстояние между соседними работающими узлами. Сеть будет одноранговой, это значит, что функции узлов внутри сети одинаковы. Каждый узел может общаться с другим узлом без посредничества базовой станции, точки доступа или координатора сети, все это

возможно благодаря АФАР, установленных на БПЛА. Еще одной особенностью одноранговой сети является необходимость наличия у узлов функции ретрансляции, а АФАР эту функцию обеспечивают.

В зоне ответственности системы мониторинга предлагается развернуть MANET-сеть. MANET (Mobile Ad hoc NETworks) – беспроводные децентрализованные самоорганизующиеся сети. Отличительной особенностью MANET считается способность к самоорганизации без какой-либо внешней административной системы. Узлы в подобных сетях могут служить как маршрутизаторами, так и хост-узлами, они могут пересылать пакеты данных для других узлов и поддерживать выполнение приложений пользователя [3].

Узлы MANET оснащены беспроводными передатчиками и приемниками, использующими антенны, которые могут быть всенаправленными для широко вещания или же направленными для соединений «точка-точка». Могут еще использоваться и комбинации антенн. В любой момент времени в зависимости от расположения узлов, зон покрытия, уровня мощности передатчиков и уровня взаимодействия между каналами картина беспроводной связности имеет случайную форму. Топология подобной сети имеет возможность изменяться с течением времени в результате движения узлов или изменения их параметров.

С помощью пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений возможно разработать модель MANET-сети (рисунок 1), где моделируется передача пакетов между двумя БПЛА в зоне ответственности системы мониторинга по самому наилучшему и безопасному маршруту. Это приводит к повышению скорости доставки пакетов.

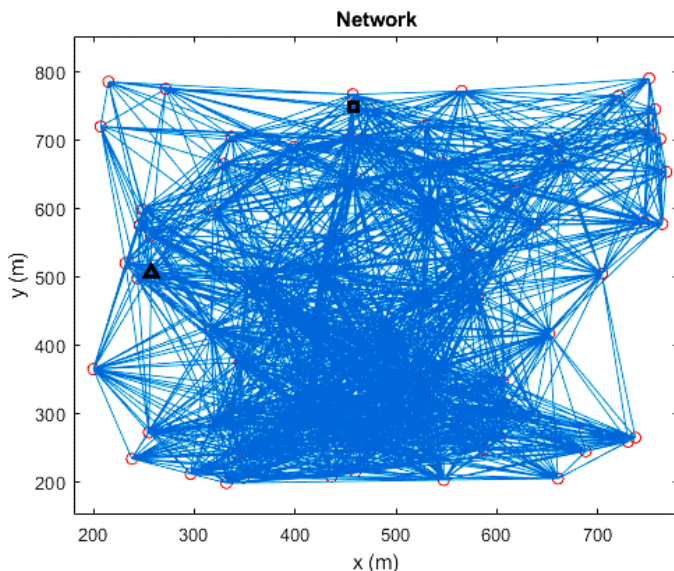


Рис.1. Топология MANET-сети с узлами

Полученные результаты в процессе моделирования помогут оценить эффективность использования каждого узла в системе мониторинга, что позволит улучшить систему подвижных средств мониторинга. Поэтому, благодаря модели появляется возможность оценить правильный прием пакета каждым узлом и время, потраченное на передачу пакетов, а также разработать систему мониторинга таким образом, чтобы информационное взаимодействие между подвижными средствами мониторинга было на высоком уровне.

Список использованных источников

1. Кочкаров А. А., Малинецкий Г. Г., Кочкаров Р. А. Некоторые аспекты динамической теории графов // Журнал вычислительной математики и

математической физики, 2015, том 55, № 9. - С. 1623-1629.

2. Ильин Е. М., Полубехин А. И., Черевко А. Г. Конформные антенные системы – перспективное направление развития бортовых РЛК для беспилотных летательных аппаратов // Вестник СибГУТИ. 2015. № 2. С. 149–155.

3. Голубев, А. С. Статическая маршрутизация с использованием структурных особенностей в мобильных децентрализованных сетях: диссертация ... кандидата технических наук: 05.12.13. - Владимир. гос. ун-т, Владимир, 2008. - 141 с.

Система входной информации управления городского БЛА

Ладыкин Николай Владимирович

ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж

Ladykinnikolay@gmail.com

Ключевые слова: городская аэромобильность, лидар, GPS, ГЛОНАСС, беспилотный летательный аппарат, система управления, аэротакси.

В настоящее время в разных отраслях активно развивается использование беспилотных авиационных систем. Использование беспилотного летательного аппарата может иметь большую эффективность в ряде отраслей. Применение БЛА в городских условиях является одним из самых перспективных направлений развития беспилотной авиации.

Одной из основных проблем при проектировании БЛА, использующегося в городских условиях, является проблема его ориентации и координации его перемещений. Для этого БЛА должен быть обеспечен наиболее продвинутой системой автоматического

управления, нежели БЛА сельскохозяйственного или грузового предназначения.

При проектировании системы управления БЛА перед конструкторами стоит задача о правильном выборе набора датчиков из множества всевозможных вариантов. На данный момент, существует большое количество детекторов и контролеров, позволяющих следить за теми или иными кинематическими характеристиками, или состоянием окружающей среды. Некоторые типы датчиков могут выполнять одну задачу, однако в их основе могут лежать разные принципы работы. Соответственно, одни датчики могут дополнять и корректировать общие потоки данных, тем самым, повышая общую помехоустойчивость и автономность системы управления.

Однако, излишние дублирование недопустимо, так как любое средство измерения имеет определенные габариты и вес, оно так или иначе уменьшает грузоподъемность и другие не менее важные для потребителя характеристики. Также при дополнительном дублировании кратно увеличивается объем информации, необходимой для обработки, следовательно, увеличиваются требования к вычислительной мощности вычислительных блоков системы, что может повлечь за собой увеличение энергопотребления, и увеличение необходимой емкости аккумуляторной батареи, и увеличение мощности системы охлаждения, что может отрицательно сказаться на грузоподъемности и конечной стоимости системы. Этот пример, хорошо показывает, с какими проблемами приходится сталкиваться при выборе определенного набора датчиков в системе управления БЛА.

В данном докладе приводится анализ выбора достаточного и необходимого набора датчиков системы

управления для городского БЛА с заданными характеристиками:

1. максимальная скорость полета на уровне моря 150 -180 км/ч;
2. взлётная масса 850 кг;
3. полезная нагрузка (исключая топливо) 200 кг;
4. скорость сваливания с крыла 80 км/ч;
5. максимальная скороподъемность 4 м/сек;
6. максимальные углы крена $\pm 15^\circ$;
7. максимальные углы тангажа $\pm 10^\circ$;
8. диапазон температур окружающей среды – 5...+45 °С;
9. ускорения при полете и приземлении до 2 g;
10. расчетная дальность 100 км;
11. высота 5000 м;
12. время полета 1 ч.

Список использованных источников

1. Буянов, И. А. Автономная система ориентирования беспилотного летательного аппарата: состав и схема функционирования в формате 3D / И. А. Буянов, В. К. Исламов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 50 (184). — С. 24-30. — URL: <https://moluch.ru/archive/184/47140/>

2. Прокопьев И. В., Бецков А. В. Структура системы управления беспилотных летательных аппаратов специального назначения // НиКа. 2012. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-sistemy-upravleniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-spetsialnogo-naznacheniya>.

3. ООО «ТАЙБЕР» — научно-производственное предприятие, специализирующееся на промышленных системах автоматического управления подвижными объектами: [Электронный ресурс]. URL:<https://www.tiber.su/>

**Применение интегрированных информационных
систем при решении задач моделирования
робототехнических систем вооружения**

Латышева Евгения Андреевна

МАИ, Москва

zhenechka.latysheva@mail.ru

Ключевые слова: интегрированные информационные системы, компьютерное моделирование, системы вооружения.

Актуальность применения интегрированных информационных систем (ИИС) в моделировании обусловлена сложностью процессов, протекающих во время функционирования робототехнических систем (РТС) вооружения. Первоначальное изготовление натурального образца для изучения системы сопряжено с большим количеством сложностей, и, следовательно, может привести к затягиванию процесса изготовления новых образцов вооружения, что может негативно отразиться на вопросах обороноспособности страны. В настоящее время всё большее внимание уделяется методам имитационного моделирования и его элементам.

Анализ современной литературы, имеющейся в открытом доступе, показал, что большинство задач моделирования для РТС вооружения решается с использованием одной моделирующей среды, то есть решаются частные задачи, не учитывающие мультифизичность происходящих процессов. Цель данной работы состоит в формулировании методологического и практического подхода к комплексному моделированию РТС вооружения на примере реактивной системы залпового огня (РСЗО).

Данный подход подразумевает использование преимущественно отечественных программных продуктов.

В основу методологии моделирования положено использования трёх технологий:

1. Системы автоматизированного проектирования (САПР) SolidWorks, основная роль которой заключается в хранении информации об геометрических и инерционно-массовых характеристика элементов комплекса РСЗО;

2. Среды динамического моделирования технических систем SimInTech [1], которая используется для реализации алгоритмов системы управления реактивного снаряда (РС) РСЗО.

3. Программного комплекса моделирования динамики многокомпонентных систем EULER [2], который выступает в качестве расчётного ядра для комплексного моделирования РТС вооружения.

Для реализации моделирования комплекса РСЗО [3] сформирована блочно-модульная структура (рис. 1). Моделью верхнего уровня является пусковая установка – элемент комплекса РСЗО, представляющий собой набор контейнеров (и направляющих без реактивных снарядов), объединенных в единую конструкцию.

Исследование внутрибаллистического рабочего процесса в энергетическом приводе

Ласкин Владислав Александрович

Тульский государственный университет, Тула

В работе рассматриваются вопросы численного моделирования внутрибаллистических процессов в пиротехническом приводе подвижных механизмов (пиропатроне) и приводятся рекомендации к

проектированию заряда пиропатрона посредством проведения вычислительного эксперимента.

Разработаны математическая модель функционирования пиропатрона на основе уравнений термодинамики тела переменной массы и создан программный комплекс, позволяющий проводить внутрибаллистический расчет в нем.

Математическая модель рабочего процесса в пиропатроне представляет собой совокупность уравнений, описывающих физические явления, происходящие в процессе работы пиропатрона, а также начальные условия.

При разработке алгоритма и математической модели рабочего процесса в пиропатроне поток газа принимается однофазным, движение, горение и вынос конденсированных частиц не учитываются.

В работе приводятся результаты вычислительных экспериментов, рекомендации, дальнейшие направления исследований.

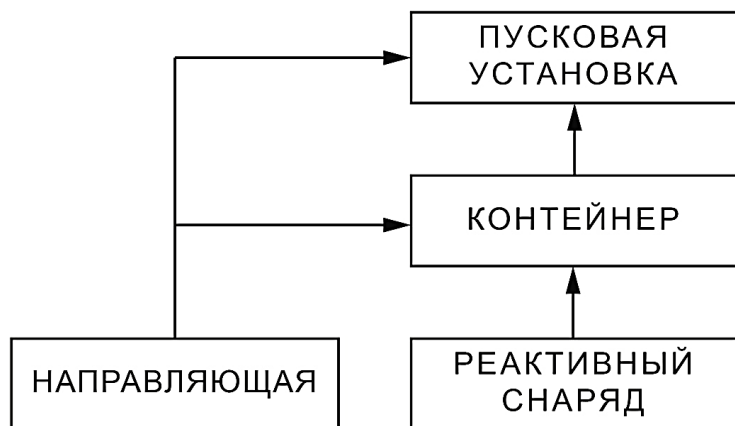


Рис.1. Блочнo-модульная структура моделей комплекса РСЗО

В модели контейнера описывается направляющая и размещенный в ней РС. Модели направляющей и реактивного снаряда используются в данной модели в качестве агрегатов. Наибольший практический интерес в этой модели представляет закрутка РС вокруг продольной оси, которая обеспечивается при помощи нарезов в направляющей и ведущего штыря, который расположен на блоке вращающихся стабилизаторов (БВС) РС.

Модель РС позволяет исследовать его динамическое поведение в полете в трехмерном пространстве с учетом аэроупругости, изменения массы моментов инерции и центра масс в процессе выгорания топлива, наличия эксцентриситетов масс в секциях снаряда и влияния других факторов. Модель состоит из следующих частей:

- головная часть (с рулями управления/стабилизации при их наличии);
- средняя часть;
- двигатель;

- хвостовой отсек;
- БВС.

По результатам работы проведены тестовые расчёты элементов комплекса РСЗО. Выполненная работа показала высокую эффективность использования ИИС, образованной связкой программ SolidWorks – SimInTech – EULER, при проведении анализа динамического поведения рассматриваемых изделий. Созданные в рамках данной работы модели могут уточняться и дополняться учётом различных факторов, использоваться при проведении дальнейших работ по отработке и модернизации изделий, а также для анализа нештатных ситуаций, возникающих в процессе их эксплуатации.

Список использованных источников

1. Карташов Б.А. Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования / Б.А. Карташов, Е.А. Шабает, О.С. Козлов, А.М. Щекатуров. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 424 с.
2. Бойков В.Г. Программный комплекс автоматизированного динамического анализа многокомпонентных механических систем EULER // САПР и графика. – 2000. – № 9. – С. 17-20.
3. Широкоад А.Б. От «Катюши» до «Смерча». Из истории реактивной артиллерии / А.Б. Широкоад. – М.: Вече, 2015. – 400 с.

**Проектирование летающей лаборатории на основе
сверхлегкого летательного аппарата с воздушно-
реактивным двигателем**

Лебитков Владимир Константинович

Юденков Вениамин Эдуардович

Балакшина Дарья Вячеславовна

Мальцева Оксана Александровна

Савельев Виталий Андреевич

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
jovedeseriso@mail.ru, qwerty20609@mail.ru ,
dashabal0506@mail.ru, oksikmaltseva@gmail.com,
saaav.vitas@mail.ru

Ключевые слова: летающая лаборатория, БПЛА, ВРД,
проектирование, цифровая модель

На данный момент рынок сверхлегких беспилотных летательных аппаратов активно развивается, постоянно появляются новые аппараты, способные решать задачи, которые еще совсем недавно требовали больших финансовых затрат. Например, такие задачи, как мониторинг больших отдаленных территорий и патрулирование охраняемого периметра в воздушном пространстве стали более доступными для потребителя, так как стоимость запуска и обслуживания маленького «беспилотника» намного меньше, чем полноценного самолета.

Летающая лаборатория будет оснащена следующим набором датчиков:

- тензометрическими датчиками для измерения напряжений на наиболее опасных участках силовой конструкции;

- трубками Пито-Прандтля или датчиками давления, которые будут расположены на плоскости

крыла для получения более точных данных о распределении давлений по основным аэродинамическим поверхностям;

- расходомерами и тензометрическими датчиками для снятия основных параметров с силовой установки.

Отдельно стоит рассмотреть возможность снятия параметров силовой установки с их последующим анализом для оптимизации работы БПЛА.

На данный момент командой разработана цифровая модель беспилотного летательного аппарата, (Рис.1) в которой учтено расположение основных узлов и агрегатов, а именно: силовой установки, топливного бака, управляющей электроники, электроники для мониторинга основных параметров и т.д.

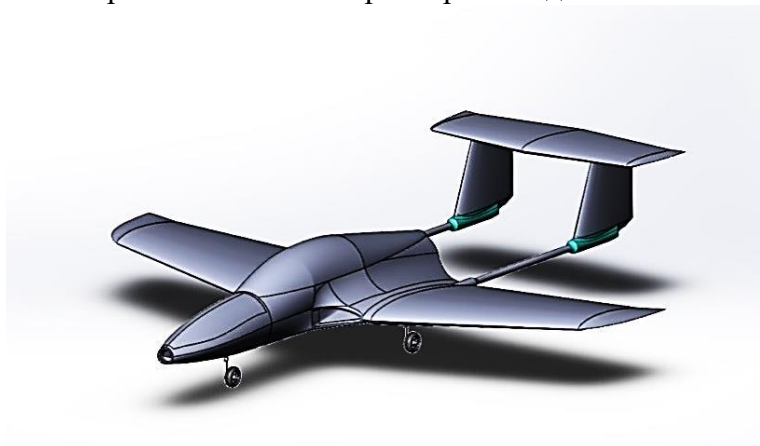


Рис. 1 Общий вид БПЛА

Также, произведен аэродинамический расчет БПЛА. На основании картины распределения давлений выполнен прочностной расчет силовой конструкции, как на основных режимах полета, так и на экстремальных (Рис.2,3).

