

**XLIV Международная молодёжная
научная конференция**

«Гагаринские чтения – 2018»

Сборник тезисов докладов

Том 2

**Москва
2018 г.**

УДК 629.7.01

ББК 39.53

Г12

Г12 Гагаринские чтения – 2018: XLIV Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2018.

Мероприятие проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №18-08-20031

Том 2: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2018. 417 с.

В сборник включены тезисы докладов, представленные в организационный комитет конференции в электронном виде в установленные сроки и отвечающие требованиям. Все доклады напечатаны в редакции авторов.

ISBN 978-5-90363-170-4

978-5-90363-172-8

УДК 629.7.01

ББК 39.53

©Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет), 2018

**Участникам и гостям XLIV Международной молодёжной научной
конференции «Гагаринские чтения»**

Дорогие друзья!

Мы рады приветствовать вас в числе участников XLIV Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения».

География участников конференции и их число растут год от года. «Гагаринские чтения» – отличная стартовая площадка для начала пути к новым научным открытиям и инженерным проектам, зарекомендовавшая себя за годы своей работы. Ежегодно, начиная с 1974 года, собираются молодые учёные со всей страны и зарубежья и обсуждают актуальные задачи, стоящие перед высокотехнологичными отраслями промышленности.

В МАИ высоко ценятся талант и увлечённость, стремление добиваться успеха и развиваться в науке и исследованиях. Мы искренне надеемся, что гостеприимная площадка МАИ станет для вас символическим разгонным блоком в мир большой науки и великих открытий.

Желаю вам и вашим научным руководителям, которые помогают вам строить свой путь в будущее, настойчивости, терпения, интересных задач, удачных творческих решений и больших успехов.

*Проректор МАИ по научной
работе*



Ю. А. Равикович

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» — колыбель российской науки, крупнейший в мире центр авиационной науки, которому 1 декабря 2018 года исполняется 100 лет.

Впервые в мировой практике институт объединил фундаментальный научный поиск, прикладные исследования, конструкторские разработки, производство и испытания опытных летательных аппаратов. В ЦАГИ разрабатываются концепции перспективных летательных аппаратов, новые аэродинамические компоновки самолетов и вертолетов, конструктивно-силовые схемы, критерии оценки устойчивости и управляемости летательных аппаратов, стандарты в области прочности, теория флаттера, проводятся фундаментальные и прикладные теоретические и экспериментальные исследования в области авиационной, ракетной и космической техники.

Гордостью института являются комплекс аэродинамических труб и газодинамических установок, уникальные лаборатории статической и динамической прочности, теплопрочностные и акустические камеры, гидродинамические испытательные установки, двигательные и компрессорные стенды, воздушно-энергетические комплексы, а также пилотажные стенды.

Результаты фундаментальных исследований легли в основу определения облика магистральных самолетов нового поколения, представителем которого является МС-21. ЦАГИ с самого старта программы вносил свой вклад в проектирование перспективного лайнера. В рамках программы ученые института реализовали масштабный комплекс исследований и предложили ряд инновационных решений.

(http://www.tsagi.ru/pressroom/news/3098/?sphrase_id=27271)

В настоящее время в ЦАГИ принимает активное участие в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах в смежных отраслях промышленности. В частности, институт выполняет комплексные модельные и натурные испытания по отработке оптимальных форм автомобилей всех типов, железнодорожных составов, поездов метрополитена и аппаратов на воздушной подушке. Исследуются ветровые нагрузки на высотные здания, мосты, крупногабаритные оболочки, ведется поиск экологически оптимальных вариантов застройки городских микрорайонов. Для нефтегазового комплекса страны в ЦАГИ разработаны методики определения остаточного ресурса магистральных трубопроводов и оценки усталости и живучести сварных соединений газопроводов.

Примером внедрения результатов работы ЦАГИ являются монумент Победы на Поклонной горе в Москве, мосты через реки Белая, Обь и Москва.

Многолетняя активная научно-исследовательская деятельность института стала основой для многочисленных достижений и уникальных открытий мирового уровня. (<http://www.tsagi.ru>)



АО «Объединенная
двигательостроительная корпорация»
Россия, 105118, г. Москва, проспект Буденного, д.15
www.uecrus.com e-mail info@uecrus.com





**ВЕРТОЛЕТЫ
РОССИИ**



**МОСКОВСКИЙ ВЕРТОЛЕТНЫЙ
ЗАВОД ИМ. И.Л. МИЛА**



Оглавление

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика	8
Секция №3.1 Управление движением, навигация и бортовые системы.....	8
Секция №3.2 Вычислительные системы, сети и информационные технологии.	46
Секция №3.3 Электроника, конструирование и технология приборостроения	143
Секция №3.4 Системное моделирование, клиент-серверные модели и веб-разработка	192
Секция №3.5 Электротехника, электротехнические комплексы и электроника	285
Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике	328
Секция №7.1 Теория управления и оптимизация	328
Секция №7.2 Компьютерное моделирование и численный эксперимент	351
Секция №7.3 Теоретическая механика и дифференциальные уравнения	398
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	409

Направление №3 Системы управления, информатика и электроэнергетика

Секция №3.1 Управление движением, навигация и бортовые системы

Интеллектуальный режим полёта квадрокоптера гражданского назначения

Аревшатян Э.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Павлова Н.В.

МАИ, Москва

arevshatyaneduard@gmail.com

Сегодня квадрокоптеры гражданского назначения применяются для решения широкого круга задач, среди которых важное место занимают задачи обнаружения и сопровождения, движущегося по неизвестной траектории объекта. Так как бортовые ресурсы таких квадрокоптеров как правило ограничены, решать названную задачу целесообразно с применением методов искусственного интеллекта.

Интеллектуальные режимы полета используют новые эффективные технологии, такие как GPS, компьютерное зрение и отслеживание объектов. Такие системы позволяют следить за предметом по мере его перемещения, вращаясь вокруг интересующей точки или программируя путевые точки, чтобы обеспечить управление квадрокоптером, изменяя лишь его скорость, при условии выполнения таких функций как управление камерой.

Задача может решаться либо в автономном полете, либо при участии оператора корректирующего выполнения полетной задачи. Известны интеллектуальные режимы для квадрокоптеров, управляемых оператором. Это режимы "Точки интереса", "Следуй за мной", "Блокировка курса", "Блокировка домашней точки". В них выбор точки наблюдения и изменения траектории осуществляется человеком, и возможно блокировка его действий.

Актуальной является более сложная задача, когда квадрокоптер должен перейти с некоторого момента на автономный полет, не теряя из виду объект наблюдения. Задача состоит двух взаимосвязанных подзадач: выбора траектории полета квадрокоптера за перемещающимся объектом наблюдения, и управления камерой, отслеживающей объект. Разделение функций внутри задач и разработка двух взаимосвязанных алгоритмов управления осуществляются с использованием методов искусственного интеллекта.

Использование методов искусственного интеллекта, а не методов формальной математики, позволяют решить задачу с требуемым качеством при значительной экономии бортовых ресурсов.

Критерии и практические методы оптимизации профиля полёта среднемагистрального ЛА

Бережной Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веремеенко К.К.

МАИ, Москва

vi_veri.veniversum.vivus_vici@mail.ru

При проектировании программно – алгоритмического обеспечения самолетовождения, осуществляющего функции управления оптимальными режимами полета ЛА большое внимание уделяется применяемым критериям оптимизации, так как их реализация фактически влияет не только на экономичность и экологичность полета ЛА, но и на надежность выполнения полетной задачи [1,3-5].

Задача обеспечения экономичности и безопасности полета связаны неразрывно, при их рассмотрении необходимо учитывать свойства и параметры ЛА, влияние оператора (пилота), ошибки информационно – измерительной системы, внутренние и внешние возмущающие факторы [5]. При этом, особое внимание уделяется системам оптимизации режимов пилотирования, а именно - необходимому объему контролируемых параметров, определяемых при проектировании таких систем [5].