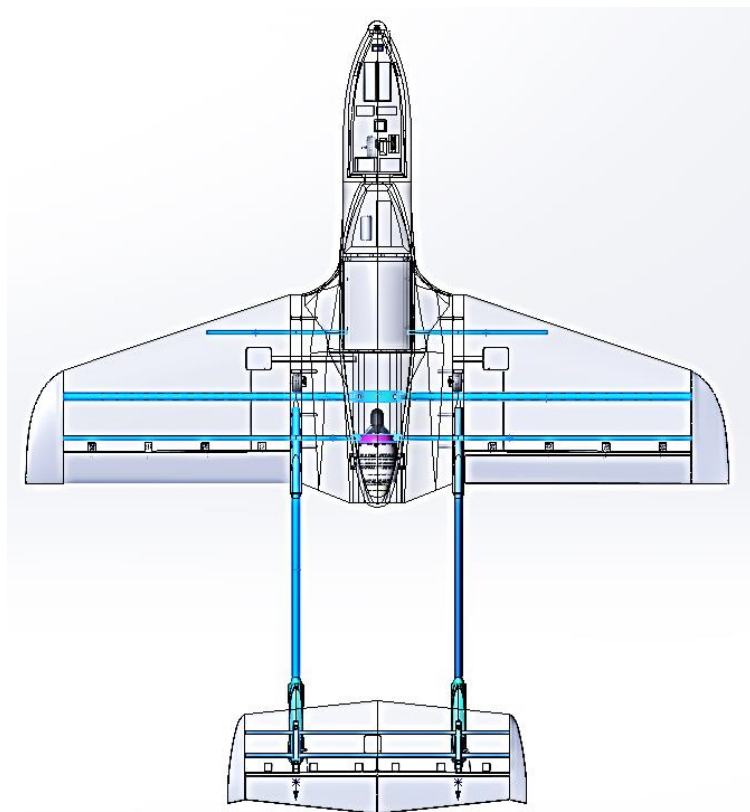


Рис. 2 Общий вид силовой конструкции БПЛА

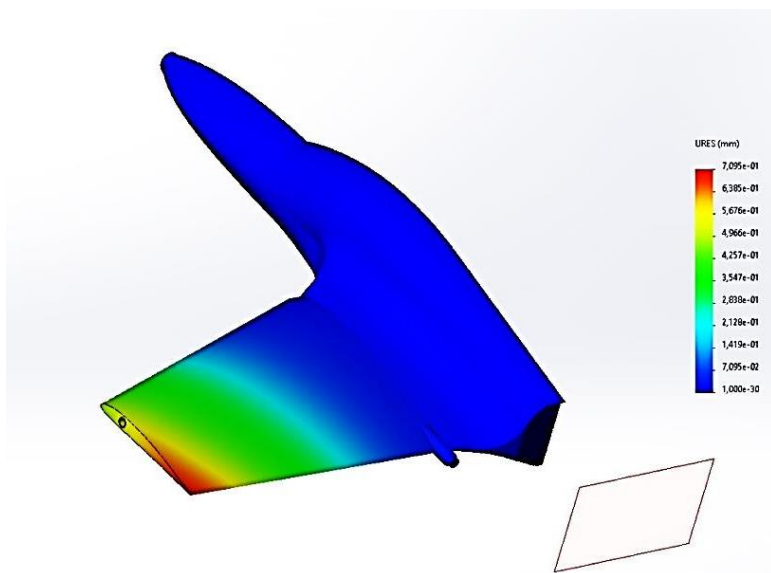


Рис. 3 Результаты первоначального прочностного расчета

Создание данной летающей лаборатории имеет большой потенциал, как для будущих разработок, так и для модернизации уже существующих на рынке БПЛА. Создание подобной системы, отработка основных алгоритмов действий и анализа полученных данных может значительно упростить задачу по проектированию и оптимизации БПЛА.

Список использованных источников

1. Юденков В. Э., Балакшина Д. В., Лебитков В. К., Мальцева О. А., «Проектирование беспилотного летательного аппарата с воздушно-реактивным двигателем»; в сборнике Молодежь. Техника. Космос. Труды XI общерос. молодежн. науч.-техн. конф., Балт. гос. техн. ун-т.- СПб, 2019, с. 16-20;
2. Юденков В. Э., Балакшина Д. В., «Реверс-инжиниринг в разработке БПЛА»; в сборнике: Восьмые

Уткинские чтения. Труды общерос. молодежн. науч.-техн. конф., Балт. гос. техн. ун-т.- СПб, 2019, с. 296-302

3. «Разработка информационного комплекса по оптимизации и кастомизации модели БПЛА «А2» с адаптацией под аддитивные технологии», конкурс лучших инновационных проектов в сфере науки и высшего образования Санкт-Петербурга в 2019 году; официальный каталог, Пермь, ИП Сигитов Т. М., 2019,- 124 с.

Применение малогабаритного лазерного сканера в беспилотном летательном аппарате Anser-2

Логазяк Мария Юрьевна

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
logazyak.maria@yandex.ru

В современном мире лазерная наука развивается стремительными темпами, область ее применения очень широка, поэтому разработка лазерных технологий стала стратегически важной проблемой для многих стран. Благодаря лазеру появились новые способы обработки материалов, производство новой продукции, создание которой до появления лазера было невозможно. Лидары (технология воздушного лазерного сканирования) активно применяются в геодезии и метеорологии, что позволяет прецизионно определять параметры атмосферы. Так же лазерные технологии не обошли медицину и биоинженерию.

Не менее популярно развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) как платформы для транспортировки оборудования, грузов и съемки местности в труднодоступных местах. Использование лазерных систем на базе беспилотных летательных аппаратов позволит колоссально расширить область

применения лазерных технологий. Основными направлениями применения являются: научное, военное и спасательное.

Преимуществом воздушного сканирования с беспилотного летательного аппарата является большая скорость получения данных (скорость лазерного сканирования составляет сотни измерений в секунду), высокая точность и меньшая стоимость (стоимость съемки и моделирования объектов при лазерном сканировании ниже, чем при использовании обычной геодезии и аэрофотосъемки примерно в три раза). Лазеры на БПЛА могут применяться в широком спектральном диапазоне, помогая научным исследованиям рельефа местности, погодных и атмосферных условий и т.д.

Носителем таких лазерных сканеров может выступать разработанный в БГТУ «Военмех» Д.Ф. Устинова и в Студенческом конструкторском бюро «Военмех» беспилотный летательный аппарат Anser-2 (Рис.1). Полезная нагрузка размещается на внешней подвеске летательного аппарата, что существенно облегчает эксплуатацию лазерного сканера. [8]



Рис.1 – Беспилотный летательный аппарат Anser-2

В таблице 1 приведены лазерные сканеры, удовлетворяющие массе полезной нагрузки и прочим параметрам БПЛА Anser-2.

Модель	RIEGL miniVUX-2UAV, Art-geo	Phoenix Scout-16, Technokauf	YellowScan Surveyor, YellowScan	АГМ-МС3, AGM Systems
Рабочая температура	от -10°C до +40°C	от -10°C до +40°C	от -20°C до +50°C	от -10°C до +55°C
Габариты	с вентилятором охлаждения 243 x 111 x 85 мм / 1.6 кг	160x116x116 мм/1.9 кг	100x150x140 мм/1.6 кг	124x124x130 мм/1.25 кг
Скорость	200 000 измерений/сек	300000 измерений/сек	300000 измерений/сек	-
Диапазон измерений	100 – 160 м	40 м	50 м	-
Поле зрения	360°	360°	360°	360°
Класс лазера	1 класс	1 класс	1 класс	1 класс
Потребляемая мощность	18 Вт	40 Вт	15 Вт	-

Таблица 1. Модели малогабаритных лазерных сканеров [4] - [7].

Из приведенных моделей сканеров было решено использовать YellowScan Surveyor, фирмы YellowScan, так как данная модель обладает наилучшими массово-габаритными характеристиками, малым потреблением энергии и небольшой рабочей высотой полета.



Рис.2 - Лазерный сканер YellowScan Surveyor

В рамках данной работы в дальнейшем планируется модифицировать конструкцию БПЛА Anser-2 с применением аддитивных технологий для установки лазерного сканера.

Список использованных источников

- 1) Стегнеев С. В. Панкова К. В. Проблемы создания малогабаритного мощного лазера для перспективных беспилотных летательных аппаратов// Вестник науки и образования [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sozdaniya-malogabaritnogo-moschnogo-lazera-dlya-perspektivnyh-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 22.03.2020).
- 2) СанПиН 5804–91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.
- 3) Беспилотник с лазером на борту// Ростех [Электронный ресурс] URL: <https://rostec.ru/news/bespilotnik-s-lazerom-na-bortu/> (дата обращения: 22.03.2020).
- 4) RIEGL miniVUX-2UAV// Art-geo [Электронный ресурс] URL: https://art-geo.ru/catalog/airscanner_bpla/vozdushnye-lazernye-skanery-dlya-bpla/riegl-miniVUX-2UAV/ (дата обращения: 15.09.2020).
- 5) Лазерный сканер для БПЛА Phoenix Scout-16// Technokauf [Электронный ресурс] URL: https://technokauf.ru/catalog/vozdushnye_lazernye_skaniryushchie_sistemy/malogabaritnye_vozdushnye_lazernye_skanery_dlya_bpla/phoenix_scout_16/ (дата обращения: 15.09.2020).
- 6) YellowScan Surveyor// YellowScan [Электронный ресурс] URL: <https://www.yellowscan->

lidar.com/ru/products/surveyor/ (дата обращения: 15.09.2020).

7) Лазерный сканер для БПЛА АГМ-МС3// AGM Systems [Электронный ресурс] URL: <https://www.agmsys.ru/mscan/ms3> (дата обращения: 15.09.2020).

8) Падалка М.А., Кохтырев А.С., Кузьмин Г.Н., Соколов Е.И., Побелянский А.В. Применение аддитивных технологий в производстве беспилотных летательных аппаратов. Материалы XI Всероссийской студенческой научно-технической школы – семинара «Аэрокосмическая декада», ОУЦ «Алушта», Республика Крым, Российская Федерация. Изд-во «Доброе слово», 2018. – 62 с:ил.

**Информационная система, оптимизирующая
процесс проектирования тары для перевозок узлов и
панелей авиационных изделий**

Лосев Евгений Олегович

УлГТУ, Ульяновск

Аннотация. Описана информационная система (ИС) оптимизирующая процесс проектирования тары для перевозок узлов и панелей авиационных изделий. ИС обеспечивает сокращение издержек по разработке и изготовлению конструкторской документации (КД) для унифицируемой и многоразовой тары для нестандартных крупногабаритных узлов и панелей авиационных изделий.

В настоящее время в производстве авиационной техники принимают участие большое количество предприятий контрагентов, образующих центры

компетенции по производству различных частей, агрегатов, панелей и деталей летательных аппаратов. Разделение производства приводит к необходимости транспортировки комплектующих и изделий от завода изготовителя до завода сборщика. В число транспортируемых изделий также входят и различные крупногабаритные узлы и панели самолета. Для обеспечения сохранности транспортируемых изделий проектируется и изготавливается специальная тара, что отражается на сроках конструкторско-технологической подготовки производства, а также на себестоимости продукции. Снижение трудозатрат при производстве авиационной техники рассматривалось и другими авторами.

Предприятия гражданских отраслей промышленности, занимающиеся транспортировкой нестандартных изделий, заинтересованы в конкурентоспособном высокотехнологичном программном продукте (а именно, программное обеспечение (ПО) для унифицируемой тары для нестандартных крупногабаритных узлов и панелей) для сокращения своих издержек и повышения логистики транспортировки грузов. Подобное ПО, ускоряющее процесс разработки КД, на рынке отсутствует.

Главной целью внедрения ИС является сокращение издержек по разработке и изготовлению КД и транспортировке нестандартных крупногабаритных грузов большой массы.

Применение ПО позволит значительно сократить сроки проектирования, изготовления, оптимизировать логистику, унифицировать отдельные элементы тары, что в комплексе приведет к значительному сокращению издержек на оборот продукции между предприятиями и

в экономике в целом, поднимает конкурентоспособность хозяйствующих субъектов.

Проблемы развития искусственного интеллекта в России

Малых Елизавета Андреевна

Научный руководитель — к.т.н. Хомутская О.В.

МАИ, Москва

malyhfistina@gmail.com

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, цифровизация, цифровая экономика, экономика, образование

Знания приводят мировую экономику в действие, являясь первопричиной роста благосостояния населения, но физические ограничения человеческого мозга становятся барьером для дальнейшего развития и улучшения качества жизни. Данная проблема может быть решена при переносе в компьютер алгоритмов, доступных для формализации. Вычислительные машины являются теперь дешевым и быстродействующим механизмом, потенциальным источником экономического роста. Необходимость развития искусственного интеллекта в России обусловлена возможностью поучаствовать в становлении новой экономики, строящейся на компьютерах и вычислительных мощностях.

Весомой причиной для активного использования вычислительных машин также является значительный рост уровня жизни населения. Так, искусственный интеллект используется в медицине для постановки более точного диагноза и индивидуального наблюдения за пациентами; в банковском деле для прогнозирования и распознавания лиц; при регулировании дорожного движения для анализа трафика и соответствующего

переключения светофоров. Облачные технологии, беспилотные средства передвижения, виртуальные помощники и распознавание лиц по фото — возможные области применения искусственного интеллекта очень разнообразны. Россия сможет задать свой вектор развития искусственного интеллекта с отправной точкой в любой из сфер, которая будет для государства наиболее востребована.

Один из важнейших факторов для того, чтобы занимать лидирующие позиции на рынке искусственного интеллекта, — досконально продуманная стратегия развития, опирающаяся на достоинства государства.

У России есть ряд преимуществ, главное из которых — высокий уровень физико-математической школы. Для развития искусственного интеллекта важны не только программисты, но и специалисты в области нейрофизиологии, математики и физики. Российское образование позволяет овладеть необходимыми знаниями и стать экспертом в данных областях, поэтому наши выпускники востребованы по всему миру. Другим большим преимуществом является высокое проникновение технологий в жизнь населения. Интернет и компьютеры в России доступны и широко используются.

Перед Россией стоят также и проблемы, которые требуют скорейшего решения для того, чтобы успеть занять сегмент в новой экономике: нехватка специалистов, незаинтересованность населения в развитии и применении искусственного интеллекта, отсутствие зарубежных партнеров и слабая позиция на мировом рынке. Вопрос утечки кадров за рубеж стоит остро. Вследствие нехватки высококвалифицированных специалистов, в России нет производителей

аппаратного обеспечения для технологии искусственного интеллекта и достаточных вычислительных мощностей, что ставит государство в зависимость от зарубежных производителей. Низкий уровень внедрения облачных решений и нежелание, зачастую в силу неосведомленности, населения переходить на новые технологии также замедляют в России процесс цифровизации и развития в сфере искусственного интеллекта. Позиция России на мировой арене в сфере IT пока тоже недостаточно тверда. Издается сравнительно небольшое количество статей и публикаций, крупные российские компании редко сотрудничают с международными.

В работе представлены возможные методы решения вышеупомянутых проблем для укрепления позиции России на рынке искусственного интеллекта. Предлагается 3 широких направления деятельности: улучшение образования, остановка утечки специалистов и просвещение населения.

Наиболее подробно в работе рассматривается область образования, как наиболее перспективная для внедрения искусственного интеллекта и основополагающая для обеспечения России высококвалифицированными кадрами. Предлагается увеличение количества часов практических занятий и проведение их в офисах IT-компаний; а также проведение хакатонов и конкурсов для поддержки талантливых студентов и обмена идеями.

Также в работе рассматриваются способы улучшения условий труда, подразумевающие создание новых IT-компаний или открытие филиалов уже существующих в разных городах для вовлечения в сферу искусственного интеллекта большего числа

специалистов, введение систем премирования и расширение социального пакета.

Предлагается также деятельность, связанная с просвещением населения всех возрастов путем культурно-массовых мероприятий, лекций и мастер-классов о вариантах использования искусственного интеллекта с целью увеличения заинтересованности младших поколений и повышения условий жизни старших, организацией доступа в Интернет с максимально возможной скоростью и максимально широким покрытием.

Таким образом, результатом работы является анализ и классификация проблем, стоящих перед Россией в сфере развития искусственного интеллекта, и разработка возможных решений.

Список использованных источников

1. Шумский С.А., Пивоваров И. Нужен ли России искусственный интеллект?// Электронный журнал "Альманах: искусственный интеллект". 2019. № 2. С. 8–14.
2. Шумский С.А. Машинный интеллект в современном мире // Машинный интеллект: очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта. 2019. № 1. С.17-35.

Изучение радио прозрачности атмосферы.

Марков Роман Валентинович

НГТУ, Нижний Новгород

Raamaru@yandex.ru

Изучение прозрачности начинается прежде всего с терагерцевых волн:

ТГц волны – это область спектра электромагнитных волн, которые лежат между оптическим излучением и радиоволнами. Они располагаются в промежутке от 100Гц до 10ТГц.

ТГц нужны для: радиоастрономии, телекоммуникации и связи, спектроскопии (медицина, безопасность, системы радиосведения, и др.)

Последнее открытие связано с обнаружением тени черной дыры сделанные на сети телескопов расположенные на всей планете на чистоте 230 Гц.

Этот диапазон способен реализовать сверхвысокоскоростные каналы передачи данных 6G, 7G.

Проблемы ТГц волн:

При необходимости принять данные из космоса возникают некоторые поглощения:

- Атмосфера.

- Антенная система.

- Приёмная система. Чувствительность

- Оцифровка хранение данных и обработка данных.

Атмосфера- на спектре поглощения в атмосфере от нуля до 1ТГц, он состоит из молекулярных линий поглощения, поглощение обусловлено парами воды и кислородом.

При рассмотрении спектра более детально, можно увидеть окна прозрачности, локальные минимумы на которых работают телескопы, и максимумы на которых мы ничего не увидим.

Поглощение в атмосфере сильно зависит от влажности в атмосфере, и таким образом мы можем сформулировать требование к радиоастрономическим обсерваториям, площадкам на которых они располагаются. Они должны быть как можно выше в горах и в наиболее сухом климате. Известные

высокогорные обсерватории: антенная решетка Альма в пустыне Атаками в Чили, на пике Мауна Киа на Гавайях, Ирам на пике Вилета в Испании.

Телескопы располагаются на высоких местах из-за астрономического климата. Астроклимат- это набор параметров атмосферы, влияющих на качество астрономических наблюдений. Он состоит из поглощений в кислороде (сухое поглощение), поглощение в парах воды, поглощение и рассеивание на облаках.

Необходимость измерения астоклимата состоит в том, что облачность и влажность это вполне привычные метеорологические параметры, погода в горах очень переменчивая.

Атмосферные условия во многом определяются локальным климатом местности, особенно в высокогорье.

Аппаратура для измерения астроклимата:

Микроволновый измеритель атмосферной прозрачности «МИАП-2» (ИПФ РАН)

Диапазоны в окнах прозрачности $\lambda=3\text{мм}$ (84-99 ГГц), $\lambda=2\text{мм}$ (132 – 148 ГГц)

Работает методом «атмосферных разрезов», измеряет яркостную температуру под разным углом к горизонту и по профилю этих разрезов восстанавливает параметры оптической толщины или интегральной прозрачности, интегральное поглощение.

Было уже проведено 11 экспедиций с 2012 в восточном полушарии Земного шара.

Полностью контролируется через интернет и контролируется удаленно.

После каждого эксперимента собираются и обрабатываются данные.

Антенная система-

Сигнал проходит через зеркала на которых есть : потери, шумовую температуру связанную с этими потерями , определенные коррективы ,разные зеркала по разному искажают изображение.

Потери можно уменьшить путем помещения зеркала в криостат о охладить близкую к нулю, у нас используется температура 4 К $= -278^{\circ}\text{C}$.(температура кипения жидкого гелия, технологически её просто получить)

Измеряются потери резонаторным спектрометром, он позволяет измерять потери на отражение. Вместе с охлаждением падает шумовая температура.

Глубокое охлаждение нужно для обеспечения сверхпроводимости

Искажение в зеркалах- происходит искажение зеркала под собственным весом, ученые составляют карты отклонения, и с их помощью выпрямляют изображение.

Приемные системы:

В радиоастрономических приемниках реализуется масса продвинутых технологий и максимально технологический предел: по чувствительности, избирательности, полосе приёма и т д.

Оцифровка информации:

-обработка радиоастрономических данных

-строят карты звездного неба, карты объектов космических и по ним изучают процесс эволюции звезд, космологические эффекты.

Ключевые слова: ТГц волны, передача данных, поглощение, расположения телескопов, спектр, астроклимат, атмосферный разрез, зеркала.

Список использованных источников

1. Цикл лекций фестиваля наук «Фенист».

Выбор настроек FDM-печати деталей для летательных аппаратов

Никулин Иван Игоревич

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
nikulin98@yandex.ru

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, FDM-технология, скорость печати, прочность 3D-печатной детали.

Применение FDM печати в авиации сильно замедляется из-за отсутствия возможности предсказать поведение 3д печатного изделия под действием нагрузки. Этому сильно способствуют нестандартизованные характеристики выпускаемых филаментов от разных производителей.

Первым действием необходимо узнать некоторые характеристики требуемого пластика: ρ (плотность), σ_T (предел текучести), σ_B (предел прочности), μ (коэффициент Пуассона), E (модуль упругости) и G (модуль сдвига).

Для повышения прочности полученного изделия необходимо:

- 1) использовать 3D принтер с термокамерой;
- 2) использовать термический короб для катушки;
- 3) подобрать минимально возможную скорость печати;
- 4) расположить слои волокнами по направлению нагрузки. Подбрав высоту слоя необходимо найти оптимальное значение для продольного и поперечного растяжения (чем больше высота слоя, тем меньше продольная и больше поперечная прочность);

5) Для увеличения поперечной прочности необходимо нагревать пластик до наибольшей допустимой температуры;

6) Для эксперимента применять пластик с хорошей межслойной адгезии;

3D печатная деталь состоит из боковых стенок, основания и крышки, а также заполнения.

Существует 2 направления исследования заполнений – при 100% заполнения и <100%

При <100% Внутреннее заполнение выполняется из трех, четырех и шестигранных фигур, образуя трехслойную конструкцию, состоящую из двух внешних, сравнительно тонких слоев и толстого среднего слоя (заполнителя).

Несущие слои воспринимают продольные нагрузки (растяжение, сжатие, сдвиг) в своей плоскости и поперечные изгибающие моменты. Заполнитель воспринимает поперечные силы при изгибе и обеспечивает совместную работу и устойчивость несущих слоев. Способность заполнителя воспринимать нагрузку в плоскости несущих слоев зависит от конструкции заполнителя и его жесткостных характеристик.

Экспериментально доказано, что прочность изделия при четырехгранном заполнении на изгиб выше, чем шестигранном, а трехгранное заполнение будет иметь большую прочность, чем четырехгранное. Соответственно, шестигранное заполнение будет легче, всех остальных, а трехгранное – тяжелее. Также, согласно эксперименту, график изменения процента заполнения относительно увеличения предела прочности на растяжение- сжатие похож на линейный.

Что касается боковых стенок, количество нитей в стенке слабо влияет на предел прочности при растяжении.

На основании этих эмпирических зависимостей можно предварительно подобрать тип и плотность заполнения ячеек, предложить количество нитей в стенках и крышке, а затем, используя теорию трехслойных оболочек, получить приближенные значения механических характеристик.

Если взять 100% заполнение, то изделие поведет себя как единое монолитное тело с анизотропными характеристиками- продольные механические характеристики на 20% хуже, чем у литых изделий, а поперечные характеристики на 50% процентов меньше, чем продольные

Список использованных источников

1. Кобелев В.Н., Коварский Л.М., Тимофеев С.И. Расчет трехслойных конструкций// М.: Машиностроение, 1984. 304с.
2. Исследование структуры и свойств изделий, полученных 3D-печатью/А. В. Балашов,М. И. Маркова, Инженерный вестник Дона, №1 (2019); Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007–2019
3. Белов П.С., Драгина О.Г., Никифоров Д.Ю. Исследование изотропности изделий, изготовленных методами аддитивных технологий // Вестник МГТУ «Станкин» №4(51), 2019
4. Колодкин Д.Ю. Боброва В.В, Спиглазов А.В. Кордикова Е.И., Оптимизация технологических параметров FDM-печати для улучшения прочностных характеристик изделий из АБС-пластика // Ивановский государственный химико-технологический университет;

Известия высших учебных заведений №1 (2017)., с. 87-94

5. Амитов Е.Т. Микутский Е.А., Физико-механические свойства полимерных композиционных материалов на основе PLA для 3д печати // Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Известия высших учебных заведений. Физика №4(748) 2020 г., с.123-124

Летательный аппарат с замкнутым крылом

Падалка Максим Александрович

Кохтырев Александр Сергеевич

Кузьмин Григорий Николаевич

Соколов Евгений Иванович

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
padalkamaksim@mail, ruakokhtyrev@mail.ru.
grigoriikuzmin@mail.ru, falcon_falcon@list.ru.

Ключевые слова: летательный аппарат, замкнутое крыло, эксперимент, продувки в аэродинамической трубе.

На заре авиации в 1906 году Луи Блерио (1872-1936) построил первый летательный аппарат с крылом в виде кольца. К сожалению, его самолет не смог подняться в небо. К счастью подобная схема летательного аппарата наша своих последователей.

На сегодняшний день большинство летательных аппаратов (ЛА), в том числе и БПЛА самолетного типа, имеют классическую аэродинамическую схему, которая практически доведена до высокого качества. Дальнейшие возможности улучшений характеристик такой схемы очень малы. Другие конструктивно – силовые схемы, которые проигрывают стандартной

схеме по нескольким характеристикам, имеют значительно больший диапазон базовых и параметрических показателей для улучшения. Одной из таких аэродинамических схем летательных аппаратов является замкнутое крыло или замкнутая система несущих поверхностей. Она позволяет достигнуть минимума веса конструкции при обеспечении прочности, устойчивости и управляемости. Это, в свою очередь позволит использовать улучшение аэродинамических характеристик для увеличения дальности полета и массы полезной нагрузки и других ЛТХ.

В связи с тем, что аэродинамическая схема летательного аппарата с замкнутым крылом мало изучена, требуется проведение научных исследований. Таким образом, требуется проведение анализа результатов расчета аэродинамических характеристик, полученных с применением программ для компьютерного моделирования Ansys, и др., и результатов полученных в ходе продувки в аэродинамической трубе модели летательного аппарата (Рис. 1).

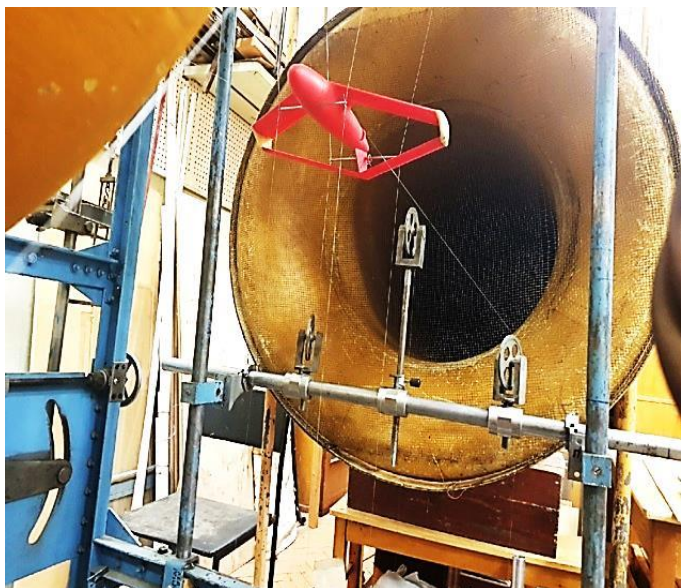


Рис. 3 - Модель самолета в аэродинамической трубе

Для уточнения результатов продувки в аэродинамической трубе ставится расчетная задача по обтеканию модели летательного аппарата в программе Ansys Fluent (Рис. 2).

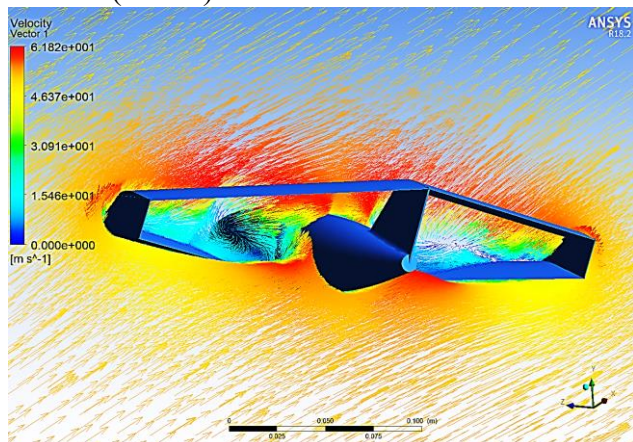


Рис. 4 – Поле векторов скорости при $\alpha=20^\circ$

В результате проводимых аэродинамических расчетов, продувок в аэродинамической трубе, построения 3д моделей было принято решение о создании летающей модели летательного аппарата с замкнутым крылом для проверки работоспособности данной схемы (Рис.2, 3).

Характеристики модели летательного аппарата с замкнутым крылом:

- длина 1300 мм;
- размах крыла 1230 мм;
- высота 428 мм;
- взлетная масса 2.2 кг;
- тип двигателя: электрический бесколлекторный;
- тип аккумулятора: Lipo 4S 3200 mah.
- управление средствами радиосвязи на частоте

2.4. ГГц

- тип управление: ручное;
- количество сервоприводов: 8 шт.
- тип сервоприводов: аналоговый

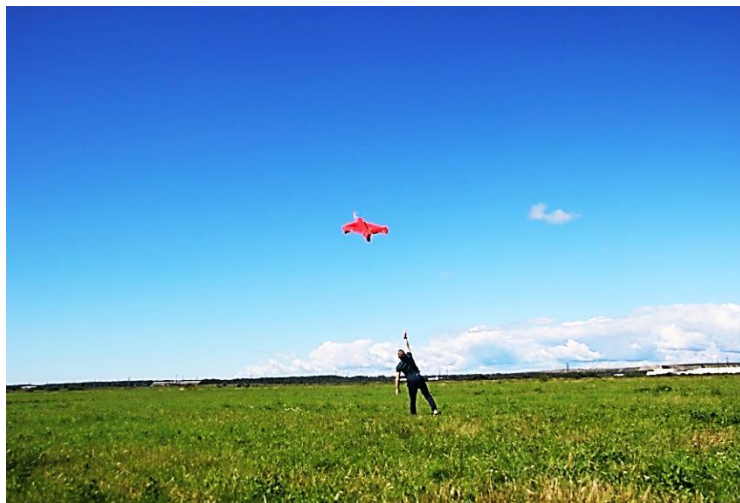


Рис. 5-Первый взлет модели



Рис 6 – «Пробег» по земле

В процессе испытаний выполнено два полноценных полета, в результате которых выяснено, что данная схема является рабочей, но требует некоторых доводочных работ.

Список использованных источников

- 1 Семенов, В.Н. «Конструкция самолетов замкнутой и изменяемой схем» .Издательский отдел ЦАГИ МОСКВА, 2006. с. 64-67
- 2 Касторский В.Е. Аэродинамика. Рига: РКИИГА, 1968
- 3 Комаров В.А. Концептуальное проектирование легких самолетов. Самара Издательство СГАУ 2007. - 87 с.

Перспективы использования систем преобразования тепловой энергии в электрическую в сложных климатических условиях для обслуживания летательных аппаратов различных видов

Птахин Антон Александрович

ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж

ptakhin99@mail.ru

Ключевые слова: газогенератор, газификация, энергозатраты, твёрдотопливные брикеты, электрохимический преобразователь.

В регионах с отсутствием централизованного теплоснабжения системы газогенерации могут стать одним из оптимальных вариантов решения проблемы освоение северных территорий в короткие сроки при наименьших финансовых затратах. Энергосистемы такого типа могут быть успешно использованы для обслуживания летательных аппаратов различных видов.

Газогенератор - это фабрика газа в миниатюре. В процессе газогенерации твердое топливо при протекании целого ряда термохимических процессов газифицируется, превращаясь в генераторный газ. В состав генераторного газа входят основные

компоненты: монооксид углерода (CO), метан (CH_4), водород (H_2).

Обращение к системам газогенерации твердого топлива это не возврат к забытому прошлому, а переход на новый виток спирали развития энергетики. Ежегодный прирост биомассы на планете позволит покрыть все необходимые энергозатраты человека при рациональном использовании лишь 10% от воспроизводимого природой количества. А ведь это помимо сохранения запасов углеводородов позволит улучшить экологическую обстановку в регионах, отказавшись от карьерного захоронения отходов производства.

Технологическое назначение: генерация тепловой и электрической энергии для обеспечения всех видов деятельности человека в условиях северных широт. Вид и состав исходного топлива: прессованные брикеты из отходов производства деревообработки и предприятий водоочистных систем. Основные виды генерируемой энергии: тепловая, электрическая, аккумулялирование водорода. Выбросы в атмосферу: углекислый газ (CO_2). Продукты утилизации: зольный остаток твердого топлива. На рис. 1 приведена функционально-технологическая схема работы энергоустановки.

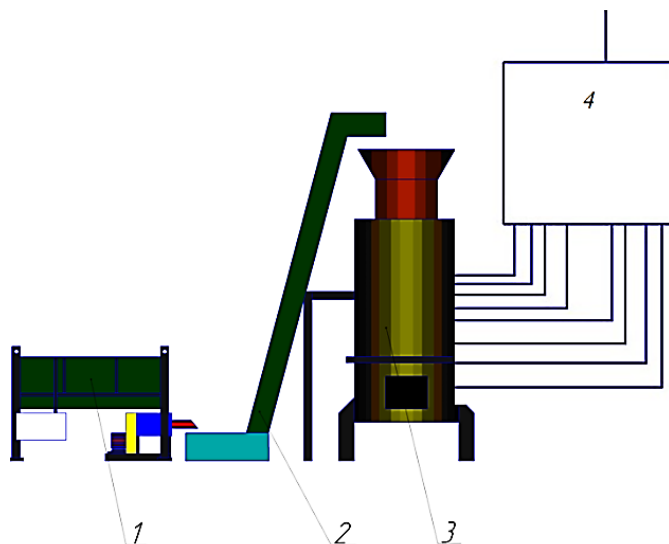


Рис. 1 – Функционально-технологическая схема работы энергоустановки. 1. Узел подготовки топлива. 2. Блок транспортировки топлива. 3. Газогенератор (встроенные термоэлектрические преобразователи). 4. Коммутирующая система, Щит управления, электрохимический преобразователь.

Предлагаемый вариант энергообеспечения позволяет организовать непрерывное бесперебойное питание всех устройств, в том числе и летательных аппаратов, независимо от погодных условий при использовании в качестве базового компонента твердого топлива с неограниченным ресурсом. Запасы твердого топлива в неограниченных объемах безопасны и не подвержены влиянию климатических факторов. В итоге общая схема производства и потребления энергии представлена на рис. 2.



Рисунок 2 – Технологическое производство и потребление энергии

При дислокации более крупной группировки в технологическую систему могут быть включены такие объекты:

1. Служба аэродромного обеспечения;
2. Служба энергообеспечения работы взлетно-посадочной полосы;
3. Служба радионавигации.

Главные преимущества предлагаемого энергетического комплекса:

1. Устойчивое и безопасное энергоснабжение в условиях низких температур;
2. Использование возобновляемого энергоресурса;
3. Повышение скрытности базирования;
4. Высокая экологичность;
5. Относительно низкая себестоимость.

Список использованных источников

1. Шалимов Ю.Н., Лутовац М., Руссу А.В., Адианов И.В. Водородные технологии, повышающие надежность летательных аппаратов различных типов, применяемых в условиях чрезвычайных ситуаций// Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2016. № 4 (21). С. 98-101.

2. Патент на изобретение RU 2652241, Комплекс энергогенерирующий. Помигуев А.В., Шуклин И.К., Шалимов Ю.Н., Руссу А.В., 25.04.2018. Заявка № 2017127441 от 31.07.2017.

3. Шалимов Ю.Н., Корольков В.И., Руссу А.В. Модели систем прямого преобразования тепловой энергии в электрическую/ В сборнике: Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий (ПМТУКТ-2018) Сборник трудов XI международной конференции. Под редакцией А.П. Жабко, И.Л. Батаронова, В.В. Провоторова; Воронежский государственный технический университет., Московский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Воронежская Военно-воздушная академия, Воронежский государственный университет и др.. 2018. С. 297-300.

Модернизация космического корабля Союз ТМА-М энергетической установкой на основе элементов Пельтье

Рокотянский Артём Антонович

МАИ, Москва

rokotyanskij@inbox.ru

Ключевые слова: элемент пельтье, замена солнечных панелей, высокая мощность, малые габариты.

Целью работы является разработка энергетической установки на основе элементов Пельтье для применения в условиях космического пространства, устанавливаемой на космический корабль Союз ТМА-М.