В докладе проводится рассмотрение различных критериев оптимизации вертикального профиля среднемагистрального ЛА с точки зрения практической реализации и физических особенностей управления вертикальным движением.

Согласно анализу источников [1-5], а также проведенному автором анализу, существует ряд требований к оптимизации вертикального профиля, сводящийся к:

уменьшению времени полета, расхода топлива, стоимости полета, уровня шума двигателей или увеличению максимальной маршрутной дистанции, скорости выполнения маневра (оптимизация пространственного движения), экономичности полета. Каждое из этих требований представляют в виде отдельных критериев оптимизации или их комбинации [4].

При реализации алгоритма оптимизации становится очевидно, что большую часть из числа представленных критериев невозможно безошибочно реализовать без учета внешних и внутренних возмущений системы, начальных и конечных её состояний и с допущением, что математическая модель ЛА описана с необходимой точностью. Именно это и обуславливает расхождение между расчетным и реальным профилем полета, что существенно снижает эффективность оптимизации [3,5].

Несмотря на отмеченные недостатки, реализация эффективной оптимизации по одному критерию или их комбинации возможна благодаря добавлению в алгоритм обратной связи с объектом управления, т.е. осуществлению оперативной оптимизации по текущим параметрам. При дальнейшем исследовании становится ясно, что увеличение точности модели возможно благодаря добавлению расчета по прогнозным значениям условий полета и состояния ЛА. При описании физики процесса, оптимизация полета ЛА сводится к рассмотрению вопросов регулирования режимов работы двигателя и скорости полета, что вводит в математическое описание тягу двигателя, удельный расход топлива, высоту (включая энергетическую) и скорость полета, углы профиля полета, переходные режимы и их зависимости от атмосферных параметров. Также необходимо учитывать ограничения, накладываемые на выполнение полетной задачи (например, ограничения от служб УВД, либо конструктивные ограничения ЛА) [1,2,4].

Учитывая всю сложность моделей, получаемых в результате такого синтеза, реализация расчета на борту классическими методами невозможна, ввиду чего автором предлагается оперативный перерасчет профиля полета посредством решения задачи оптимизации методом вариационного генетического программирования. Данный метод позволяет не только производить оперативный пересчет, но и улучшить оптимизацию построения профиля благодаря тому, что модель решений сохраняется и улучшается при каждом полете. Дальнейшие исследования предполагают нахождение оптимальной методики расчета, обеспечивающей получение решения задачи за короткое (до шести секунд) время, при условии, что получаемое решение не снизит надежность выполнения полетной задачи.

В заключение необходимо отметить, что предлагаемый автором метод числения требует модификации, ввиду специфики решаемой задачи и большой размерности вектора состояния объекта.

Список литературы

1. Flight Trajectory Optimization Using Genetic Algorithm Combined with Gradient Method, Nobuhiro Yokoyama, Shinji Suzuki: School of Aeronautics and Astronautics, the University of Tokyo, tshinji@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp, 2001 г.
2. Flight Trajectory Optimization Through Genetic Algorithms Coupling Vertical and Lateral Profiles, Roberto Salvador Félix Patrón, Ruxandra Mihaela Botez, Dominique Labour: CMC Electronics – Esterline St. Laurent, QC, Canada, 2014 г.

3. Алгоритмы оптимизации, основанные на методе проб и ошибок, МГУ, 2014 г.
4. Скрипниченко С.Ю. «Теоретические основы и практические методы оптимизации режимов полета воздушных судов гражданской авиации с целью повышения экономичности их эксплуатации». М., 2005, ФГУП ГНИИ ГА.
5. Живетин В.Б. «Технический риск» (элементы анализа по этапам жизненного цикла ЛА) - Litres, 2017 г.

Исследование подходов к решению задач траекторного управления в активной системе организации воздушного движения

Будков А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

ASBudkov@gmail.com

Работа посвящена анализу существующих подходов к решению задач траекторного управления в активной системе организации воздушного движения, а также глобальных направлений развития аэронавигационных систем.

Одним из глобальных направлений развития аэронавигации является внедрение концепции траекторного управления (ТВО) в основе которой лежат следующие принципы:

- управление четырёхмерными траекториями участников воздушного движения;
- совместное использование воздушных и наземных трасс;
- управление временем прилёта (RTA).

Принципы данной концепции направлены на создание среды, в которой участники воздушного и наземного пространства имеют общее представление о четырёхмерных траекториях полёта воздушных судов (ВС) с целью максимального приближения этих траекторий к оптимальному виду для оптимизации потока воздушного движения.

Четырёхмерная траектория состоит из трёх пространственных измерений плюс время, как четвёртое измерение. Это означает, что любая задержка является искажением траектории аналогично изменениям в пространственном положении (ВС).

Основными задачами ТВО являются:

- тактическое планирование плана полёта [1];
- организация и регулирование потоков воздушного движения [2, 3, 4].

Концепция ТВО, внедряемая в соответствии с глобальным аэронавигационным планом ИКАО [5], позволит обеспечить:

- сокращение временных задержек;
- увеличение пропускной способности и её оптимальное использование;
- снижение топливных затрат;
- исключение конфликтных ситуаций в движении ВС;
- распределение нагрузки между диспетчерскими пунктами;
- оптимизировать последовательность выполнения процедур вылета и захода на посадку.

Основные проблемы, связанные с внедрением концепции ТВО заключаются в том, что:

- максимальная эффективность концепции достижима только при её полном внедрении;
- для обеспечения данной концепции требуется обновление состава и функционала существующих наземных и бортовых систем;
- ввиду внедрения четырёхмерных траекторий полёта усложняется задача обнаружения конфликтных ситуаций;

- возможный сбой оборудования может привести к перегрузке диспетчеров и невозможности разрешения конфликтных ситуации в случае высокой интенсивности движения.

На сегодняшний день ведётся разработка передовых технологий, способных обеспечить работу с четырёхмерными траекториями (широта, долгота, высота, время). Основной акцент делается на интеграции всей полетной информации для получения наиболее точной траектории для наземной автоматизации.

Список использованных источников

[1] Руководство по требуемым навигационным характеристикам. Doc 9613, изд.4, Монреаль, ИКАО, 2013.

[2] Крыжановский Г. А., Купин В. В., Солодухин В. А. Учет активности эргатических элементов при организации и управлении потоками воздушного движения // Состояние и перспективы развития автоматизированных систем планирования использования воздушного пространства в РФ (ПИБП-2011): Сб. тр. Российск. науч.-техн. семинара 22–24 ноября 2011 г. М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2011. С. 19–27.

[3] Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 марта 2010 г. № 138.

[4] EUROCONTROL — AMAN Guidelines 2010. Edition Number 0.1: 17th Dec 2010. Proposed Issue.

[5] Global Air Navigation Plan. Doc 9750-AN/963 Fifth Edition, Montréal, ICAO, 2016.

Статистические характеристики радиообмена диспетчера управления воздушным движением и экипажа воздушного судна

Власова А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Воробьев В.В.

МГТУ ГА, Москва

Arusya92@mail.ru

Одним из важнейших факторов, влияющих на управление безопасностью полетов воздушных судов (ВС), является значение коэффициента загрузки диспетчера управления воздушным движением (УВД) при выполнении им своих функциональных обязанностей по обслуживанию воздушного движения. Увеличение коэффициента загрузки диспетчера УВД выше нормативного значения, равного 0,55, составляет основу для возникновения опасного фактора с точки зрения понятий управления безопасностью полетов. Так как основную составляющую коэффициента загруженности диспетчера УВД представляет радиообмен с экипажем ВС, то необходимо знать основные статистические характеристики условий проведения радиообмена с целью принятия соответствующих организационных и технических мер по повышению качества радиообмена. Имеется в виду уменьшения числа возможных переспросов из-за низкого качества принимаемого сигнала (пониженная разборчивость речи из-за недостаточного значения отношения сигнал/шум, действующего в связанном приемнике).

К основным статистическим характеристикам радиообмена диспетчера УВД с экипажем ВС следует отнести следующие: длительность одного контакта, интервал времени между последовательными контактами, общее число контактов одного ВС с диспетчером УВД и т.д. опубликовано достаточного много работ, связанных с оценкой статических характеристик указанных выше характеристик. Но в большинстве из них авторы не оперируют конкретными статистическими данными по конкретным аэропортам, а принимают определенные математические модели, исходя из общих предположений. Поэтому для анализа вышеуказанных статистических характеристик процедуры радиообмена между диспетчером УВД и экипажем ВС наиболее часто используют экспоненциальное и нормальное распределения. В работе показано, что на основе

набранных конкретных данных статистические характеристики процедуры радиообмена отличаются от указанных. Так например, плотность распределения вероятностей длительности одного сеанса связи соответствует гамма-распределению. Приводятся примеры по определению плотностей распределения вероятностей и других характеристик, определяющих процедуру радиообмена между диспетчером УВД и экипажем ВС.

Описание режимов работы метеорологического радиолокационного комплекса ближней аэродромной зоны

Галаева К.И.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Фридзон М.Б.

МГТУ ГА, Москва

ahiyarova@mail.ru

Метеорологический радиолокационный комплекс ближней аэродромной зоны (далее – МРЛК БАЗ) предназначен для анализа метеорологической обстановки в районе аэродрома. Под ближней аэродромной зоной понимают горизонтальное удаление 100 км от контрольной точки аэродрома, т.е. в случае МРЛК БАЗ - от места установки локатора.

МРЛК БАЗ решает следующие основные задачи:

1. обнаружение и классификация метеорологических явлений, в том числе опасных, при круговом, секторном обзоре пространства в ближней аэродромной зоне;
2. определение турбулентности, сдвигов ветра с приоритетом в секторах взлета и посадки воздушных судов.

МРЛК БАЗ состоит из приемо-передающего антенного модуля со спецвычислителем и автоматизированного рабочего места оператора (далее – АРМ). При этом антенна является щелевой антенной решеткой, диаметром около 760 мм. Приемо-передающий модуль – когерентный, твердотельный с возможностью формирования и обработки простых сигналов, изменения частоты повторения импульсов, длительности интервалов когерентной обработки.

МРЛК БАЗ удовлетворяет современным требованиям международного и отечественного уровней, как то: требования к пространственно-временному разрешению, составу и типу метеорологических данных, форме передачи данных и пр. Помимо основных требований, к МРЛК БАЗ предъявляются и дополнительные задачи, в том числе работа по сканированию атмосферы в различных режимах.

В разрабатываемый МРЛК БАЗ внедрены несколько основных режимов работы, а именно:

1. режим «Готовность»: производится проверка блоков МРЛК БАЗ, не требующая включения СВЧ. Включение режима происходит автоматически после подачи питающего напряжения. Антенна в указанном режиме устанавливается и удерживается в нулевом положении по азимуту и углу места;
2. режим «Контроль»: при работе в режиме «Контроль» производится полная проверка работоспособности МРЛК БАЗ;
3. режим «Круговой обзор»: производится сканирование пространства по заданной оператором программе. Оператор может использовать как шаблонные программы, так и созданные вручную программы в настройках специального программного обеспечения МРЛК БАЗ. Таким образом, оператор имеет возможность формировать значения и количество углов места, горизонтальный масштаб дальности, при необходимости блокировать в выбранных секторах СВЧ-излучение.
4. режим «Секторный обзор»: производится сканирование пространства в выбранном оператором секторе, при этом антенна перемещается от левой границы сектора к правой границе и обратно, переключение положения антенны по углу места происходит на границе сектора. Как и для кругового обзора, оператор имеет возможность использовать программы как шаблонные, так и созданные вручную. В специальном программном обеспечении МРЛК

БАЗ предусмотрено задание следующих параметров программы для “Секторного обзора”: горизонтальный масштаб дальности, количество и значения углов места, значения левого и правого секторов и, следовательно, ширину сектора.

Заметим, что набор шаблонных программ сопровождается краткими комментариями, а именно: в каких метеорологических условиях целесообразно применять ту или иную программу сканирования.

Также при помощи интерфейса можно устанавливать параметры расписания сканирования МРЛК БАЗ для задания его суточного режима работы. Подобные мероприятия проводятся с целью согласования работы МРЛК БАЗ с другими радиоэлектронными системами в пункте его размещения. Например, включение излучения МРЛК БАЗ на аэродроме со сложным радиоэлектронным полем будет производиться в определённые промежутки времени каждого часа. Кроме того, расписание можно настроить таким образом, что в один промежуток времени сканирование атмосферы будет производиться в режиме «Круговой обзор», а в другие интервалы времени будет работать программа режима сектор. Указанное расписание сканирования актуально для определения метеорологических целей вблизи аэродрома: при снижении или наборе высоты воздушным судном целесообразно включать программу режима сектор с получением детализированных данных о ветровых характеристиках, в другие промежутки времени – получать данные о метеорологических засветках в режиме «Круговой обзор».

Таким образом, МРЛК БАЗ является универсальным метеорологическим инструментом, который можно применять для различных задач. Используя МРЛК БАЗ в оперативной практике или в других областях, пользователь имеет возможность работать с шаблонными программами сканирования атмосферы и/или с заданными вручную. Следовательно, программы сканирования атмосферы в разных климатических зонах и для различного типа местности являются универсальными. Возможность работы с различными режимами позволит получать как общую картину состояния атмосферы в 100-к радиусе, так и определять ветровые характеристики для секторов взлёта и посадки воздушных судов.

Работа выполнена при поддержке XXII конкурса грантов Ученого совета МГТУ ГА № 504-17/гп.

Универсальный вихревой зондовый датчик массового расхода воздуха для авиационного кондиционера самолета МС-21

Гладков А.В.
МГОТУ, Королёв
lhert@mail.ru

В настоящее время в бортовых авиационных системах кондиционирования воздуха для измерения массового расхода горячего и холодного воздуха на входе в смеситель используются датчики на основе трубы Вентури. В их состав входят: датчик перепада давления, датчик абсолютного давления, датчик температуры и блок вычисления массового расхода (блок вычисления массового расхода может быть совмещен с системой управления кондиционером). Недостатки описанного решения:

- узкий динамический диапазон;
- аппаратная избыточность;
- недостаточная универсальность;
- наличие импортных комплектующих.

Ведущее предприятие Роскосмоса по созданию систем телеизмерений АО «НПО-ИТ», г. Королёв Московской обл., разработало по техническому заданию ПАО «ПКО «Теплообменник», г. Нижний Новгород, технический проект вихревого зондового датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) для авиационного бортового кондиционера перспективного среднемагистрального пассажирского самолета МС-21. ДМРВ выполнен на российских комплектующих и включает multifunctional чувствительный элемент (МЧЭ) в виде зонда быстросъемного, устанавливаемого в воздухопровод, и выносной

электронный блок. На корпусе МЧЭ размещены три чувствительных элемента - скорости, абсолютного давления и температуры. Основу МЧЭ составляет высокостабильный вихревой преобразователь скорости потока, включающий циркуляционный канал квадратного сечения, генератор вихрей в виде профилированного плохообтекаемого тела цилиндрической формы и в качестве детектора вихрей - дифференциальный высокотемпературный пьезоэлектрический датчик изгибающего момента 108 МТ производства ООО «Пьезоэлектрик», г. Ростов-на-Дону. Измерение температуры осуществляется с помощью встроенного в тело обтекания погружного платинового термометра сопротивления ТС-1388 производства ООО «НПП «Элемер», г. Зеленоград. Абсолютное давление измеряется тензорезистивным преобразователем Курант ДА с нормализованным выходом (с встроенным предварительным усилителем) производства ООО «Метроник», г. Москва. Датчик давления подключен к магистрали через теплоизолирующую импульсную трубку, свернутую в спираль. Для снижения влияния на работу ДМРВ возмущений, создаваемых близко расположенными местными сопротивлениями, предусмотрена установка на входе в измерительный патрубков комбинированного устройства подготовки потока, включающего металлическую сетку с квадратными ячейками, предназначенную для выравнивания эпюры скоростей и детурбулизации потока, и сотовый струевыпрямитель (хонейкомб), устраняющий закрутку потока. Вторичная электроника построена на основе отечественного контроллера K1986BE92Q1 (MDR32F92Q1) и обеспечивает усиление, фильтрацию, нормализацию и цифро-аналоговое преобразование сигналов ЧЭ, реализацию алгоритма измерений, формирование выходных сигналов. Алгоритм измерений предусматривает введение поправки на линейное расширение и применение зависимости числа Струхала от числа Рошко для учета изменений кинематической вязкости воздуха. Экспериментальная отработка ДМРВ проводилась на водяном стенде с использованием принципа гидродинамического подобия. На I кв. 2018 г. запланированы натурные испытания ДМРВ на стенде СТ-3800 ПАО «Теплообменник».