Элемент Пельтье (термоэлектрический модуль) представляет собой совокупность термопар (рис. 1). В качестве материала элементов традиционно используются полупроводники на основе висмута, теллура, сурьмы и селена, но они малоэффективны за счёт большого оттока тепловой энергии в окружающую среду. В стандартном термоэлектрическом модуле термопары помещаются между двух плоских керамических пластин на основе оксида или нитрида алюминия.



Рис. 1 – Элемент Пельтье

В данной работе элемент Пельтье рассматривается в качестве генератора напряжения, поэтому все физические процессы в нём обусловлены эффектом Зеебека (эффект, обратный эффекту Пельтье).

Эффект Зеебека — явление возникновения ЭДС на концах последовательно соединённых разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах.

Возникновение эффекта Зеебека вызвано несколькими составляющими: объёмная ЭДС, контактная ЭДС и фононное увеличение.

В ходе полевого эксперимента было выявлено, что 12 элементов Пельтье ТЕС1-12706 вырабатывают 1 Вт и более на один элемент при разнице температур 100-120°C.

Солнечные батареи Союза ТМА-М в количестве 8 штук и общей площадью 10 м² имеют мощность 0,6 КВт. Площадь одного элемента Пельтье **ТЕС1-12706** составляет 16 см², равную 0,0016 м². Соответственно для полной энергетической обеспеченности космического корабля Союза ТМА-М достаточно система из 600 штук, что составляет площадь 0,96 м², мощность которой 0,6 КВт.

Эффективность энергетической установки определяется высокой разностью температур на холодной и горячей поверхностях элемента Пельтье, высокой проводимостью электрического тока и низкой теплопроводимостью проводников и жаростойкостью материалов. Установка может применяться для выработки электроэнергии на космических аппаратах орбитального базирования.

Экономически данная разработка очень эффективна, так как энергетическая система на порядок меньше по размерам и массе по сравнению с солнечными батареями. Эти преимущества дают возможность увеличить массу полезного груза корабля.

По результатам эксперимента, анализа статей и сравнения элементов Пельтье с солнечными панелями можно сделать несколько выводов:

- элементы Пельтье, вырабатывающие электроэнергию за счёт разницы температур, являются

многообещающими проектом для использования в космическом пространстве;

- элементы Пельтье имеют низкий КПД, поскольку лишь малая часть тепловой энергия преобразуется в электрическую, остальное тепло выделяется в окружающую среду; чтобы создать высокоэффективный элемент Пельтье, нужен материал с высокой проводимостью электрического тока и низкой проводимостью тепла, который пока не изобретён;

- по сравнению с солнечными батареями элементы Пельтье более мощные, следовательно, при выведении в космос они более предпочтительны за счёт меньшей суммарной массы всех элементов, необходимой для питания космического корабля;

- по результатам подсчётов, основанных на экспериментальных зависимостях, можно сказать, что элементы Пельтье могут заменить солнечные батареи с уменьшением площади рабочей поверхности в 10 раз при сохранении необходимой для Союза ТМА-М мощности 0,6 кВт.

Список использованных источников

1 Самойлович А. Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии – М.: ЛКИ, 2007. – 67 с. - ISBN 978-5-382-00062-6

2 Яковлев А. С. Холодильник-термостат на элементах Пельтье – Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2016. – 23 с.

Интернет-ресурсы

3 Хабр [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : Хабр, 2006 – 2020. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/145090/>, свободный. – Загл. с экрана.

- 4 Изобретения и самоделки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izobreteniya.net/moshhnyi-generator-na-12-modulyah-pelte/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 5 Яндекс Дзен [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : ООО «ЯНДЕКС», 2015 – 2020. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/energofiksik/chto-takoe-element-pelte-ego-harakteristiki-i-princip-raboty-5bf839a4414f1b00a938ac33>, свободный. – Загл. с экрана.
- 6 Хабр [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : Хабр, 2006 – 2020. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/378117/>, свободный. – Загл. с экрана.
- 7 Chipdip [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : ЗАО «ЧИП и ДИП», 2006 – 2020. - Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/3w-solar-panel-138x160>, свободный. – Загл. с экрана.
- 8 Chipdip [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : ЗАО «ЧИП и ДИП», 2006 – 2020. - Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product/tec1-12706-40x40>, свободный. – Загл. с экрана.
- 9 Mypractic [Электронный ресурс]. : Оборудование технологии разработки, 2015 – 2020. – Режим доступа: <http://mypractic.ru/element-pelte-tec1-12706-harakteristiki-primenenie-usloviya-ekspluatacii.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 10 Экоген технолоджи [Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург, Россия. : Экоген технолоджи, 2014 – 2020. - Режим доступа: <https://ecogenthermoelectric.com/ru/ustrojstvo-termoelektricheskogo-modulya.html>, свободный. – Загл. с экрана.
- 11 Яндекс Дзен [Электронный ресурс]. – Москва, Россия. : ООО «ЯНДЕКС», 2015 – 2020. – Режим

доступа:

https://zen.yandex.ru/media/id/5c615e3c9e391400ae5f8253/termoelektric_heskii-effekt-zeebeka-oblast-primeneniia-effekta-5d3734e56f5f6f00adc2a8dc, свободный. – Загл. с экрана.

**Проверка работоспособности воздушно-
алюминиевого химического источника тока для
беспилотного летательного аппарата при
эксплуатации в полевых условиях**

Рыжова Елизавета Сергеевна

Научный руководитель — к.т.н. Пушкин К.В.

МАИ, Москва

lishen-rishowa@yandex.ru

Наблюдается тенденция роста рынка услуг [1], использующих беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Современное развитие авиационно-космической техники требует создания новых высокоэффективных, экологически чистых автономных источников энергии, в том числе для БПЛА. На данный момент остается актуальной проблема создания БПЛА без двигателя внутреннего сгорания, который предполагает шум, помехи, вибрацию, пожароопасность, а с применением электродвигателей. Электродвигатель и его химический источник тока менее взрывоопасны, практически не испускают теплового излучения, имеют меньшую массу. Уменьшение массы БПЛА возможно с применением передовых источников энергии (ИЭ). В качестве ИЭ широко используются литий-ионные аккумуляторы, однако более лёгкими являются топливные элементы (ТЭ) — первичные химические источники энергии. Среди ТЭ высокими энергетическими характеристиками

обладают воздушно-алюминиевые химические источники тока (ВА ХИТ), которые также являются наиболее безопасными в использовании и перспективными для разработки и применения на БПЛА.

Цель исследования

Основным компонентом, входящим в состав электролита для ВА ХИТ является вода. Перед началом данного исследования предполагалось, что для работы ВА ХИТ в БПЛА возможно использовать воду из рек, растаявшего снега, водопровода, колодцев, дождевую и т.д., тем самым снижая переносимую массу расходуемых компонентов ВА ХИТ.

Целью этой работы является проверка работоспособности ВА ХИТ для БПЛА при работе на щелочных электролитах, приготовленных из воды, доступной в походных условиях.

Принцип работы ВА ХИТ

Возможность протекания электрохимической реакции между алюминием и кислородом с получением электричества обеспечивается в электрохимической ячейке, в которой алюминий погружен в электролит и используется как анод, а кислород подается на специальный газодиффузионный катод (ГДК), способный пропускать газообразный кислород, но быть непроницаемым для электролита.

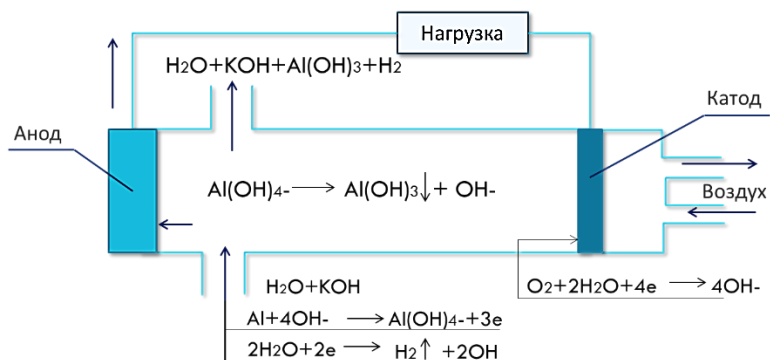


Рис. 1 – Принципиальная схема воздушно алюминиевого химического источника тока

На рисунке 1 представлена принципиальная схема ВА ХИТ со щелочным электролитом с указанием основных рабочих процессов по месту их протекания [2].

Расходуемыми компонентами в ВА ХИТ являются алюминий, вода и кислород. Кислород при работе поступает из воздуха и не требует перезарядки. Алюминий находится непосредственно в самих ячейках батареи и по мере работы расходуется необратимо.

Конечный твёрдый продукт реакции ВА ХИТ – гидроксид алюминия Al(OH)_3 – не токсичен и безопасен как для человека, так и для окружающей среды. Он может быть регенерирован до исходного металлического алюминия. Так как он отличается высокой степенью чистоты, то при использовании его для процесса регенерации алюминия стоимость изготовления исходного алюминия снижается в два раза. Также гидроксид алюминия широко используется в различных отраслях промышленности.

Выбор компонентов для ВА ХИТ

Минимальная поляризация и наиболее отрицательное значение потенциала анода, а также минимальная коррозия анода, являются основными критериями в поиске лучших анодных компонентов. В исследованиях МАИ было показано, что в такой установке перспективно применять гостированный чистый алюминий А995. Но его коррозия в чисто щелочных электролитах велика, поэтому её необходимо подавлять с помощью введения ингибиторов. После проведения исследований [3] была выявлена следующая комбинация анод- электролит, как наилучшая: А995 + 4М р-р КОН + тартрат-ион. Электролиты для проведения экспериментов были изготовлены на основе образцов воды разных регионов России двух типов: водопроводная вода и талый снег.

Методы исследования

В ходе исследования были построены зависимости «ток (плотность тока)-потенциал» для образцов анодов и катодов, используемых в экспериментах при работе с электролитами на основе разных образцов воды. Для более точных результатов каждый эксперимент был проведён не менее трёх раз. На основе полученных результатов были построены графики вольт-амперных характеристик для анодов и катодов. результаты обрабатывались методами математической статистики, определялись доверительные интервалы. По средним значениям потенциалов анодов и катодов для каждого электролита был построен график зависимости суммарного напряжения на ячейке от тока.

С помощью эмиссионного спектрометра был проведён анализ состава образцов воды на содержание металлических элементов для определения их

возможного влияния на энергетические характеристики ВА ХИТ.

Щелочи легко растворяют защитную оксидную пленку на поверхности алюминия, он начинает реагировать с водой, в результате чего металл растворяется с выделением водорода (коррозия алюминия с водородной деполяризацией). Чтобы увеличить коэффициент полезного использования алюминия, нужно уменьшение скорости коррозии. Поэтому в течение экспериментов велось наблюдение за объёмом выделения водорода, а также строились зависимости плотности тока коррозии от плотности тока разряда.

Результаты

По итогам исследования были сделаны выводы, что вода, взятая из общедоступных источников для приготовления электролита в полевых условиях, влияет на энергетические характеристики ВА ХИТ. Поляризация анода увеличивается при работе в электролитах, приготовленных на основе водопроводной воды. В этих образцах выявлено высокое содержание кальция и серы. Образцы воды, взятые в загрязнённой городской среде, увеличивают поляризацию катода. В таких образцах высокое содержание родия и рубидия. Состав всех образцов электролитов повлиял на увеличение коррозии анода.

Выводы

Для беспилотных летательных аппаратов возможно приготовление электролитов для ВА ХИТ в полевых условиях. Оптимально использование воды из растаявшего снега, так как характеристики ВА ХИТ при работе в электролитах на его основе соответствуют

рабочим характеристикам при использовании чистых электролитов на основе дистиллированной воды.

Список использованных источников

[1] MarketsandMarkets Research Private Ltd. (2019). Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Market by Vertical, Class, System, Industry (Defense & Security, Agriculture, Construction & Mining, Media & Entertainment), Type, Mode of Operation, Range, Point of Sale, MTOW and Region - Global Forecast to 2025. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehicles-uav-market-662.html> Accessed 20 April 2020.

[2] Okorokova N. S., Pushkin K. V., Sevruk S. D., Farmakovskaya A. A. (2012) The modeling of physical and chemical processes in the current sources with an aluminum anode of the power plants for aerospace systems. Aerospace MAI Journal. Vol. 19, No. 5: 65-71.

[3] K.V. Pushkin, S. D. Sevruk, N.S. Okorokova, A.A. Farmakovskaya. The most efficient corrosion inhibitors for aluminum anode of electrochemical cell used as a controlled hydrogen generator. Periodico Tche Quimica. 2018/1/1, vol. 15, 414-425.

Применение жидкостного охлаждения приемопередающих модулей с использованием испарительной системы в плоских тепловых трубках

Рысева Анастасия Сергеевна

МАИ, Москва

anastasia_ryseva@mail.ru

Ключевые слова: тепловые трубки, электромагнитное излучение, температура, испытания,

приемо-передающий модуль, активная фазированная антенная решетка.

В современной микроэлектронике и микропроцессорной технике широко используются системы охлаждения, реализованные с использованием тепловых труб. Высокая эффективная теплопроводность ТТ позволяет организовать интенсивное отведение тепла, поступающего от малоразмерного источника, распределение этого тепла по большей площади и передаче его во внешнюю среду. Применение плоских тепловых труб и теплоотводящих оснований позволяет организовать системы охлаждения в условиях ограниченного пространства и малых размеров охлаждаемых устройств.

Для охлаждения электронных устройств, входящих в состав приемо-передающих модулей (ППМ) можно использовать воздушное и жидкостное охлаждение, построенное по принципу теплопередачи в замкнутом пространстве, такие как иммерсионные, термосифонные и тепловые трубчатые охладители. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки, поскольку при выборе подходящего охлаждения необходимо учитывать не только тепловые параметры охладителя, но и конструкцию и стабильность системы, долговечность, технологию, цену, применение и т.д. Тепловые трубы с применением жидкостного охлаждения, как правило, не являются дешевым решением проблемы охлаждения, но они наиболее эффективны и имеют большой потенциал по мере увеличения уровня мощности и требований к объему. По этим причинам тепловые трубы до сих пор применялись в основном в особых условиях работы. Тепловые трубы, благодаря своей высокой теплопроводности, обеспечивают необходимую

изотермическую среду с очень малыми температурными градиентами между отдельными компонентами. Высокие характеристики теплопередачи, возможность поддержания постоянной температуры испарителя при различных уровнях теплового потока, а также разнообразие и изменчивость размеров испарителя и конденсатора делают тепловую трубу с жидкостным охлаждением эффективным устройством для терморегулирования электронных компонентов [1].

На основе аналитического обзора литературы открытых источников и на основе патентных исследований было установлено, что до недавнего времени опыт успешного применения тепловых трубок или теплоотводящих оснований в конструкциях наземной радиолокационной техники отсутствовал, при том что в современных АФАР проблемы локального охлаждения активных элементов и перераспределения потоков тепла в условиях ограниченного пространства становятся особенно острыми [2]. Используемые ранее типы тепловых трубок (крупногабаритные, цилиндрической формы) становилось препятствием к эффективной организации отвода тепла из-за проблем их работы против гравитации и большого числа реализующихся контактных термосопротивлений. В настоящей работе делается попытка преодолеть эти проблемы путем использования плоских тепловых трубок, которые могут быть установлены непосредственно под электронной платой и способны работать при любой ориентации в пространстве [3].

В настоящее время радиолокационные системы постоянно совершенствуются, разрабатываются новые блоки ППМ АФАР, для которых необходимо поддерживать благоприятный температурный режим и стабилизировать механические нагрузки. Для этого

необходимо также учитывать влияние внешних физических факторов на функционирование системы. Несмотря на то, что при определенных условиях воздействие ЭМИ, механических и акустических колебаний или температуры может иметь положительный эффект, добиться общего положительного эффекта довольно сложно. Следовательно, можно говорить об общем негативном влиянии внешних физических факторов на работу системы охлаждения и плоских тепловых трубок. Следовательно, для обеспечения стабильной работы системы необходимо уменьшить влияние: убедитесь в отсутствии фонового ЭМИ в точках расположения плоских ТТ, устанавливайте антивибрационные и виброизолирующие элементы конструкции, а также использовать незамерзающие теплоносители.

Список использованных источников

1. Чиркова В.Ю., Стась И.Е. «Увеличение поверхностного натяжения и теплоты испарения воды как результат воздействия высокочастотного электромагнитного поля» // Изв. Алтайского гос. ун-та. 2014. №3/2(83). С. 187-191
2. Муратов А.В., Ципина Н.В. «Способы обеспечения тепловых режимов РЭС»: учеб. пособие. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический уни-верситет», 2007. 96с.
3. Елисеев В.И., Луценко В.И., Хмеленко И.П., Надутый В.П. «Влияние вибраций на статическое положение мениска движущейся в капилляре жидкости» // Вест. Национ. технич. ун-та XIII. №59. 2011. С.104-111

Мышление и поведение с ориентацией на производительность.

Сингур Константин Андреевич¹

Денискина Антонина Робертовна¹

Поцебнева Ирина Валерьевна²

МАИ¹, Москва, ФГБОУ ВО "ВГТУ"², Воронеж

singurrr@yandex.ru, deniskinaar@mai.ru,

ipocebneva@vgasu.vrn.ru

Ключевые слова: волатильность, менеджмент качества, персонал, VUCA-мир, модель четырех квадрантов, механизм воздействия.

Скорость изменений во многих отраслях сейчас намного выше, чем десять или двадцать лет назад. Из этого следует что и условия существования компаний в рамках повышенной волатильности, благодаря цифровым технологиям и постоянно меняющемуся потребностям потребителей, меняются ежегодно, или даже чаще.

Эти изменения касаются и авиационной промышленности, в которой процесс управления качеством сталкивается с постоянно меняющейся конъюнктурой, методы, которые отлично работали десять лет назад, уже устаревают, не успевают отвечать всем требованиям современных условий.