Основные технические характеристики ДМРВ:

- измеряемые величины - массовый расход, абсолютное давление, температура;
- внутренний диаметр воздуховода - 50, 80, 100, 150, 200 мм;
- диапазоны изменения параметров воздушного потока: скорость - от 7 до 70 м/с, давление - от 0,1 до 0,6 МПа, температура - от минус 60 до +250°C;
- пределы допускаемой погрешности при измерении массового расхода - $\pm 2\%$, абсолютного давления - $\pm 0,5\%$, температуры - $\pm (0,3 + 5 \cdot 10^{-3} t)$ °C, где t - измеряемая температура;
- необратимая потеря давления - не более 0,035 МПа;
- выходы: аналоговый (0-5) В (массовый расход, абсолютное давление и температура), цифровой RS-485;
- питание - 24 В постоянного тока;
- потребляемый ток - не более 50 мА.

Литература

1. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха. - М.: Машиностроение, 2006.
2. Абрамов Г.С., Зимин М.И., Баранов С.Л., Вашурин В.П. Вихревые зондовые расходомеры, опыт разработки и внедрения // АТиС в НИ. 2006. № 6. С. 4-5.
3. VortexFlowmeter ExactFlow II. Рекламный материал фирмы Höntzsch GmbH. U410_ExactFlow II_DoP_e_150429. 7 с.
4. Михайлова Н.П., Репик Е.У., Соседко Ю.П. Сочетание хонейкомба с сеткой для измерения турбулентности потока. Ученые записки ЦАГИ, том XXIX, 1998, №1-2. С. 86-94.
5. Богуш М.В. Пьезоэлектрические датчики для экстремальных условий эксплуатации. Пьезоэлектрическое приборостроение. Сб. в 3 томах. Т. 3. Ростов-на-Дону: Издательство СКНЦ ВШ, 2006. С. 346.
6. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. - М: Наука, 1981.

Разработка программного обеспечения для комплекса имитационного моделирования сигнала ГНСС, принимаемого подвижным потребителем

Глушанкова В.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Якименко В.А.

МАИ, Москва

vglushankova@mai.ru

При выполнении научно-исследовательских работ, сопряжённых со спутниковой навигацией, часто возникает необходимость получать сигнал ГНСС для подвижного потребителя. Для получения такого сигнала практически использовать программно-аппаратный комплекс имитации спутниковых навигационных сигналов PXI-GNSS. Для моделирования движения навигационного приемника программное обеспечение комплекса PXI-GNSS имеет два режима: упрощенный режим задания траектории, подразумевающий моделирование прямолинейного движения приемника из заданной начальной точки с заданной скоростью, и режим генерации траектории на основе файла исходных данных (script-file), позволяющий перед началом моделирования задать более сложную траекторию с помощью текстового файла с описанием желаемого маршрута.

В рамках данной работы было предложено создание несколько более удобных механизмов для взаимодействия с программно-аппаратным комплексом имитации спутниковых навигационных сигналов, а именно:

- создание возможности интерактивного задания на карте новых путевых точек имитируемого маршрута приёмника «на лету» (не прерывая моделирование навигационного поля);
- создание условий для использования комплекса имитационного моделирования ГНСС-сигнала при моделировании систем управления подвижным объектом.

Для решения поставленной задачи был разработан графический интерфейс пользователя, позволяющий задать и визуализировать опорную траекторию движения объекта с использованием программы Google Earth Pro; было разработано программно-математическое обеспечение для формирования пакета данных для имитатора ГНСС-сигнала на основе заданной траектории; был модернизирован программно-аппаратный комплекс имитации спутниковых навигационных сигналов путём добавления возможности задания моделируемого положения приёмника «на лету» на основе данных из принятого пакета с использованием сетевой модели передачи данных TCP/IP.

Предлагается использовать комплекс PXI-GNSS с внесёнными в него в рамках данного проекта доработками для работы с компьютерными моделями систем, включающих в свой состав GPS-приёмник с целью использования полученных с него данных в контуре управления. Такой режим использования комплекса был протестирован с использованием модели квадрокоптера Quanser Qball-X4, реализованной в среде MATLAB-Simulink, с помощью многоканального приёмника ГНСС TOPCON GB-1000 с внешней антенной PG-A1, а также платы GPS NEO-6M с микроконтроллером Arduino Due.

Поставленная задача решалась с использованием среды разработки LabVIEW.

В результате выполнения работы были расширены возможности применения комплекса PXI-GNSS: появились средства для использования комплекса при моделировании систем управления, а также был разработан интерфейс, позволяющий «на лету» задавать новые точки желаемого маршрута приемника на карте.

Разработка цифровой навигационной системы управления беспилотным летательным аппаратом

Гузанова А.Е., Смирнова Н.А.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Кизимов А.Т.

РГТУ им. П. А Соловьева, Рыбинск

vedmochka-nastya@yandex.ru

В настоящее время разработки навигационных систем ограничиваются созданием отдельных систем ориентации и навигации, которые реализованы на основе комплексирования измерений спутниковой радионавигационной системы (СРНС) и бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). В основу работы этих систем заложен метод вторичной обработки сигналов, который приводит к повышению точности навигационных определений, но снижает помехоустойчивость и надёжность навигационной системы.

Работа существующих навигационных систем основана на применении фильтра Калмана, использование которого требует больших вычислительных и экономических затрат. Для решения данной проблемы предлагается использовать бесплатформенную инерциально-магнитометрическую адаптивную навигационную систему (БИМАНС), основанную на многоконтурной системе коррекции навигационных параметров. Предлагаемая навигационная система обеспечивает достаточную точность навигационных вычислений, позволяет уменьшить мощность используемых вычислительных средств и габариты блока, устанавливаемого на беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

Структура предлагаемой к разработке навигационной системы включает в себя два компонента: бесплатформенную инерциальную курсовертикаль (БИКВ), инерциальную навигационную систему (ИНС). Системы взаимно интегрированы. Углы ориентации ИНС вычисляет БИКВ, а скорректированные навигационные параметры для БИКВ вычисляет ИНС. В качестве источников первичной информации используется измерительная аппаратура, содержащая датчики угловых скоростей (ДУС), датчики линейных ускорений (ДЛУ), магнитный компас (МК), вырабатывающие ортогональные составляющие угловой скорости, ускорения и магнитного курса БПЛА. Выходные сигналы датчиков обрабатываются вычислительным устройством (ВУ) в соответствии с алгоритмом ориентации и навигации, реализующим интегрирование дифференциальных уравнений кинематики и динамики объекта с целью выработки углов ориентации (углов Эйлера-Крылова) линейной скорости и координат БПЛА.

Особенностью разрабатываемой БИМАНС является подбор коэффициентов обратных связей в системе коррекции с учетом динамических свойств конкретного малоразмерного БПЛА.

Для программной реализации рассматриваемой системы использованы пакеты программ, отвечающие следующим требованиям: использование языка высокого уровня (С, С++), возможность реализации программы в реальном времени, создание специальных библиотек. Для отладки коэффициентов в обратных связях разработан полунатурный моделирующий стенд, основой которого является интерактивная среда MATLAB. Программа, подготовленная на языке С, преобразуется в S-функцию и встраивается в модель системы управления БПЛА. Элементы визуализации стенда позволяют наблюдать процесс полета модели БПЛА в режиме реального времени с отображением картины окружающей местности.

Результаты моделирования используются для отладки алгоритмического и программного обеспечения, исследования навигационных параметров и динамики БПЛА, отработки способов траекторного управления, формирования штатного программного обеспечения для натурных испытаний.

Разработка архитектуры системы синтетического видения перспективных объектов авиационной техники

Дяченко С.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

dyachenkosergey33@yandex.ru

На текущем этапе развития авионики перспективным является проектирование комплексов бортового оборудования с применением концепции интегрированной модульной авионики (ИМА), основу которой составляют открытая сетевая архитектура и единая вычислительная платформа. Данный подход подразумевает решение вычислительных задач на единой аппаратной базе, состоящей из одной или нескольких интегрированных систем (платформ). Ключевое следствие использования ИМА состоит в существенном расширении функционала бортового оборудования при сохранении массогабаритных показателей.

Возможность выполнения большого количества функций на борту воздушного судна (ВС) обуславливает повышение безопасности полёта за счёт интегрирования перспективных самолётных систем. К их числу относятся системы технического зрения (СТЗ), предоставляющие экипажу информацию об ориентации летательного аппарата (ЛА) и окружающем пространстве в удобной для человека визуализированной форме.

Различают следующие типы СТЗ:

- системы улучшенного видения (СУВ), формирующие изображение закабинной обстановки на пилотажных индикаторах по данным от инфракрасных камер;
- системы синтетического видения (ССВ), позволяющие восстанавливать трёхмерную (3D) модель подстилающей поверхности с учётом препятствий и объектов аэродромной инфраструктуры на основе информации из бортовых баз данных (БД);
- системы комбинированного видения, представляющие синтез двух вышеуказанных типов СТЗ и реализующие совмещение сенсорного и синтезированного изображений;
- системы увеличения дальности видения, как и СУВ базирующиеся на информации от инфракрасных камер, а также осуществляющие искусственную подсветку возможных препятствий и ключевых ориентиров в процессе полёта.

С точки зрения бортовой реализации наиболее предпочтительны ССВ, не требующие установки дополнительного оборудования на самолёт.

Целью данной работы является разработка архитектуры ССВ, применимой для перспективных объектов авиационной техники, спроектированных с применением концепции ИМА.

В состав предложенной архитектуры входят:

- центральный вычислитель, предоставляющий навигационную информацию о положении ЛА;
- бортовой сервер данных, содержащий БД подстилающей поверхности, препятствий и объектов аэродромной инфраструктуры;
- индикаторный вычислитель, формирующий конечный 3D-кадр закабинной обстановки;
- пилотажные дисплеи, отображающие сгенерированный трёхмерный план окружающей обстановки;
- пульт управления ССВ, обеспечивающий возможность экипажа включать и отключать функцию синтетического видения.

Система реализуется в виде распределённого функционального программного обеспечения под управлением операционной системы реального времени в соответствии со стандартом ARINC 653.

Разработанная архитектура соответствует требованиям руководящих документов по разработке гражданских ВС в целом и ССВ в частности (Р-297, Р-315 и др.).

Мобильная лаборатория испытаний навигационных систем

Жарков Р.В.

Научный руководитель — Жарков М.В.

МАИ, Москва

makz24@gmail.com

Важным этапом разработки и проектирования навигационных систем являются натурные испытания. Основная цель испытаний — подтверждение работоспособности и соответствия характеристик системы требованиям технического задания. Натурные испытания должны проводиться при внешних воздействиях на испытываемую систему, соответствующих ее условиям эксплуатации. Применительно к навигационным системам к таким условиям относятся: диапазон изменения углов ориентации (курс, тангаж, крен) основания, на котором установлена система; линейные и угловые скорости и ускорения основания; температура и влажность окружающей среды; видимость навигационных спутников, в случае наличия приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) в составе испытываемой системы и др. В тех случаях, когда система, подлежащая испытаниям, предназначена для использования на борту подвижных объектов, эксплуатация которых сопряжена со значительными материальными затратами (например, пилотируемые летательные аппараты), представляется целесообразным использовать при испытаниях в качестве подвижного основания автомобиль. Использование автомобиля позволяет создать условия максимально приближенные к реальным условиям эксплуатации без значительных затрат, связанных в случае с авиационными системами со стоимостью летного часа летающих лабораторий [1]. Доклад посвящен вопросам проектирования и изготовления мобильной лаборатории испытаний навигационных систем на базе автомобиля, предназначенной для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ кафедрой 305 «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» МАИ и для оказания коммерческих услуг по испытаниям навигационных систем.

В докладе приводится обзор существующих лабораторий испытаний навигационных систем (летающих и автомобильных). Для создания на базе автомобиля лаборатории испытаний на его борту должна быть размещена эталонная навигационная система, на основе показаний которой и будет проводиться оценка характеристик испытываемого оборудования. Основное внимание в докладе уделено обоснованию возможности использования комплекса на основе высокоточной инерциально-спутниковой навигационной системы на базе технологии SPAN [2, 3] и программного обеспечения Inertial Explorer [3] в качестве эталонной навигационной системы. Описаны технические решения, предназначенные для реализации дифференциального режима с использованием фазовых измерений ГНСС, включая базовую станцию. Для оценки характеристик мобильной лаборатории разработана методика оценки и получены результаты, на основе серии проездов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Задание №8.2118.2017/4.6 на выполнение НИР в рамках проектной части госзадания в сфере научной деятельности).

1. Летающие лаборатории и опытные ЛА // ГИЦ РФ АО «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова»: [сайт]. URL: http://www.lii.ru/letayuwie_laboratorii_i_opytnye_la.html (дата обращения: 13.02.2018)

2. Блок инерциальных измерений «UIMU-LC» в комплекте с приемником ГЛОНАСС/GPS «NovAtel SPAN-SE-D-RT2-G-J-Z» с опциями // Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет): [сайт]. URL: https://mai.ru/science/equipment/index.php?SECTION_ID=1292&ELEMENT_ID=30781 (дата обращения: 13.02.2018)

3. SPAN GNSS Inertial Navigation Systems // NovAtel Inc. : [сайт]. URL: <https://www.novatel.com/products/span-gnss-inertial-systems/> (дата обращения: 13.02.2018)

Интеллектуальная система электроснабжения для перспективных и модернизируемых объектов ОКБ Сухого

Имаметдинова А.Б.

Научный руководитель — Архипов К.Ю.

МАИ, Москва

anastasiaborisovna@bk.ru

Современные тенденции требуют не только увеличения мощности генерации, но и более эффективного управления процессами генерации, преобразования, распределения и потребления электроэнергии. В последнее время повышенный интерес проявляется к интеллектуальным системам управления. Существует несколько названий этого перспективного направления развития энергетики: "умная сеть", "сильная сеть", "интеллектуальная сеть", "активно-адаптивная сеть". В самом общем виде это комплекс технических средств, которые в автоматическом режиме выявляют наиболее слабые и аварийно-опасные участки сети, а затем изменяют ее характеристики и схему с целью предотвращения поломки и снижения потерь. То есть данная система обладает функциями самодиагностики и самовосстановления и использует передовые технологии для повышения эффективности передачи и распределения энергии.

Под интеллектуальной системой электроснабжения (ИСЭС) понимается СЭС, в которой все энергоустановки (источники, приемники и накопители электроэнергии, сетевое оборудование и т.д.) принимают активное участие в процессах оптимизации производства, передачи и распределения электроэнергии. Интеллектуальная система электроснабжения – электрическая сеть, которая способна объединять работу всего состава электрического оборудования с целью обеспечения устойчивости, экономичности и надежности использования электрической энергии на борту ЛА. Эта технология подразумевает объединение источников и потребителей электроэнергии в единую систему, которая в реальном времени позволяет отслеживать, контролировать и управлять режимами работы всех ее участников.