Приходит новое, перспективное понимание подготовки гибкого и одновременно устойчивого персонала, обучение менеджменту качества, которого открывает пути повышения производительности и качества выпускаемой продукции.

Три простейших механизма воздействия, которые позволят работнику быть максимально продуктивным, чувствовать ответственность за свою работу, всегда будут опираться на видение (Почему мы работаем в этой компании и гордимся ею?), взаимосвязь (Как мы

работаем вместе?) и организацию (Каким образом моя работа будет заметна?).

Третья промышленная революция проходит в турбулентном режиме. Всё стремительно меняется. И теперь нас окружает VUCA-мир (англоязычная аббревиатура от слов volatility — нестабильность, uncertainty — неопределенность, complexity — сложность и ambiguity — неоднозначность, двусмысленность).

Что даёт нам это знание? Мы понимаем, какие навыки необходимо развивать у персонала, чтобы компания нашла себя в капризном VUCA-мире [1].

Ничего стабильного нет, всё меняется. И первое, что нужно сделать, — признать и принять изменения, которые невозможно контролировать, зато можно управлять своей реакцией и состоянием. Первостепенная задача — адаптация.

Создание культуры VUCA, которая нацелена на инновации, адаптивное поведение и продуманный риск, является задачей менеджмента качества в условиях современных реалий, нужно оперативно находить пути выхода из кризисных ситуаций, важно быть гибким, общаться с сотрудниками разного уровня, а также, чтобы сотрудники понимали, куда и зачем идёт компания.

Что лучше: опираться на осязаемые, материальные элементы организационной структуры или неосязаемую культуру? Хотя ответ исключительно важен из-за последствий для лидеров организаций, вопрос часто обсуждается без должной основательности. Кен Уилбер, основоположник интегральной теории (Integral Theory), раскрыл глубокую истину о природе действительности. Идея Уилбера применительно к организациям означает, что должны учитываться следующие компоненты:

- мировоззрение и убеждение людей;
- поведение сотрудников;
- организационная культура;
- организационные системы (структуры, процессы управления и методы работы).

Модель четырех квадрантов демонстрирует, как тесно переплетены мировоззренческие установки, культура, поведение и системы организации. Любое изменение в одном из аспектов вызывает цепочку изменений в остальных трех [2].

Список использованных источников

1. Елена Герасимова. Старый новый VUCA-мир: как ответить на его вызовы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/netologyru/blog/511358> (дата обращения: 07.09.2020).

2. Фредерик Лалу. Модель четырех квадрантов Кена Уилбера для организаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://2pf.ru/biznes/202-model-chetyrekh-kvadrantov-kena-uilbera-dlya-organizatsij.html> (дата обращения: 07.09.2020).

Система контроля запуска и полета двухступенчатой ракеты-модели на твердотопливном

ракетном двигателе

Смирнов Иван Александрович

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург
sivanaworkmail@yandex.ru

Ключевые слова: ракетомоделизм, двухступенчатая ракета-модель, система управления летательным аппаратом.

В рамках воздушно-инженерной школы «Cansat в России» на базе МГУ ведется совместная работа между

учащимися школ и студентами высших учебных заведений. Школы проектируют и изготавливают атмосферные спутники с заданными массово-габаритными характеристиками для участия в Регулярной лиги, в свою очередь ВУЗы разрабатывают и представляют ракеты-модели, способные запускать на заданную высоту изделия школ.

Студенческое конструкторское бюро «ВОЕНМЕХ» разрабатывает первую в своей истории двухступенчатую ракету-модель на ТТРД (далее просто РМ-Ч2), способную выводить сразу два спутника Регулярной лиги на максимальную высоту.

Создание системы контроля запуска и полета (далее СКЗП) РМ-Ч2 является нетривиальной задачей, так как невозможно с необходимой точностью предсказать или задать время горения ТТРД, расположенного в первом блоке РМ-Ч2, в связи с возможной неоднородностью топливной смеси. Отсюда следует, что невозможно заранее предсказать в какой момент необходимо запускать двигатель второго блока РМ, что является ключевой проблемой данного проекта.

Главной задачей СКЗП является обеспечение безопасного запуска и автоматическое поддержание безопасного режима полета и приземления РМ-Ч2.

СКЗП представлена тремя отдельными блоками, каждый из которых имеет свою комплектацию и назначение:

1. Переносная станция управления запуском и полетом РМ-Ч2, далее – станция. Состоит из микроконтроллера Arduino UNO R3, радио модуля Ra-01 (далее просто Ra-01) и модуля для записи данных на microSD-карту. Станция является приемником радиосигнала от РМ-Ч2, подключается по UART к ПК или ноутбуку, за которым находится оператор полета.

Станция по команде оператора начинает обратный отчет и, так же по команде, отменяет его, если это необходимо. После старта станция получает данные с датчиков на борту РМ-Ч2, а также записывает их на съемный носитель информации.

2. блок электроники первой ступени, далее БЭ1. Включает в себя микроконтроллер Arduino Nano, основной и вспомогательный литиево-полимерный аккумулятор, стабилизатор напряжения на 3.3 В для обеспечения отдельного питания Ra-01, Ra-01, электромеханическое реле, GPS модуль и барометр. После расстыковки переходит в активный режим. Обеспечивает своевременное выпускание парашюта (по достижению нулевой или близкой к нулю вертикальной составляющей скорости, определяется численно по данным с барометра с применением барометрической формулы для высоты) и по приземлению циклически посылает по радиоканалу координаты, получаемые от GPS модуля. Момент расстыковки фиксируется разрывом контура, часть которого располагается на втором блоке ракеты-модели.

3. блоком электроники второй ступени, далее БЭ2. Он же основной блок электроники. Состоит из микроконтроллера Arduino 2560 pro embed, стабилизаторов напряжения на 4.2 и 5 В, одного основного литиево-полимерного аккумулятора, трех вспомогательных литиево-полимерных аккумуляторов, служащих для подрыва пирозарядов, трех электромеханических реле, Ra-01, модуля GPRS связи, GPS модуля, трехосного акселерометра и гироскопа, а также барометра.

Скажем несколько слов о компонентах блоков и об их взаимодействии. Из многообразия используемых модулей следует использование различных протоколов

подключения. Таким образом, акселерометр, гироскоп, барометр и термометр подключаются по шине I2C, модуль GSM связи и модуль GPS по протоколу UART, а радио модуль и модуль для записи телеметрии на microSD карту подключаются по линии SPI. Отметим, что датчики, подключенные по шине I2C к одним и тем же выводам микроконтроллера без проблем способны работать упорядоченно одновременно, не мешая друг другу, использование же шины SPI для параллельного подключения нескольких модулей накладывает ряд неудобств, поэтому программными методами в определенные моменты работы СКЗП один из модулей переводится в спящий режим, что позволяет без шумов обмениваться с данными со вторым, аналогичная операция производится и наоборот.

Для поджога каждого из пирозарядов проводится контролируемое короткое замыкание соответствующих вспомогательных литиево-полимерных аккумуляторов с низким значением выходного напряжения. В целях безопасности и повышения надежности системы одна батарея участвует в поджоге только одного пирозаряда. Контур находится в состоянии короткого замыкания лишь необходимое время, по истечение которого соответствующее электромеханическое реле снова переходит в состояние РАЗОМКНУТО (управление производится программным методом). Контуры, содержащие в себе пирозаряды, включают в себя ключи, которые замыкаются непосредственно перед стартом при условии, что соответствующие реле находятся в состоянии РАЗОМКНУТО.

Для своевременного разделения ступеней РМ-Ч2 производится обработка таких параметров как усилие передаваемой первой ступенью, с помощью тензодатчиков, и тангаж.

Уменьшение усилия первого блока на второй, очевидно, свидетельствует об уменьшении силы тяги, а достижение этим усилием значения близкого к первоначальному, говорит о полном догорании топлива.

Получение значение тангажа с необходимой точностью достигается применением фильтра Калмана к данным, получаемым от акселерометра и гироскопа. Это необходимо для недопущения полета второй ступени РН-Ч2 по недостаточно вертикальному направлению.

При удовлетворении вышеперечисленных условий СКЗП производи запуск двигателя второго блока РМ-Ч2, реактивная струя которого выталкивает двигатель первого блока. Если же ракета перевернулась, то срабатывает система спасения, то бишь раскрывается парашют, при этом запуск двигателя второго блока уже не производится.

При достижении вторым блоком РМ-Ч2 апогея происходит срабатывание системы спасения, вместе с которой выводятся два спутника регулярной лиги Cansat'a. После приземления БЭ2 циклически отправляет по радио каналу координаты, получаемые от GPS модуля, а также единожды отправляет их по GPRS сети оператору полета.

Удобность коммутации БЭ2 с проводкой, стационарно находящейся на борту РМ-Ч2, достигается использованием пары гнездо-штекер Jack 3.5 мм на четыре вывода. Первые два из которых замыкают собой контур, содержащий пирозаряд в двигателе второго блока, оставшиеся два, в свою очередь, замыкают собой контур, разрыв которого фиксирует момент расстыковки.

Следующим этапом модернизации СКЗП РМ-Ч2 является докомплектация БЭ1 и БЭ2 камерами, а также

системой динамического управления оперением ракеты-модели, что бы позволило «выпрямлять» траекторию полета до вертикальной перед запуском двигателя второго блока.

Список использованных источников

1. У. Соммер Программирование микроконтроллерных плат Arduino/ Freeduino, -СПб: БХВ-Петербург, 2012. – 244 с.
2. В. Петин Проекты с использованием контроллера Arduino, -2ое издание –СПб: БХВ-Петербург, 2015. – 263 с.
3. А.В. Ефимов Авиационная радиоэлектроника: учебное пособие для ВУЗов, - Ульяновск: УВАУ ГА, 2003. -220 с.

Негативные резисты на основе атактического полистирола в производстве наноразмерных структур электронно-лучевой литографией

Старостина Екатерина Анатольевна

МАИ, Москва

thirty-seconds-to-the-well26@yandex.ru

Ключевые слова: НЭМС, МЭМС, наноразмерные структуры, электронно-лучевая литография (ЭЛЛ), полимер, полистирол (ПС), негативный электронорезист.

Создание наноразмерных структур методом электронно-лучевой литографии (ЭЛЛ) актуально в настоящее время, т. к. литография при помощи электронного пучка позволяет прорисовывать или переносить рисунки очень малого размера и исключительно высокой плотности, чего невозможно добиться при помощи литографии в видимом и даже в

ультрафиолетовом свете по причине явлений дифракции.

Производить нано- и микроустройства методом ЭЛЛ позволяют ультратонкие наноразмерные негативные электронорезисты на основе аморфного атактического полистирола (ПС).

Цель работы - рассмотреть негативные электронорезисты на основе атактического ПС в производстве наноразмерных структур методом ЭЛЛ.

Согласно поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть исходные компоненты и методы синтеза атактического ПС;
- ознакомиться с методами изготовления ультратонких наноразмерных пленок электронорезистов на его основе;
- привести примеры наноразмерных структур, сформированных с применением пленок электронорезистов.

Атактический ПС получают методом радикальной полимеризации стирола. Для регулирования таких важных характеристик полимера, как молекулярная масса (ММ) и полидисперсность, предпочтительнее использовать метод контролируемой радикальной полимеризации (КРП). Исходными компонентами являются стирол и контролирующий агент (металлокомплексный катализатор – экстракомплекс и инициатор из класса алкилгалогенидов) [1]. ММ ПС, применяемого для изготовления электронорезистов, должна быть не более 25 000 г/моль, а полидисперсность - близкой к 1. Полимер с такими характеристиками отбирается методом гель-проникающей хроматографии (ГПХ).

Преимущественный метод нанесения резистных масок полимера на поверхность – центрифугирование, однако при формировании ультратонких плёнок на шероховатых поверхностях этот метод не подходит, т.к. в силу краевых эффектов покрытие становится неравномерным. Для создания полистирольных плёнок электронорезиста на шероховатых поверхностях может применяться термическое испарение [2].

Используя ПС в качестве негативного электронорезиста можно создавать различные микро- и наноструктуры на поверхностях с помощью традиционных технологических процессов ЭЛЛ. Нанесение рисунка на шероховатые или предварительно структурированные поверхности необходимо в нанофотонике, наноэлектронике, а также при создании нано- и микроэлектромеханических систем (НЭМС и МЭМС).

Например, создание наноструктур на оптических волокнах (рис. 1) позволяет использовать так называемую технологию lab-on-fiber.

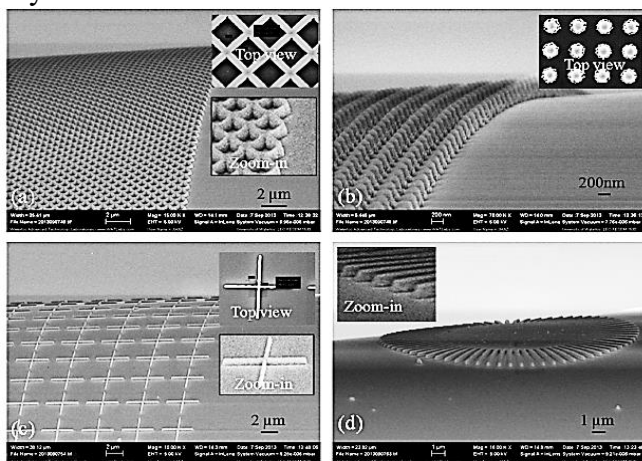


Рис. 1 – СЭМ изображения наноструктур на оптическом волокне с высотой / глубиной 270 нм: а) двумерный решетчатый массив с

шириной линии 167 нм; б) точечный массив с диаметром 200 нм; в) массив поперечных балок с шириной линии 167 нм; г) звездообразный узор [3]

Эти волокна тоньше человеческого волоса, они могут проникать сквозь кровеносные сосуды для оптического обнаружения бактерий и вирусов, а также могут использоваться для сверхточной калибровки космических кораблей будущего [3].

Создание наноструктур на наконечнике атомно-силового микроскопа (АСМ) (рис. 2) позволяет применять усиленную рамановскую спектроскопию, оптическую фокусировку ближнего поля и изучать фундаментальные квантово-механические системы.

Кроме того, нанофабрикация на цилиндрическом ролике может потребоваться в качестве пресс-формы для рулонной наноимпринтной литографии.

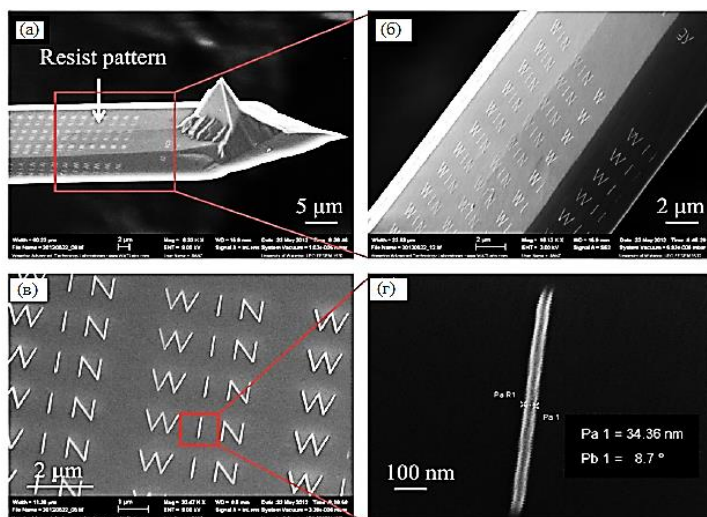


Рис. 2 – Микрофотографии наноструктур WIN (Waterloo Institute for Nanotechnology) в масштабе 5 мкм (а), 2 мкм (б - в) и 100 нм (г) на кантилевере АСМ, сформированных методом ЭЛЛ с применением резистов на основе ПС [3]

Таким образом, сделаны следующие выводы:

1. Контролируемая радикальная полимеризация позволяет синтезировать полистирол с молекулярно-массовыми характеристиками, необходимыми для его использования в производстве ультратонких наноразмерных пленок электронорезистов (ММ до 25 000 г/моль, полидисперсность приближенная к 1).

2. При центрифугировании толщина пленки различна в силу краевых эффектов. Термическое испарение позволяет получать равномерное покрытие на шероховатых поверхностях.

3. Показана возможность создания наноразмерных структур на кантилере атомно-силового микроскопа и оптических волокнах методом электронно-лучевой литографии с применением электронорезистов на основе полистирола. Размеры наноструктур не превышают 300 нм.

Список использованных источников

1. Tiago F. Controlled Radical Polymerization of methyl methacrylate and styrene mediated by a cobalt(II)-based initiator system / Tiago F. Cruz, Clara S. B. Gomes, Pedro T. Gomes, J. C. Bordado // DEQ. – 2013. - № 1, 1049-001. – P. 1-10.

2. Жарик Г. А. Литография нанометрового разрешения на основе напыляемого полистирола / Г. А. Жарик [и др.] // Вестник МГУ Физика. Астрономия. – 2017. - № 6. – С.120-125.

3. Celal Con. Nanolithography on non-planar surfaces and self-assembly of metal salt-polymer nanomaterials. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the

degree of Doctor of Philosophy in Electrical and Computer Engineering (Nanotechnology). Waterloo, Ontario, Canada, 2016. 162 p.

**Технология монтажа ступенчатой оснастки с
использованием универсальных лазерных средств и
робототехнического комплекса**

Татаркин Кирилл Александрович

ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж

tatarkin.kirill@mail.ru

Ключевые слова: монтаж ступенчатой оснастки, робототехнический комплекс, лазерный трекер, программное обеспечение, расчет точности.

Точность воспроизведения размеров агрегатов и аэродинамических форм, в том числе положения стыковых узлов определяется точностью сборочной оснастки. Особое внимание уделяется точности положения в пространстве установочных (базовых) элементов приспособления. Поэтому возникает необходимость с высокой точностью находить в пространстве координаты многочисленных фиксаторов и других установочных элементов, которые отстоят один от другого в некоторых случаях на несколько метров. Из-за этого процессам монтажа и контроля сборочных приспособлений уделяют в самолетостроении особенное и повышенное внимание.