Основными целями внедрения ИСЭС являются:

- оптимальное регулирование режимов энергоснабжения;
- создание системы рационального использования электроэнергии в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах;
- существенное повышение пропускной способности бортовой сети;
- повышение надежности электроснабжения приемников;
- снижение потерь электроэнергии на всех этапах ее преобразования.

Основные требования к ИСЭС можно сформулировать следующим образом:

- канал генерирования и структура первичных шин СЭС такие же, как и в обычной системе. Однако нагрузки непосредственно не соединяются с первичными шинами.
- каждая нагрузка должна быть соединена с центром управления нагрузками (ЦУН), который управляет подачей электроэнергии к нагрузке за счет применения твердотельных силовых контакторов.
- полупроводниковые ключи и система управления от вычислительного устройства обеспечивают соединение внутренней силовой шины только с одной первичной шиной в каждый конкретный момент времени.
- управляющий процессор через мультиплексную шину данных определяет, какие нагрузки соединены с внутренней силовой шиной.
- в соответствии с заложенной программой, центральный процессор должен автоматически распределять нагрузки для исключения перегрузки первичных источников. Способность системы распределять нагрузки особенно важна в условиях отказов в СЭС и оборудовании.
- жизненно важные нагрузки должны быть запитаны от двух ЦУНов для обеспечения повышенной надежности питания.

Использование интеллектуальных систем электроснабжения на перспективных и модернизируемых самолетах ОКБ Сухого позволит:

- оценивать текущую потребляемую и располагаемую мощность с целью использования этой информации для управления нагрузками и источниками ЭЭ;
- проводить автоматизированную наземную подготовку всего оборудования самолетов при работе генератора ВСУ;
- осуществлять мониторинг работоспособности системы;
- выполнить боевую задачу без ограничений при отказных ситуациях (двойных отказах) в системе электроснабжения;
- обеспечить комфортную эксплуатацию потребителей, за счет плавного включения оборудования (сглаживание пиковых нагрузок);
- контролировать заряд аккумуляторных батарей, чем позволит увеличить срок их службы;
- проводить модернизацию СЭС.

Библиографический список

1. С.А. Грузков, С.Ю. Останин, А.М. Сугробов, А.Б. Токарев, П.А. Тыричев; Электрооборудование летательных аппаратов: учебник для вузов. Том 1. Системы электроснабжения летательных аппаратов; Издательство МЭИ г. Москва; 568с.

2. Отчет о составной части научно-исследовательской работы в рамках НИР: «Исследование бортовых систем Самолета-2020», С.П. Халютин, В.П. Харьков, А.В. Мухин, А.В. Чернодаров, А.В. Лёвин, М.Л. Тюляев, П.С. Горшков, Я.В. Морoshкин, В.В. Покоев, И.Е. Старостин, А.П. Патрикеева, А.В. Потемкин, А.Э. Сировский, С.А. Овчинников, М.:2014

Автономная коррекция подводного аппарата в процессе движения

Карасева Я.С.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Грумондз В.Т.

МАИ, Москва

yanakaraseva1996@mail.ru

В настоящее время разработано множество подводных аппаратов (ПА) и комплексов. С учетом достигнутого уровня технологий на современном этапе ПА способны эффективно решать в интересах флота целый ряд важных задач, не подвергая риску личный состав военно-морских сил. В число этих задач входит: поиск, обнаружение, идентификация и уничтожение большинства типов контактных и неконтактных морских мин; ведение гидроакустической разведки; разведка подводных гидротехнических сооружений; обследование корпусов кораблей (судов) и ряд других. Для решения указанных задач разработчикам подводной техники необходимо обеспечить автономное управление подводными аппаратами, эффективность которого напрямую зависит от параметров используемых в составе ПА систем.

Характеристики современных систем управления определяются реализованными законами управления и стабилизации, а также точностью определения навигационных параметров. Требование обеспечения точности навигационных параметров диктует выбор применяемых бортовых систем и необходимость проведения коррекции показаний.

В настоящее время требованиям автономности, малых габаритов и веса наилучшим образом удовлетворяют инерциальные системы навигации, которые реализуются на базе бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). БИНС представляет собой вычислительную систему, которая решает навигационную задачу математически, снимая показания с блока чувствительных элементов, в состав которого входят датчики угловой скорости и акселерометр. Эти показания снимаются в каждый момент времени и имеют свои ошибки, которые необходимо корректировать для эффективного управления.

Используя данные с датчиков угловой скорости и акселерометра, вычислительные возможности бортовой автоматики подводного аппарата, вычислительные алгоритмы и

специальные траекторные маневры, можно обеспечить коррекцию навигационных параметров.

В рамках представленной работы был построен алгоритм, который позволяет провести коррекцию навигационных параметров и дать оценку точностных характеристик реальных изделий. Алгоритм предназначен для применения на этапе автономного участка движения ПА.

Алгоритм промоделирован на данных натурных испытаниях подводных аппаратов АО ГНПП «Регион».

Разработка бортовой системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта для идентификации различных условий автономного полета беспилотного летательного аппарата

Карелин А.М.

Научный руководитель — Ахрамович С.А.

МАИ, Москва

senyakar@yandex.ru

При эксплуатации автоматических беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в автономном режиме полета часто возникают ситуации, при которых система автоматического управления (САУ) не может справиться с задачей управления из-за изменившихся условий полета вызванных различными внешними и внутренними факторами, которые могут привести к потере дорогостоящего аппарата.

Для идентификации различных условий полета и дальнейшей выработки автономного решения предлагается использовать бортовую систему принятия решений (БСПР) с элементами искусственного интеллекта (ИИ).

Была разработана БСПР, которая является надсистемой САУ БПЛА, выявляющей нештатные ситуации, вызванные как внешними, так и внутренними факторами, такими как:

- ухудшение погодных условий;
- неисправность одного или нескольких датчиков;
- ложные показания датчиков;
- разряд аккумуляторов.

Проводя непрерывный анализ входных данных БСПР на основе экспертных правил проводит корректировку управления в создавшихся неблагоприятных условиях.

БСПР разрабатывалась исходя из существующей САУ, которая реализует управление БПЛА для полета по заранее заданным географическим точкам. При выявлении нештатной ситуации БСПР может влиять на САУ следующим образом:

- изменение следующей точки маршрута на стартовую для осуществления посадки в ней;
- осуществление корректировки показаний датчиков на спрогнозированные системой ИИ;
- принудительная посадка БПЛА.

Испытания БСПР проводились на БПЛА на основе парашюта. Данный тип аппарата благодаря своей конструкции является надежным, так как в случае возникновения нештатной ситуации БПЛА самостоятельно спланирует, не причиняя вреда полезной нагрузке. Это позволило протестировать опасные сценарии работы БСПР с элементами ИИ в условиях полета.

О некоторых особенностях управления мультироторной платформой с разделенной нагрузкой

Климов И.С., Миронова М.А., Пименов Ю.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.

МАИ, Москва

klimuch_98@mail.ru

Целью данной работы является рассмотрение возможных и наиболее эффективных вариантов управления мультироторной платформы с непосредственным разделением функций управления подъемной силой и угловой стабилизацией (разделенная нагрузка)

В последнее время остро стоит вопрос о повышении полетного времени мультироторных платформ[1]. Ограничение полетного времени в основном связано с типом энергоносителя – литий полимерного аккумулятора[2]. Плотность энергии в данном накопителе намного ниже, чем у бензина и водородного топлива. Исходя из этого, часто выдвигаются проекты с попыткой исключить литий-полимерные аккумуляторы из схемы коптера и заменить его более энергоэффективным типом накопителя[3].

Нами предпринята попытка создать такую мультироторную платформу, чтобы ее полетное время было выше аналогов. Так как для управления мультироторной платформой требуется быстрое реагирование на любое воздействия(от окружающей среды или от пилота), то мы не можем отказаться от электрических двигателей. Также нами была рассмотрена следующая схема мультироторной платформы: ДВС передает крутящий момент на вал генератора, который в свою очередь обеспечивает энергией всю электронику ЛА. Но в таком варианте будут значительные потери на связке ДВС-генератор. Намного эффективнее разделить нагрузку на разные типы двигателей: электрические двигатели, обеспечивающие управляющий момент, и ДВС, создающий основную тягу для поднятия системы в воздух.

При создании модели было математически выявлено и экспериментально подтверждено, что при создании мультикоптера большого размера и большой массы стандартного типа управления по рысканью недостаточно. Для устранения этого недостатка было решено изменить контур управления ЛА по рысканью. А именно исключить из алгоритма управления по рысканью моторы ЛА и добавить руль направления.

1. Евгений Ерохин, Андрей Коломиец Мультикоптеры: новый вид [Электронный ресурс] – URL: <http://uav.ru/articles/multicopters.pdf> (дата обращения: 7.02.2018)
2. Хрусталев Д.А. Аккумуляторы. – М.: Изумруд, 2003
3. Гулия Н.В. Накопители энергии – М.: Наука, 1980

Исследование влияния типа источника питания на работу ВОГ с использованием метода вариации Аллана

Колганов Л.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов Д.А.

МАИ, Москва

leon.kolg@gmail.com

Сегодня при разработке систем энергоснабжения роботизированных транспортных средств [1], в частности автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), разработчикам требуется находить компромисс между экономией энергии батарей и обеспечением требуемого уровня точности датчиков, входящих в состав комплекса бортового оборудования (КБО). Примером такой задачи является выбор типа стабилизации питания ВОГ ОИУС-1000[2], входящего в состав КБО АНПА, разрабатываемого на кафедре 305 «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» совместно с ФГУБ ОКБ ОТ РАН. Для решения этой задачи мной были разработаны методика, аппаратное и программное обеспечение для исследования зависимости шумовых составляющих

выходного сигнала ВОГ от типа источника питания. Программно-математическое обеспечение для исследования исследования основан на методе вариации Аллана [3]. Полученные результаты сравнивались с паспортными данными датчика и исследованиями характеристик ВОГ ОУИС-1000, проведенными специалистами ЦНИИ «Электроприбор» [4].

При этом, обобщённая методика включала 3 этапа: подготовительный, этап сбора данных и этап камеральной обработки. На подготовительном этапе был разработан и изготовлен стенд, имитирующий работу бортовых систем питания датчика в рассматриваемых режимах стабилизации напряжения, а также разработано ПО стенда для сбора и обработки данных. Камеральная обработка измерений ВОГ включает в себя оценку стабильности работы датчика, построение кривой вариации Аллана для каждого типа стабилизации напряжения питания и численную оценку шумовых составляющих выходного сигнала ВОГ, а именно: шума квантования, случайного блуждания выходного сигнала и нестабильности смещения нуля.

Для уменьшения влияния внешних источников вибраций на выходной сигнал ВОГ съём данных проводился в лаборатории калибровки и испытаний инерциальных датчиков и систем МАИ (НИУ). Датчик был расположен неподвижно на несвязанном с фундаментом здания массивном бетонном основании.

В докладе приводится описание методики, аппаратное и программное обеспечение, а также результаты исследования характеристик измерений ВОГ ОУИС-1000.

Работа проводится при поддержке гранта РФФИ 16-08-01185 А.

Анализ возможностей усовершенствованных алгоритмов оценивания и коррекции погрешностей навигационного комплекса самолета

Коломийчук С.А., Шаповалов Н.А., Недорезов И.С.

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

МАИ, Москва

Zhurina.svetochka@mail.ru

Современный пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) самолета содержит в своем составе ряд измерительных подсистем, к наиболее важным из которых относятся бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), навигационная аппаратура потребителя (НАП) спутниковых навигационных систем (СНС), а также радиовысотомеры (РВ), доплеровский измеритель скорости, угла сноса и дальности (ДИССД), астронавигационная система (АНС) и др. ПНК осуществляет комплексную обработку информации измерителей. Наиболее точной из измерительных подсистем обычно является НАП СНС, определяющая итоговый уровень точности комплексного решения навигационной задачи. В тоже время стабильность и надежность работы НАП СНС весьма ограничены.

Итак, в рамках ПНК, одной из задач которого является оценивание и коррекция погрешностей измерительных подсистем, например, в распро-страненном случае – БИНС, вставала актуальная задача текущего оценивания и коррекции погрешностей СНС естественного или искусственного происхождения, обусловленных природными факторами или целенаправленными помехами, а также остальных измерительных подсистем комплекса. Таким образом, представленный в докладе проект направлен на всесторонний анализ возможностей усовершенствованных алгоритмов оценивания и коррекции погрешностей измерительных подсистем и навигационного комплекса в целом для повышения точности и надежности его работы.

Решение задачи лежит в русле классического подхода к построению комплексных спутниково-инерциальных систем. При этом в состав ком-плексной системы целесообразно включать БИНС, ДИССД, РВ, АНС и др. измерители, погрешности которых необходимо оценивать и корректировать, однако все же центральной задачей остается именно оценка погрешностей и коррекция спутниковых измерений.

Авторским коллективом МАИ был предложен оригинальный алгоритм оценивания и коррекции погрешностей, состоящий в применении модифицированной замкнуто-разомкнутой сильносвязанной схемы комплексирования БИНС и СНС с непосредственной оптимальной оценкой и коррекцией полных погрешностей СНС по дальности и скорости относительно каждого навигационного спутника из текущего рабочего созвездия. При этом отличительной чертой новой модификации сильносвязанной схемы, использованной в работе, являлось совместное применение метода наименьших квадратов и оптимального дискретного фильтра Калмана. В настоящее время в рамках проекта авторский коллектив проводит разработку и отладку соответствующего программно-алгоритмического обеспечения комплекса.

Модель многокомпонентного микро-доплеровского сигнала

Кучерявенко А.В.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Рыжов В.П.

Южный федеральный университет, Таганрог

aleksandr.k@sfedu.ru

В современных радиолокационных системах предъявляются повышенные требования к обработке принимаемых сигналов. Особенно это касается эхосигналов от аэродинамических объектов. Поэтому задачи формирования радиолокационных портретов аэродинамических объектов приобретают все большую актуальность в условиях расширения возможностей и увеличения быстроты действия систем цифровой обработки.

Наличие вращающихся элементов конструкции аэродинамических объектов приводит к появлению турбовинтового эффекта (микро-доплера). Проявление турбовинтового эффекта выражается присутствием в спектре эхосигнала наряду с планерной составляющей дополнительных спектральных составляющих, называемых турбинными.

Турбинные составляющие спектра могут маскировать сигнал от неподвижной части объекта и ухудшать радиолокационное изображение. Поэтому подавление частей спектра от неподвижных частей объекта составляющими, вызванными подвижными, вращающимися или вибрирующими частями, представляет интерес для исследования.

Целесообразна разработка алгоритма подавления турбинного эффекта радиолокационного сигнала в импульсно-доплеровской радиолокационной системе. Такой алгоритм может основываться на различии доплеровского приращении частоты для планерной составляющей спектра эхосигнала и частоты модуляции, обусловленной турбинным эффектом, а также на анализе изменения во времени амплитуды и полной мгновенной фазы сигнала при наличии турбинного эффекта.

Для разработки алгоритма подавления турбинного эффекта эхосигнала аэродинамического объекта в импульсно доплеровской радиолокационной системе необходимо задать следующие параметры: планерную скорость аэродинамического объекта; длину волны зондирующего сигнала радиолокационной станции; расстояние до аэродинамического объекта; эффективную поверхность рассеивания объекта; частоту Доплера турбинной составляющей; уровень боковых составляющих выходного сигнала относительно несущей. Алгоритм должен работать при априорно неизвестной скорости вращения винта или ротора турбины.