Под определением «Монтаж сборочных приспособлений» имеют ввиду установку, обеспечение взаимного расположения в пространстве и относительно базовых плоскостей, закрепление конструктивных элементов приспособления в единое целое согласно модели, чертежу и техническим условиям на монтаж.

При монтаже сборочных приспособлений применяются различные средства монтажа в разных сочетаниях в зависимости от того какие именно монтажные или контрольные работы выполняются. Методы монтажа сборочных приспособлений определяются в основном использованием тех или иных средств монтажа. В 21 веке в самолетостроении используют следующие основные методы монтажа: монтаж с использованием универсальных (принятых в общем машиностроении) средств монтажа; монтаж с использованием жестких носителей размера и форм собираемых узлов или агрегатов; монтаж с использованием разрозненных оптико- механических приборов; монтаж с использованием лазерных средств; монтаж с использованием координатных станков (механических, оптико-механических, лазерных);

Использование робототехнического комплекса возможно в будущем для монтажа ступенчатой оснастки в условиях массового, серийного и мелкосерийного производства.

Основная задача робототехнического комплекса - точное позиционирование и монтаж обводообразующих элементов сборочной оснастки

Габаритные размеры комплекса разрешат производить монтажные работы до 3 метров по радиусу в горизонтальной плоскости и до 3,4 метров по вертикальной плоскости. Комплекс разработан под стандартные проемы въездов и выездов в цеховые помещения, что в дальнейшем упрощает процесс его транспортировки.

Робототехнический комплекс позволит монтировать средние и крупногабаритные изделия, ограничениями габаритов монтажа сборочной оснастки комплексом являются высота и ширина монтируемой

оснастки, которые не должны превышать 3,4 метра и 6 метров соответственно.

Комплекс позволит обеспечить точность монтажа сборочной оснастки до $\pm 0,05 - 0,1$ мм.

Масса монтируемых деталей комплексом не должна превышать 100 кг.

Робототехнический комплекс выполняет такие виды работ как точное позиционирование монтируемой детали, крепление монтируемой детали в автоматическом, автоматизированном или ручном режиме работы.

Управление комплексом осуществляется программным обеспечением Spatial Analyzer и системой управления KR C4, выполненной в отдельном шкафу управления.

Базовая комплектация комплекса должна включать в себя наличие лазерного трекера с возможностью программного управления самим комплексом, двух систем управления KR C4, программного обеспечения Spatial Analyzer, вспомогательных устройств таких как сферический отражатель SMR 0,5" и адаптер для измерения координат оси, двух промышленных роботов KUKA KR 100 HA и автономной платформы с возможностью программного управления.

Связь комплекса с программным обеспечением осуществляется беспроводным методом на расстоянии до 200 м

Комплекс оснащен пультом управления и несколькими аварийными автоматами отключения, что делает его безопасным при нахождении человека в рабочей зоне.

Приспособление обеспечивает точность теоретического контура в пределах

$\delta_{\text{изд}} = \pm 0,5 \text{ мм.}$, т.к. удовлетворяет заданным техническим условиям, т.е. выполняется условие $\delta_{\text{пр}} \geq \Delta_{\text{прис.}}$

Список использованных источников

1. А.А. Никольский Основы монтажа сборочных приспособлений- 1975. – С. 3-60.

Постановка научной проблемы и методика ее решения

Тверкаева Алина Энверовна

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Панов Ю.Н.

МАИ, Москва

alina.tverkaeva@gmail.com

Ключевые слова: научно-исследовательская деятельность, постановка научной проблемы, методика решения научной проблемы, выявление противоречия, декомпозиция научной проблемы, определение задач, поиск путей решения.

Наука – это сфера исследовательской деятельности, целью которой является получение новых знаний. Таким образом, научно-исследовательская деятельность человека или группы людей направлена на получение объективно нового результата в ходе решения научной задачи.

Степень продуктивности научно-исследовательской деятельности зависит от её организации, то есть выбора методики, посредством которой она будет осуществляться.

Предлагаемая методика (рисунок 1) предполагает следующий алгоритм решения научной проблемы:

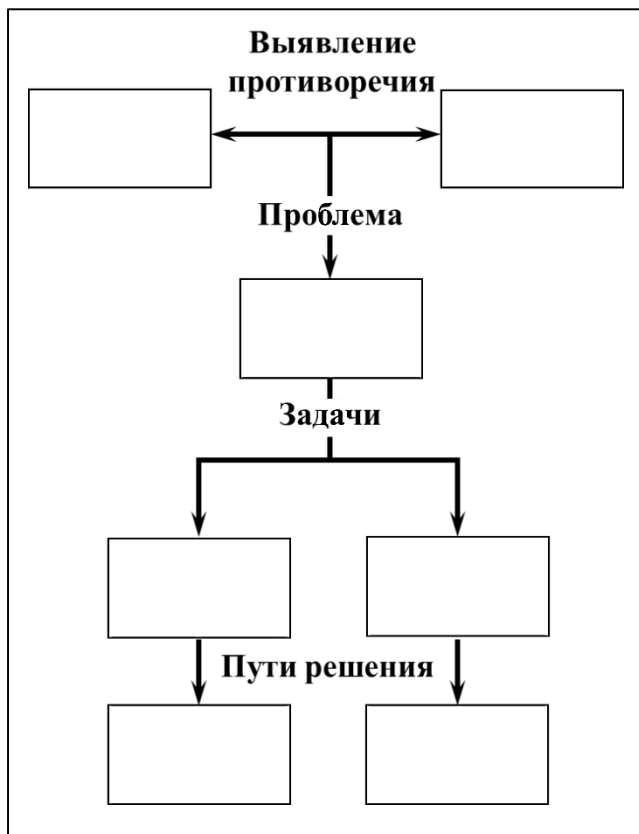


Рис. 1 – Методика решения научной проблемы в виде древовидной иерархической структуры

1) Выявление противоречия и соответствующей ему проблемы

Формирование научной проблемы происходит при определении противоречия, существующего в исследуемой предметной области. После осмысления проблемы появляются предпосылки для постановки научной задачи.

2) Формирование проблемы

Постановка научной задачи определяется рассматриваемой проблемой. С данного шага начинается научно-исследовательская деятельность. Корректность формулировки выявленной проблемы определяет ход научно-исследовательской деятельности: предполагаемое время на поиск одного или нескольких путей решения и их выбор применительно к конкретной задаче.

3) Определение задач, необходимых для разрешения научной проблемы

После формирования проблемы ставятся задачи. Таким образом, происходит декомпозиция рассматриваемой научной проблемы. Определение конкретных научных задач упрощает научно-исследовательскую деятельность и позволяет найти несколько путей решения рассматриваемой проблемы.

4) Поиск путей решения научных задач

В результате работы над научной задачей возникает один или несколько путей ее решения. Таким образом, получив и проверив на практике решения научных задач, складывается знание – результат научно-исследовательской деятельности, применимый к изучаемой проблеме.

Предлагаемая методика решения научной проблемы далее показана на двух примерах. В качестве первого примера рассмотрена проблема невозможности выполнения сканирования с требуемой точностью. Алгоритм решения данной научной проблемы, согласно предлагаемой методике, приведен на рисунке 2.

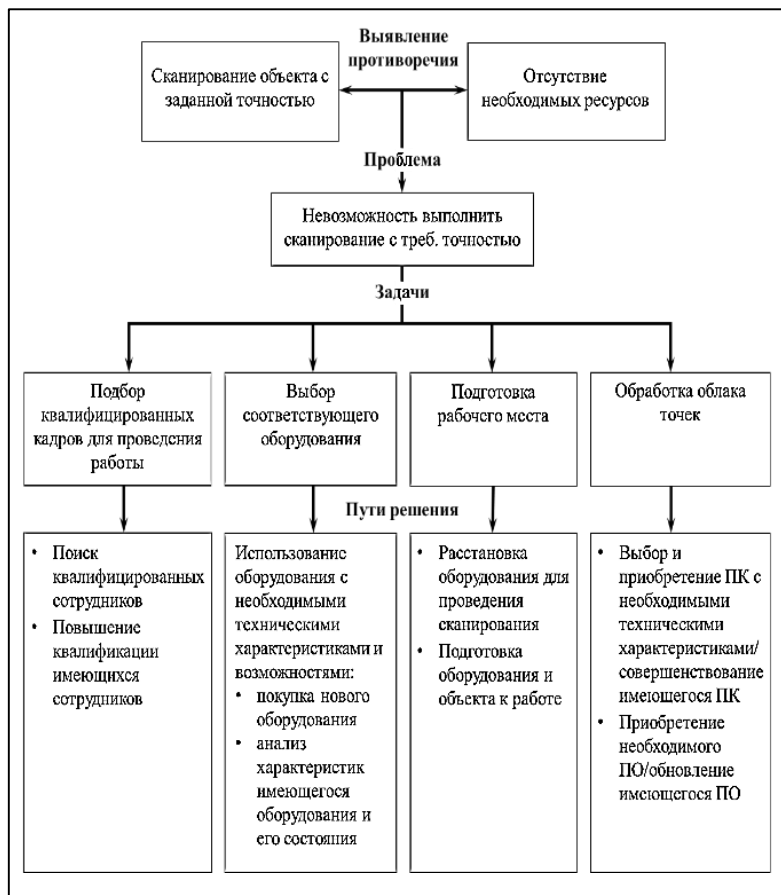


Рис. 2 – Применение методики решения научной проблемы в соответствии с первым примером

Во втором примере, на рисунке 3, показано применение предлагаемой методики для разрешения проблемы, касающейся работы Высшего учебного заведения (ВУЗа), а именно – развития ВУЗа в условиях ограниченного финансирования.

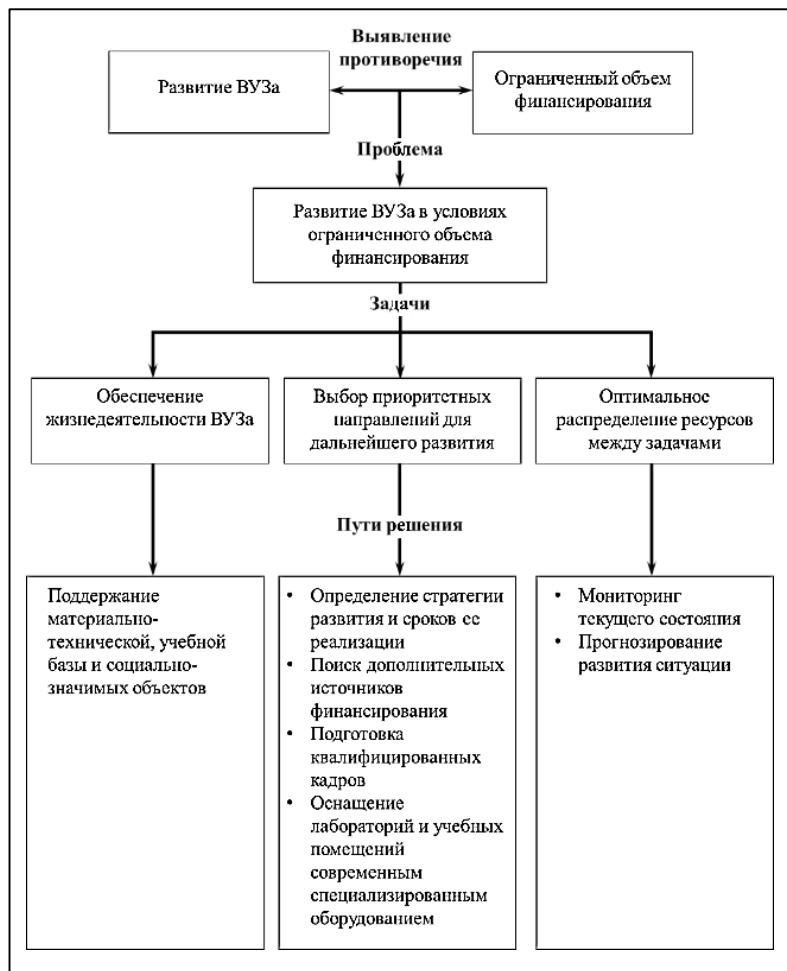


Рис. 3 – Применение методики решения научной проблемы в соответствии со вторым примером

Вывод: Использование предлагаемой методики позволяет целенаправленно исследовать научную проблему, предопределить основной путь поиска ее решений, и выявить области применения полученного знания. Данная методика применима в любой отрасли,

где существуют противоречия и необходимо разрешение научной проблемы на их основе.

Список использованных источников

1. Пономарев А.Б., Пикулева Э.А. «Методология научных исследований» / Учебное пособие – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 186 с – URL: <https://clck.ru/QXcie> (дата обращения 26.08.2020)
2. Липчиу Н.В., Липчиу К.В. «Методология научного исследования» / Учебное пособие – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 290 с – URL: <https://kubsau.ru/upload/iblock/d7a/d7a92edf8a3247f2aafc68b6154e1384.pdf> (дата обращения 27.08.2020)

Роль профессии переводчика в современном мире: к проблеме подготовки кадров для аэрокосмической отрасли Хабулиани Таисия Олеговна

Научный руководитель – профессор, д.и.н. Зубанова С.Г.
МАИ, Москва
taisiakhabuliani@mail.ru, svet_285@mail.ru

Ключевые слова: перевод, искусственный интеллект, переводчик, электронные носители, специалист, кадры, деятельность, аэрокосмическая отрасль, переводческая компетенция.

Актуальность темы заключается: 1) во-первых, в потребности аэрокосмической отрасли в профессиональных переводчиках и инженерах, обладающих переводческой компетенцией; 2) во-вторых, в том, что в современном мире всё большую

популярность приобретают электронные носители и средства перевода. [3, с. 197]

Целью данной работы является 1. обоснование тезиса о том, что переводческой компетенцией должен обладать выпускник любой инженерной специальности, который стремится быть востребованным и эффективным; 2. Обоснование значительной роли электронных переводчиков для перспективы работы в сфере аэрокосмоса.

Методологической основой нашей работы явилось применение научных методов из числа теоретических и эмпирических. В частности, из эмпирических методов были применены методы опроса, статистический метод, анализ документов и текстов.

Практическая значимость исследования заключается в практических рекомендациях, которые сформулированы в конце данной работы.

Новизна данного исследования заключается в «отраслевом» характере рассмотрения проблемы формирования переводческих компетенций у узкопрофильного специалиста.

Для достижения поставленной цели нами было **проведено исследование**, в котором приняли участие 100 респондентов. 60 из них - студенты МАИ с различных направлений подготовки и 40 – преподаватели разных кафедр Института иностранных языков МАИ.

Какой переводчик может считаться профессионалом высшего класса?



Диаграмма №1

Исходя из результатов первого исследования, мы можем сделать вывод о том, что большинство респондентов (45%) отмечают, что важнейшим компонентом в достижении успеха в области специализированного и общего перевода – обладание переводческой компетенцией, особым набором способностей и знаний, необходимых для успешного занятия профессиональной переводческой деятельностью.

В зависимости от видов и жанров перевода компетенция может различаться, но никогда не ограничивается только хорошим знанием языка оригинала и языка перевода, необходимо также обладать знанием норм языка перевода, определяющих выбор стратегии перевода, норм данного стиля и жанра текста [3, С. 191]; определенный минимум «фоновых знаний», необходимых для адекватной интерпретации

исходного текста, и в частности то, что называется «знанием предмета».

30%, однако, полагают, что главным преимуществом высококвалифицированного специалиста является именно его ориентация в рамках узкопрофильной технической терминологии, а не только знания переводческого дела в целом, ведь профессия приобретает особую ценность, когда она является прикладной к другой специальности сферы аэро-космонавтики. Меньший процент опрошенных предполагает, что кадрам достаточно ориентироваться на свой профессионализм только в области гуманитарных наук и специализироваться в основном на сфере общего перевода.

Могут ли узкопрофильные специалисты в области технического перевода пользоваться...

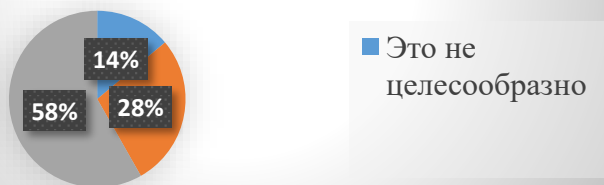


Диаграмма №2

Руководствуясь данными диаграммы № 2, можно сделать вывод о том, что 58% опрошенных придерживаются мнения о том, что широкое применение гаджетов значительно упрощает задачи, стоящие перед переводчиком, помогают в переводе технических нюансов. 28% полагают, что электронные

носители могут пригодиться профессионалу лишь на уровне перевода отдельных слов и словосочетаний, но не в области узкой терминологии, и лишь 14% респондентов считают, что использование электронного носителя не имеет никакого смысла в работе над технической терминологией, ведь машины запрограммированы на выполнение определенных алгоритмов, такие переводчики придерживаются разработанных людьми межъязыковых техник для перевода ряда слов с одного языка на другой без использования словарей и правил грамматики.

На основании проведенного исследования, формулируем выводы:

1. К овладению переводческой компетенцией должен стремиться каждый студент МАИ, у которого есть желание быть востребованным и эффективным специалистом аэрокосмической сферы.

2. Электронные средства перевода помогают переводчику профессионалу лучше ориентироваться в узкопрофильной среде и значительно упрощают задачи высоко-качественного перевода, стоящие перед специалистом.

Сформулируем практические рекомендации:

1. Необходимо формировать у будущих переводчиков-специалистов в области инженерии переводческую компетенцию еще в рамках вуза.

2. Целесообразно продолжать исследование возможностей использования электронных переводчиков в обучении студентов МАИ иностранному языку и переводу.

Список использованных источников

1. Банкожитенко Е.В., Власова С.В., Зубанова С.Г. Особенности научно-педагогических подходов при

обучении иностранному языку студентов технических факультетов МАИ (НИУ) // Интернет-журнал «Мир науки» 2017, Том 5, №2 <http://mir-nauki.com/PDF/13PDMN217.pdf>

2. Халлилулина З.К., Овсянникова М.Н. К проблеме перевода общенаучной лексики в англоязычных научно-технических текстах. 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. 115-123.

3. Сельвесюк Н.Л. Роль самостоятельной работы студентов в формировании профессиональной компетенции будущих специалистов гуманитарных направлений подготовки. В сборнике: Сборник научных и учебно-методических статей преподавателей и студентов Факультета иностранных языков МАИ-НИУ. Ответственный редактор Каллиопин А.К. Москва, 2015. С. 196-204.

4. Русских Е.Ю., Сельвесюк Н.Л. Авиационный английский: трудности авиационного перевода. В сборнике: Студенческая научно-практическая конференция в рамках "Недели науки" ФИЯ МАИ-НИУ, посвящённая 100-летию со дня рождения академика В.П. Мишина. Сборник докладов. Ответственный редактор А.К. Каллиопин. 2017. С. 129-138.

5. Анурова О.М. Междисциплинарность и ее роль для достижения адекватности научно-технического перевода. Мир науки, культуры, образования. 2019. № 1 (74). С. 456-457.

6. Власова С.В. Педагогические факторы профессиональной подготовки будущих инженеров аэрокосмических специальностей на занятиях иностранным языком (к 90-летию МАИ) // Мир науки.

Педагогика и психология, 2020 №1, <https://mir-nauki.com/PDF/75PDMN120.pdf>

7. Аникеева И.Г. Особенности формирования профессиональных компетенций в процессе подготовки переводчиков. В сборнике: Язык и текст: структура, дискурс, перевод. 2015. С. 329-334.

8. Сосунова Г.А. Переводческая компетенция студентов: роль в речевой деятельности и межкультурной коммуникации. Вестник Российской Таможенной Академии, 2008, № 3. с. 129-138.

9. Ясаревская О.Н. К вопросу о машинном переводе: статистический машинный перевод. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. № 5 (33). С. 139-143.

Современные средства достижения господства в воздухе в вооруженных конфликтах XXI века

Шипицин Леонид Алексеевич

Филиал МАИ «Стрела», г.о. Жуковский

leonidfonship2@yandex.ru

Ключевые слова: господство в воздухе, современный конфликт, гонка вооружений, беспилотная авиация.

Концепция современного вооружённого противостояния

Многочисленные вооруженные конфликты прошлого столетия подтвердили эффективность использования воздушной техники для достижения стратегического превосходства. В концепции развития оборонно-промышленного комплекса ведущих стран прочно закрепился принцип: «исход войны определяется в воздухе». Действительно, самая сильная сухопутная армия и самый сильный флот окажется

беззащитным в случае потери контроля над небом. Гонка вооружений между ведущими странами мира способствует интенсивному развитию авиационной промышленности, а также систем противовоздушной обороны. В рамках создания и модернизации воздушных и воздушно-космических сил ведётся противостояние, ограничительным фактором которого является военный бюджет государства. Воспрепятствовать неприятелю использовать авиацию, сохраняя возможность использовать собственную – приоритетная задача современного вооруженного противостояния.

«Контроль неба» в современных конфликтах

Достижение «господства в воздухе» в реалиях конфликтов 21 века возможно при совместной работе авиации, космических сил, а также средств противовоздушной обороны. Исход современной войны будет предопределён в первые дни боевых действий. Защитить собственные территории от возможного превентивного нападения противника, сохраняя возможность нанесения ответного удара, является приоритетной задачей оборонно-промышленного комплекса России. В таких условиях необходима максимальная интеграция всех систем разведки, обороны и ответного удара. Создание ВКС РФ в 2015 г. является прямым подтверждением данной гипотезы. Целью объединения сил воздушно-космической обороны и ВВС в состав ВКС является увеличение их эффективности в области обмена информации и координации действий. В случае превентивного удара, пуск должны засечь спутники раннего предупреждения о ракетном нападении, после этого — радиолокаторы той же системы, а уже потом цели должны поражаться «на местах» силами ПВО И ПРО, параллельно же

должен наноситься ответный удар, в том числе и силами ВВС. Эффективность нового вида войск РФ была доказана в Сирии. За два года проигрывающая войну Сирийская армия при поддержке ВКС РФ вернула под свой контроль большую часть территории страны. Российские военные продемонстрировали всему миру, как нужно бороться с терроризмом.

Использование беспилотной авиации для достижения «господства в воздухе»

Успехи России в Сирии заставили США признать необходимость формирования собственных ВКС, что положило начало новому витку гонки вооружений. Соотношение военных бюджетов стран НАТО и России показывает пятнадцатикратное преимущество альянса. В таких условиях, достижение сопоставимого баланса сил возможно путём создания новейшего вооружения, эффективность которого станет основой стратегического паритета в мире. России требуется «играть на опережение». Перспективным направлением является развитие беспилотной авиации. Американские БПЛА широко используются в локальных конфликтах по всему миру. 5 января 2018 г. беспилотники террористов ИГИЛ совершили авианалёт на авиабазу Хмеймим и базу ВМФ РФ в Тартусе. Замаскированные под «кустарное» производство дроны, с высокотехнологичными средствами радиолокации и наведения через космос должны были продемонстрировать мировой общественности о неспособности русских защитить собственные военные базы в Сирии. В момент атаки беспилотников самолёт разведчик «Посейдон» воздушных сил США около 4 часов барражировал между базами Хмеймим и Тартус. Атаки террористов были сорваны российскими подразделениями радиоэлектронной борьбы и

противовоздушной обороны. По данным МО РФ, в атаках участвовали 13 беспилотников: из них шесть дронов удалось взять под контроль, еще семь были сбиты. Возможности подобных летательных аппаратов ограничены малой грузоподъемностью, низкой скоростью, отсутствием брони. Фактически, эффективное использование беспилотников США возможно только при существующем «господстве в воздухе». При отсутствии контроля небесного пространства, спектр применения ЛА данного типа значительно сужается. Фактически, американская армия владеет оружием, способным обеспечить разведку и проводить бомбардировку незащищённых от воздушного нападения территорий.

Перспективное направление развития БПЛА России

Создании многофункциональных беспилотников, возможности которых обеспечат захват и контроль воздушного пространства потенциального противника, является перспективным направлением развития беспилотной авиации России. Характеристики подобных БПЛА соответствуют классу «макси» по массе, продолжительности нахождения в воздухе и высоте полёта. Функционал ЛА данного типа должен стремиться к пилотируемой авиации. Современные технологии позволяют создавать дроны, основной задачей которой является защита основной машины. Беспилотные самолёты поддержки способны нести продвинутые радиолокационные станции, позволяя расширить возможности пилотируемых истребителей. Демонстрация совместного полёта истребителя пятого поколения ВВС РФ Су – 57 и тяжёлого ударного беспилотника С – 70 «Охотник» состоялась 21 сентября 2019 г. Отработано взаимодействие летательных

аппаратов в области обмена информации и целеуказания для применения вооружения истребителя без захода в зону условного противодействия ПВО. Развитие беспилотной авиации в области взаимодействия с истребителями пятого поколения способствует повышению обороноспособности государства в области достижения «господства в воздухе». Российская армия продемонстрировала миру конкурентоспособное оружие нового поколения, вынуждая потенциальных противников подстраиваться под новые формы ведения войны. Самолёты шестого поколения вероятнее всего будут претендовать на роль «матки», под управлением которой находится «рой» беспилотников, выполняющих функции разведывательной, истребительной и ударной авиации.

Заключение

Таким образом, динамика борьбы за «господство в воздухе» стремительно нарастает. Осознание важности контроля неба в военных конфликтах современности способствует реализации инновационных проектов в области развития авиационной промышленности. Боевое использование БПЛА открыло новый виток гонки вооружений. Использование тяжёлых ударных дронов в сочетании с истребительной авиацией позволит выполнять поставленные задачи без риска для жизни экипажа. Российские инженеры продемонстрировали мировому сообществу перспективные технологии в области взаимодействия войск, предоставили новую концепцию борьбы за мирное небо, в которой «бездушные чудовища» будут определять исход воздушных сражений будущего.

Список использованных источников

1. Интернет ресурс:
<https://zen.yandex.ru/media/megastroyki/sviazka-s-bpla-s70-ohotnik-delaet-su57-istrebitelem-pokoleniia-5-plus-video-5d92de0bc49f2900b1b81498>
Дата обращения: 08.09.2020
2. Интернет ресурс: <https://rusprav.tv/vozdušno-kosmicheskie-sily-rossii-razbor-poletov-45971/>
Дата обращения: 08.09.2020
3. Д. Дуэ Господство в воздухе. Сборник трудов по вопросам воздушной войны. — М.; Воениздат НКО СССР, Москва 1936.

Долгосрочные водородно-воздушные накопители энергии

Шматов Дмитрий Павлович
Башарина Татьяна Александровна
Кружаев Константин Владимирович
Афанасьев Александр Александрович
ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж
rd-vgtu@mail.ru

Ключевые слова: энергетика, газогенератор, накопители энергии, энергоустановка.

В настоящее время накопление электроэнергии приобретает все большее значение в связи с ростом энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии. В этой связи технологии хранения энергии приобретают большое значение при решении сложных вопросов выравнивания нагрузки, особенно для согласования прерывистого источника возобновляемой энергии с потребительским спросом, а также для

хранения избыточной мощности в течение ежедневного или более длительного цикла.

Большое количество проведенных исследований и экспериментальных разработок направлено на экономии энергии и энергоресурсов. Широкое практическое внедрение возобновляемых источников энергии с одной стороны открывает простор для развития малой энергетики в труднодоступных регионах, а с другой – требует мер по компенсации как суточных, так и сезонных неравномерностей генерации таких источников и согласованию с графиками нагрузки потребителя. При этом актуальной представляется задача длительного аккумулирования избыточной выработки ВИЭ в периоды малого потребления для последующего срабатывания этой энергии при недостаточной выработке с целью повышения степени замещения органического топлива.

Поэтому целью выполнения ПНИЭР является разработка и экспериментальная апробация новых технических решений по созданию долгосрочных водородно-воздушных накопителей энергии с повышенной автономностью и емкостью, предназначенных для длительного аккумулирования при работе в системах распределенной энергетики. В результате выбора эффективного решения долгосрочного накопления энергии установлено, что использование водорода позволяет решить основную проблему воздушно-аккумулирующих газотурбинных электростанций, связанную с большими объемами хранилищ и использованием дополнительного топлива для подогрева, путем создания комбинированной водородно-воздушной газотурбинной системы аккумулирования.

На рисунке 1 представлена пневмогидравлическая схема системы накопления энергии.

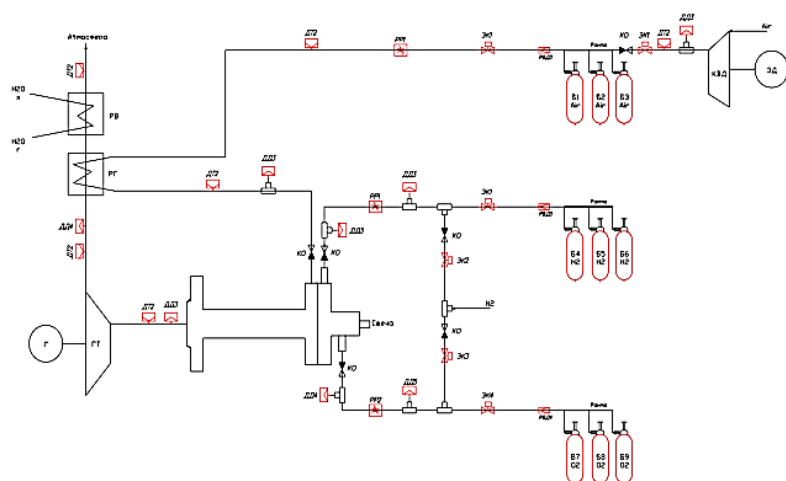


Рис. 1 – Пневмогидравлическая схема системы

В проекте рассматривается комбинированная схема воздушно-аккумулирующей газотурбинной электростанции, в которой для подогрева воздуха перед турбиной используется теплота сжигания водорода в кислороде, полученных путем электролиза. Водород как аккумулятор энергии обладает рядом преимуществ по сравнению с другими системами аккумулирования: высокая плотность запасаемой энергии (до 38 кВт·ч/кг (т)), отсутствие вредных выбросов при работе, широкое распространение в природе. Однако основным преимуществом является очень низкая стоимость хранения энергии, которая составляет около 15 долл./кВт·ч, что недостижимо больше ни для одной известной системы аккумулирования. Использование водорода позволяет решить основную проблему подобных систем, связанную с большими объемами хранилищ и использованием дополнительного

органического топлива для подогрева, путем создания комбинированной водородно-воздушной газотурбинной системы аккумулирования. Продуктом сжигания водорода в кислороде является водяной пар высокой температуры, что позволяет использовать его для подогрева воздуха из хранилища путем смешения, исключая образование вредных веществ, в отличие, например, от сжигания водорода непосредственно в воздухе.

В ходе реализации проекта были разработаны и изготовлены элементы водородно-воздушной системы накопления энергии, в том числе водородно-воздушный генератор газа (рисунок 2).

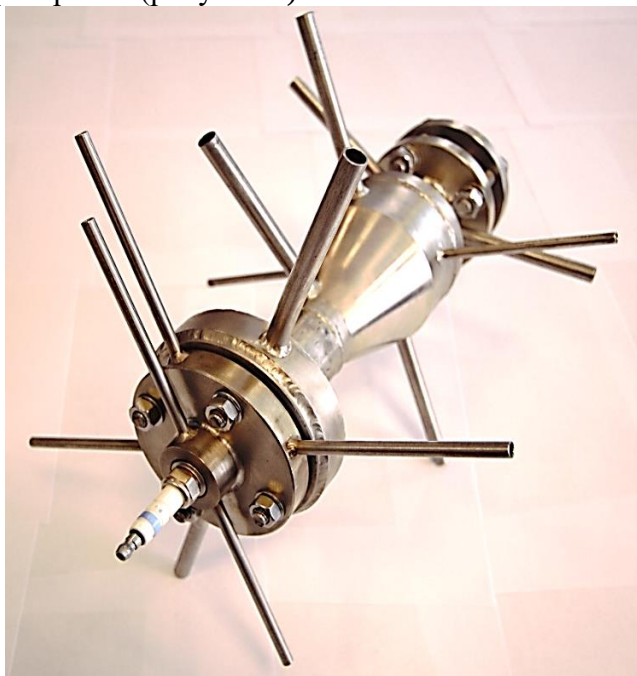


Рис. 2 – Водородно-воздушный генератор газа

Водородно-воздушный генератор газа отличается повышенным рабочим ресурсом, достигаемым за счет отверстий, расположенных в спиральных каналах, образованных внешней и внутренней стенкой камеры, внутрь камеры сгорания до ее среза и снижающих теплонапряженность кромки спиральных каналов путем создания низкотемпературного пристеночного слоя, защищающего от воздействия высокотемпературных продуктов сгорания водорода в кислороде. Такая конструкция камеры сгорания повышает качество смешения балластировочной среды с продуктами сгорания и уменьшает массогабаритные характеристики за счет эффективного эжектирования продуктов сгорания балластировочной средой к стенке камеры смешения. Увеличение расхода балластировочной среды приводит к увеличению эжектирования и температурной равномерности потока на выходе газогенератора.

Проект выполнен в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий № 075-15-2019-1825 от «2» декабря по теме: «Разработка передовых технических и цифровых решений для создания и эффективного использования долгосрочных водородно-воздушных накопителей энергии в распределенной энергетике»

Список использованных источников

1. Сайделов А. Р. Опыт использования газотурбинных установок для выработки электроэнергии / А. Р. Сайделов, М. А. Асыллов, А. Ю. Трофимов // Международный научный журнал «Символ науки». - 2017. - №01-1.

**Выбор аэродинамической схемы для сверхмалого
беспилотного летательного аппарата с воздушно-
реактивным двигателем**

Юденков Вениамин Эдуардович

Лебитков Владимир Константинович

Балакшина Дарья Вячеславовна

Мальцева Оксана Александровна

Савельев Виталий Андреевич

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

qwerty20609@mail.ru, jovedeseriso@mail,

rudashabal0506@mail.ru,

oksikmaltseva@gmail, comsaaav.vitas@mail.ru

Ключевые слова: летающая лаборатория, БПЛА,
ВРД, проектирование, цифровая модель.

Сегодня в нашей стране являются актуальными проблемы, связанные с большими и труднодоступными, например, мониторинг лесных массивов или техногенных сред, такие как газо- и нефтепроводы. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в качестве средства наблюдения наиболее эффективно, а доставка полезной нагрузки более удобна и дешева в сравнении с «большой» авиацией. Рынок коммерческих БПЛА развивается очень быстро, легкие БПЛА и дроны используются в самых различных сферах, при этом их оборот практически никак не регламентируется. Участвовавшие случаи вмешательства дронов в частную и коммерческую тайны, полеты рядом с аэродромами являются актуальными проблемами, решением которых может стать создание небольшого и маневренного беспилотника для перехвата дронов, пересекших территорию охраняемого периметра.

В качестве конкурентов были выявлены такие беспилотные летательные аппараты, как Птеро-G1, БС-103 Рикор и Supercam S250. Выбор объясняется тем, что данные БПЛА находятся в предполагаемом весовом интервале, как и разрабатываемая модель, имеют отсек полезной нагрузки и развивают высокую скорость полета. Сравнение некоторых характеристик аналогов с проектируемым БПЛА приведено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение аналогов



Рис. 1. Птеро-G1

Краткая характеристика: беспилотный летательный аппарат (БЛА) выступающий в качестве носителя полезных грузов. Система специально разработана для выполнения аэросъемочных работ.

Технические характеристики:

- Размеры: 2226*3000 мм;
- Вес: 20 кг;
- Время полета: с полезной нагрузкой 2 кг – до 8 ч;
- Скорость полета: 125 км/ч;
- Масса полезной нагрузки: до 5 кг;
- Тип силовой установки: одноцилиндровый четырехтактный двигатель внутреннего сгорания, оснащенный стартер-генератором.



Рис. 2. Supercam S250

Краткая характеристика:
беспилотный аппарат,
разработанный как
эффективное решение для
аэрофотосъемки и
наблюдения за территорией.

Технические характеристики:

- Размеры: размах крыла 2,53 м;
- Вес: до 9.5 кг;
- Время полета: до 3 ч;
- Скорость полета: до 120 км/ч;
- Масса полезной нагрузки: 1,5 кг;
- Тип силовой установки: электрический двигатель.



Рис. 3. Geoscan Lite

Краткая характеристика:
используется для съемки местности.

Технические характеристики:

- Размеры: размах крыла - 138 см;
- Вес: 3,1 кг;
- Время полета: до 1 ч;
- Скорость полета: до 130 км/ч;
- Масса полезной нагрузки: отсутствует;
- Тип силовой установки: электрический, бесколлекторный двигатель.

Изучив конкурентов, было решено сделать конструкцию нашего БПЛА двухбалочной. Данный выбор объясняется тем, что при использовании ВРД за фюзеляжем будет образовываться теплонапряженная

зона. Установив там две балки, вместо традиционного хвостового отсека, можно избежать нагревания и прогорания конструкции. Также у нас появится дополнительная плоскость вертикального оперения, которая повысит устойчивость, управляемость и балансировку относительно вертикальной оси.

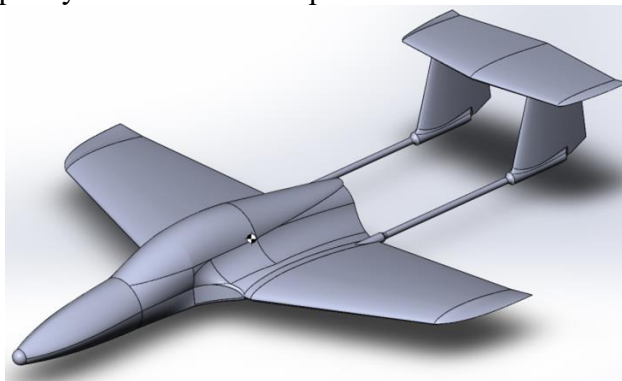


Рис. 4. Общий вид разрабатываемого БПЛА

Разработка подобного БПЛА с воздушно-реактивным двигателем имеет большой потенциал, так как анализ рынка показал отсутствие сверхмалых БПЛА с реактивными двигателями, а спектр задач, которые могут выполнять такие беспилотники, весьма большой, что позволяет сделать вывод о востребованности данного продукта на рынке сверхмалых БПЛА.

Список использованной литературы:

1. [Электронный ресурс] <http://ptero.ru/news/>
2. [Электронный ресурс] <https://newsland.com/community/5100/content/v-rossii-razrabotan-bespilotnik-s-vertikalnym-vzletom/3680389>
3. [Электронный ресурс] <https://sovzond.ru/products/equipment/unmanned-aerial-vehicles/supercam-s250-s250f/>
4. [Электронный ресурс] <https://www.geoscan.aero/ru/products/lite>

**Применение вспененного угленаполненного
композита на основе san в производстве беспилотных
летательных аппаратов методом
аддитивных технологий**

Юденков Вениамин Эдуардович

Лебитков Владимир Константинович

Балакшина Дарья Вячеславовна

Мальцева Оксана Александровна

Савельев Виталий Андреевич

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова, Санкт-Петербург

qwerty20609@mail.ru, jovedeseriso@mail,

rudashabal0506@mail.ru,

oksikmaltseva@gmail, comsaaav.vitas@mail.ru

Ключевые слова: AEROTEX, 3Д печать, БПЛА,
проектирование, композит, производство.

С развитием FDM 3д принтеров, их все чаще стали применять в производстве БПЛА. Применение 3д печати в производстве БПЛА открывает множество возможностей перед конструктором. Эта технология дает возможность создать как отдельные элементы конструкции, таких как уникальные кронштейны крепления выполненные с применением топологической оптимизации, так и печатать корпусные части самолета с интегрированной силовой конструкцией. При этом технология 3д печати дает возможность не ограничиваться технологичностью проектируемых деталей и создавать любые необходимые формы, тем самым повышая аэродинамическое совершенство БПЛА.

Преимущество 3д печати над традиционными методами изготовления заключается в том, что каждый самолет, который необходимо изготовить, может быть

оптимизирован под конкретную задачу без изменения технологического процесса производства и изготовления новой оснастки.

Печать корпусных элементов БПЛА с интегрированной силовой конструкцией, как правило, производят из пластиков ABS и PLA. Эти пластики для 3д печати очень распространены и достаточно дешевы. Однако, ABS и PLA имеют сравнительно высокую плотность, из за этого, самолеты, на печатанные из них получаются достаточно тяжелыми, что негативно сказывается на характеристиках полета.

Компания Filamentarno! запатентовала и наладила выпуск материала для 3д печати специально для изготовления сверхмалых БПЛА – «AEROTEX». Данный пластик для 3д печати является композитным материалом основой которого служит полимерный пластик SAN с добавлением 3% рубленного углеволокна. Данный пластик вспенивается при печати, из за этого необходимо уменьшать значение параметра «поток» в программе подготовки задания на печать, чтобы количество фактически выдавленного материала соответствовало расчетному из программы. Это позволяет уменьшить плотность материала в уже напечатанном изделии до $0,82 \text{ г/см}^3$, что на 27% легче ABS и на 34% легче PLA. Добавление рубленного углеволокна позволяет этому пластику сохранять прочность и гибкость при значительно меньшей плотности чем у PLA и ABS.

Так как этот материал для 3д печати вспенивается при выходе из сопла, для печати геометрически правильных изделий, необходимо откалибровать параметр «поток» в программе подготовки задания для печати. Это значение должно быть подобрано таким образом, чтобы ширина линии

стенки напечатанного изделия была равна той, которая была задана при подготовке задания на печать.



Рис. 1. Толщина стенки до калибровки потока



Рис. 2. Толщина стенки после калибровки потока

Также экспериментальным путем было установлено что режим вспенивания данного материала при экструдировании из сопла наблюдается только если расход пластика через сопло не превышает $3 \text{ мм}^3/\text{сек.}$ При превышении данного значения вспенивание материала не происходит и деталь становится хрупкой.

Для примера использования данного материала в производстве БПЛА, из него был напечатан сегмент консоли крыла планера и произведено сравнение весовых характеристик с аналогичной деталью, напечатанной из PLA пластика.

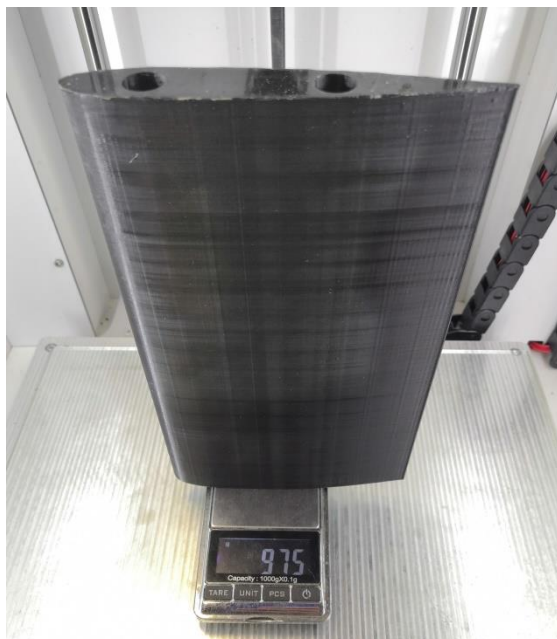


Рис. 3. Сегмент консоли крыла из PLA пластика

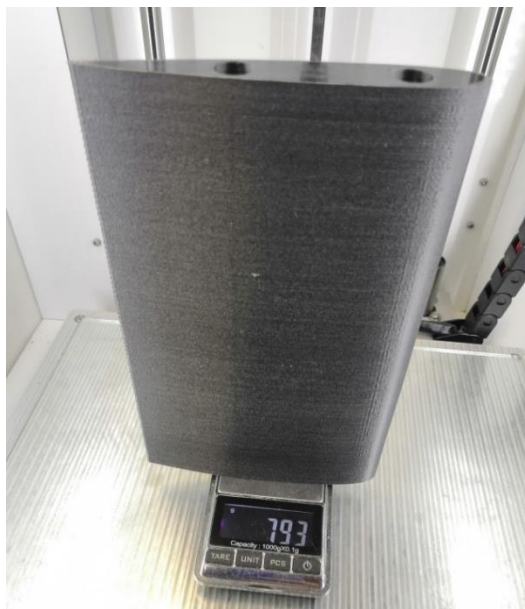


Рис. 4. Сегмент консоли крыла из пластика AEROTEX

Анализ весовых характеристик показал, что только при использовании пластика AEROTEX, можно уменьшить массу корпусных деталей БПЛА на 26,7% по сравнению с аналогичными деталями из PLA пластика.

Список использованной литературы:

1. [Электронный ресурс]
<http://filamentarno.ru/id=61>

**Моделирование процесса пропитки заготовки из
композиционного материала методом
вакуумной инфузии**

Яковлева Оксана Юрьевна
ФГБОУ ВО "ВГТУ", Воронеж
ksu--@mail.ru

Ключевые слова: композиционный материал, моделирование, метод вакуумной инфузии, пропитка.

В современном авиастроении все быстрее растут требования к эффективности летательных аппаратов и применяемым материалам. Это ведет к увеличению использования конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ), так как они обладают рядом конструктивных достоинств по сравнению с традиционными материалами: высокая весовая эффективность, коррозионная стойкость, возможность управления механическими свойствами в пределах детали, формирование интегральных конструкций, уменьшения номенклатуры деталей в агрегате, получение деталей сложной формы с высоким качеством поверхности, немагнитные свойства. Недостаткам деталей из ПКМ являются: высокая стоимость, зависящая от метода формирования, оборудования, а также трудности получения конструкций с одинаковыми техническими характеристиками, более низкие температуры, огнестойкость, ударостойкость, сложности ремонта, высокая трудоемкость проектирования и подготовки производства.

Технология изготовления деталей из ПКМ включает в себя следующие основные операции: подготовка армирующего наполнителя и приготовление

связующего; пропитка армирующего материала связующим; формообразование детали; отверждение связующего; механическая размерная обработка детали; контроль качества. С целью сокращения цикла изготовления ряд операций совмещается. Одной из наиболее сложной и трудоемкой операцией является пропитка армирующего материала связующим. Основные требования к выполнению этой операции являются: заполнение всех полостей формы, равномерное распределение связующего во всех сечениях детали (равномерный нанос связующего), обеспечение сплошности детали (поры, пустоты не допускаются). Обеспечение выполнения этих требований для деталей сложной конфигурации является сложной задачей и очень часто решается экспериментально, методом проб и ошибок. Математическое моделирование пропитки позволит в результате модельного эксперимента позволяет сократить цикл подготовки производства, экономить дорогостоящие компоненты ПКМ, стабильно обеспечить требуемые параметры качества.

Одним из перспективным методом пропитки является метод вакуумной инфузии (Vacuum Infusion – VARTM). Сущность метода заключается в следующем: пропитка и формовка происходит в герметичной оснастке, заполненной армирующим материалом. Полимерное связующее поступает в оснастку благодаря разрежению. Это позволяет существенно снизить затраты на подготовку производства конструкции за счет применения более простой в исполнении оснастки, в которой отсутствует дренажная система. Схема технологического пакета показана на рисунке 4.

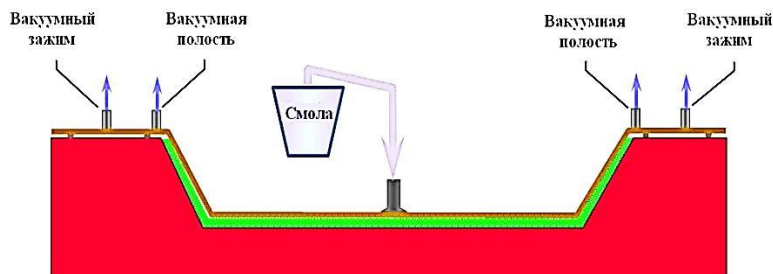


Рис. 1 – Схема процесса VARTM

Проведение эксперимента по моделированию процесса пропитки заготовки из композиционного материала методом вакуумной инфузии осуществлялось с использованием следующих программных продуктов: – Siemens NX 11.0, Visual-Mesh 10.7, PAM-RTM 2010

При создании электронной модели в качестве объекта пропитки использовалась нижняя обшивка интерцептора ЛВТС.

По электронной модели обшивки выполнялось построение конечно-элементной сетки в сеткогенераторе Visual-Mesh на базе платформы Visual-Environment 10.7 производства компании ESI Group.

Полученная сетка использовалась в модуле PAM-RTM, который служит для моделирования технологического процесса пропитки с помощью вакуумной инфузии.

Формировались исходные данные процесса, такие как вектор действия и значение гравитации, тип связующего, время эксперимента и внешнее давление, задавался материал заполнителя (углеродная ткань марки УТ-900-3) и ее технические характеристики, задавались ориентация утка и основы наполнителя, задавались граничные условия, входное избыточное давление 0,08 МПа, отвод связующего с давлением

равным 0, указывалась линия подачи связующего (входное давление) и линия отвода связующего.

Эксперимент проводился для двух схем подачи и отвода связующего.

По итогам расчета получена картина пропитки (рис.2) заготовки связующим, время пропитки и расход связующего и его потерю.

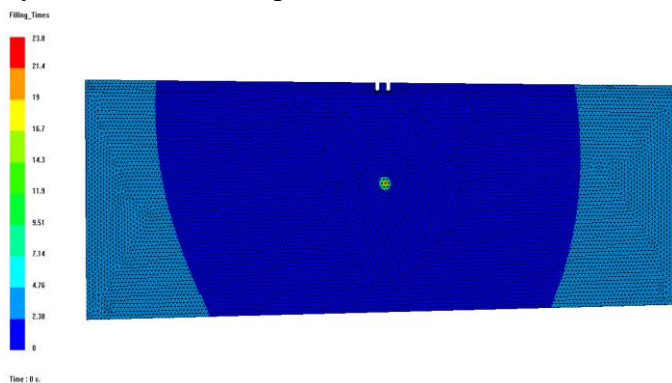


Рис. 2 – Время пропитки заготовки вторым способом

Моделирование процесса пропитки заготовки из композиционного материала методом вакуумной инфузии позволит определить скорость фронта связующего, время заполнения изделия, время полимеризации, прогнозирование расположения зон недопропитки, необходимый объем связующего для процесса пропитки, а также величины его потерь.

Список использованных источников

1. Авдеев В.В., Лазорак Б.И., Тепляков В.В. Методическое руководство к задаче лабораторного практикума «Полимерные композиционные материалы: методы получения». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kniga.seluk.ru/k-bezopasnost/770365-1-myu-yablokova-polimernie-kompozicionnie-materiali-metodi-polucheniya-metodicheskoe-rukovodstvo-moskva-2011-redakc.php>

Алфавитный указатель

- Акилин В.И. 85
Арзютова А.А. 9
Афанасьев А.А. 174
Балакишина Д.В. 100, 179, 183
Балычев А.Ю. 65
Баранов В.Ю. 62
Баранов М.С. 11
Башарина Т.А. 14, 174
Винникова М.Д. 18
Владимиров И.С. 21
Волхонский А.Е. 38, 76
Воронка Т.В. 23
Гаврилин К.Б. 69
Германович Е.С. 26
Гладкая К.В. 27
Гончаров Ю.А. 85
Гордеева М.И. 58
Дебдина Е.Г. 32
Денискина А.Р. 143
Дерен Е.А. 38, 76
Дьяконов В.С. 43, 50
Захаров М.И. 51
Зинина А.И. 54
Зубанова С.Г. 32, 163
Калаев Д.Р. 58
Карпунова А.С. 62
Каскинбаев А.Ф. 65
Климов И.С. 69
Колотов Е.С. 72
Кондратьева Г.И. 73
Коновал Д.В. 38, 76
Константинова А.П. 81
Корнеев И.В. 85
Кохтырев А.С. 120
Кочкаров А.А. 87
Кружаев К.В. 174
Кузьмин Г.Н. 120
Кулыгин С.В. 87
Ладыкин Н.В. 92
Ласкин В.А. 96
Латышева Е.А. 95
Лебитков В.К. 100, 179, 183
Логазяк М.Ю. 104
Лосев Е.О. 108
Лымыч С.Н. 14
Малых Е.А. 110
Мальцева О.А. 100, 179, 183
Марков Р.В. 113
Никифоров А.В. 65
Никулин И.И. 117
Носова В.С. 14
Падалка М.А. 120
Поцбнева И.В. 143
Птахин А.А. 125
Пушкин К.В. 134
Рокотянский А.А. 129
Рыжова Е.С. 134
Рысева А.С. 139
Савельев В.А. 100, 179, 183
Сингур К.А. 143
Смирнов И.А. 145
Соколов Е.И. 120
Старостина Е.А. 150
Строгонова Л.Б. 11
Табакоев Е.В. 54
Татаркин К.А. 155
Тверкаева А.Э. 158
Тяглик М.С. 23
Усков Е.О. 85
Хабулиани Т.О., 163
Хомутская О.В. 110
Шайкин Р.О. 69
Шипицин Л.А. 169
Шматов Д.П. 14, 174
Щепочкин А.С. 50
Юденков В.Э. 100, 179, 183
Яковлева О.Ю. 188



**Сборник трудов XIII Всероссийской научно-
технической студенческой школы-семинара
«Аэрокосмическая декада»**

Издательство «Перо»

109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 15, ком. 536

Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36

Подписано в печать 23.09.2020. Формат 60×90/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,06. Тираж 80 экз. Заказ 672.