Сравнение доплеровского приращения частоты для планерной составляющей спектра и частоты модуляции, обусловленной турбинным эффектом, показывает их существенное различие, поэтому изменение во времени амплитуды и полной мгновенной фазы для турбинного эффекта происходит существенно медленнее, чем изменение этих же характеристик для планерной составляющей спектра огибающей эхосигнала. В изменении огибающей имеется составляющая, неизменная в процессе формирования отражений от планерной составляющей аэродинамического объекта и составляющая, близкая к закону изменения полной мгновенной фазы, обусловленной турбинным эффектом. При этом слагаемое полной мгновенной фазы для планерной составляющей изменяется во времени

приблизительно по линейному закону, а слагаемое, соответствующее турбинному эффекту - по закону, близкому к гармоническому, что выражается в появлении боковых составляющих в спектре экосигнала.

В качестве тестовых сигналов необходимо разработать модель отклика сигнала от аэродинамического объекта и модель помехи, представляющей собой турбовинтовой эффект. Рекомендуется использовать пачку линейно - частотно - модулированных импульсов. Амплитудная модуляция возникает за счет изменения эффективной поверхности рассеяния вращающихся лопастей турбины, а угловая модуляция обусловлена скоростью вращения этих лопастей.

Оптимальный обнаружитель когерентной пачки радиопульсов на фоне белого шума представляет собой последовательно соединенные согласованный с пачкой импульсов фильтр, детектор и пороговое устройство.

Моделирование комплексной огибающей экосигнала от объектов методом временного сглаживания обеспечивает полное подавление турбинного эффекта от одиночного источника, находящегося на неизменной дальности.

Алгоритм коррекции БИНС в составе корреляционно-экстремальной навигационной системы

Лихачева Т.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Веремеенко К.К.

МАИ, Москва

Lihacheva.94@gmail.com

Одна из особенностей современных летательных аппаратов (ЛА) - постоянное повышение требований к точности их навигационных определений. Это связано как с усложняющимся характером решаемых ими задач, так и с необходимостью обеспечения их работы во все более длительных и сложных условиях эксплуатации [1, 2, 3]. Это приводит к тому, что выдерживание высоких требований точности и целостности навигационного обеспечения становится невозможно лишь одним из имеющихся на борту навигационных средств, и задача решается путем комплексирования навигационной информации от различных навигационных систем. В современных бортовых авиационных комплексах информационным ядром обычно является бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) [1, 2, 3], обладающая целым рядом уникальных качеств: полной автономностью; возможностью получения всего набора траекторных данных – координат, линейных и угловых скоростей, ускорений и углов ориентации; высокой частотой выдачи данных и целым рядом других. Но присущий ей недостаток – возрастание со временем ошибок определения координат, приводит к необходимости периодической или постоянной ее коррекции от других бортовых систем, которые, в свою очередь, без взаимодействия с БИНС также не могут обеспечить нужного качества навигационного обеспечения.

Одним из возможных вариантов коррекции, широко используемым для летательных аппаратов, требующих высокой степени автономности, является комплексирование БИНС и корреляционно-экстремальной навигационной системы (КЭНС) [4, 5]. КЭНС строится одним из возможных способов на основе оптической системы (ОС) и цифровой карты (ЦК) подстилающей местности, при этом измерения в КЭНС формируются на основе сравнения полученного оптической системой изображения и кадра бортовой ЭК, который выбирается, исходя из координат, вычисленных БИНС [6,7].

Целью работы, представленной в докладе, является разработка структуры и алгоритма коррекции БИНС по информации от КЭНС. При этом в основе алгоритма коррекции лежит дискретный оптимальный фильтр Калмана (ДОФК) [3, 8, 9]. Пространство состояния определяется компонентами вектора состояния корректируемой БИНС [1, 3, 9]. В рассматриваемом в докладе случае в качестве такого вектора рассматривается вектор ошибок БИНС, содержащий не менее 15 компонент, среди которых 6 компонент определяют

постоянные ошибки гироскопов и акселерометров БИНС [1, 3]. Вводятся модели шумов измерений КЭНС, обусловленных как ошибками ОС, так и дискретным характером обработки информации в КЭНС [11].

Процедура коррекции строится по схеме расширенного ДОФК в форме Джозефа, обеспечивающей лучшую симметричность дискретной матрицы апостериорной ковариации и, как следствие, лучшую вычислительную устойчивость алгоритма коррекции.

Представленные в докладе результаты работы позволяют сформулировать рекомендации к построению систем оптимальной коррекции БИНС в составе КЭНС, обосновать требования к оптической системе КЭНС, исходя из требований к желаемой точности системы в целом.

1. Антонов Д.А., Веремеенко К.К., Жарков М.В., Зимин Р.Ю. «Малогабаритная комплексная система навигации и ориентации», сборник материалов XIV Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам, ФГУП РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2007г., с. 160-164.

2. Веремеенко К.К., Антонов Д.А., Жарков М.В., Амирагов А.С. «Концепции построения навигационного комплекса автоматического необитаемого подводного аппарата», Новости навигации, 2014г., № 1.С. 28-33.

3. Веремеенко К.К., Антонов Д.А., Жарков В.М., Зимин Р.Ю., Чернодубов А.Ю. «Малогабаритная интегрированная навигационная система», сборник материалов XVII Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам, ФГУП РФ ЦНИИ "Электроприбор", 2010г.. С. 188-190.

4. Белоглазов И.Н., Джаджгава Г.И., Чигин Г.П. «Основы навигации по геофизическим полям», М.:Наука, 1985.

5. Лихачева Т.Н., Веремеенко К.К. «Структура и особенности алгоритмического обеспечения корреляционно-экстремальной навигационной системы», сборник материалов 16-ой международной конференции «Авиация и космонавтика», 2017г., с. 171-172;

6. Буймов А.Г. «Корреляционно-экстремальная обработка изображений», Томск: ТГУ, 1987;

7. Волошин В.А. «Разработка аппаратно-программного обеспечения макета корреляционно-экстремальной системы навигации летательного аппарата», журнал «Вопросы оборонной техники», 2011г.;

8. В.В.Щербинин «Построение инвариантных корреляционно-экстремальных систем навигации и наведения летательных аппаратов», М.:МГТУ, 2011г.;

9. Алешин Б.С., Веремеенко К.К., Черноморский А.И. «Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии», М.:Физматлит, 2006г.;

10. Веремеенко К.К., Захарян Р.Р., Лихачева Т.Н. «О концепции построения корреляционно-экстремальной системы, основанной на БИНС и использующей дискретную полярную корреляцию», сборник материалов XXVI международной научно-технической конференции 2017г., с.129-130.

Нейросетевая система сопровождения подвижного объекта с использованием технического зрения

Мазаев А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.

МАИ, Москва

simplex.bro@gmail.com

В настоящее время БЛА широко применяются в различных сферах деятельности человека. Одна из них наблюдение и мониторинг движения различных объектов, в том числе подвижных. Довольно широкое распространение получили Дистанционно Пилотируемые Летательные Аппараты (ДПЛА), управление которыми строиться на основе передачи изображения с бортовой видео камеры на наземный пункт управления, где находится

оператор формирующий командные сигналы. Развитие систем технического зрения позволяет в ряде случаев заменить оператора интеллектуальной системой, основанной на обработке видео потока с бортовой камерой, сделав ее полностью автоматической. Наиболее эффективно эта задача решается с использованием нейросетевых технологий.

До появления современных задач была трудно выполнима, однако с использованием нейросетевых технологий, появилось возможность ее практического осуществления. Использование нейросетевой модели NASNet, показало наибольшую эффективность по сравнению с ее ближайшими аналогами (Inception V4, Inception V3, ResNets). В задаче классификации на базе ImageNet нейросеть NASNet продемонстрировала точность предсказания в 82.7%, на проверочном наборе. За счет легко масштабирования и способности работать на системах со слабыми вычислительными ресурсами без потери точности, миниатюрная версия NASNet способна демонстрировать точность в 74%, что на 3.1% лучше, чем самые качественные известные нейронные сети для мобильных платформ. С ее использованием, возможно, достичь полной автоматизации полета БЛА. Обнаружение объектов на земле, в воздушном пространстве, и в следствии выполнение автоматического следования за ними.

Проведенное моделирование в среде Unity показало, что данная сеть отлично справляется с обнаружением объектов на высоте до 1 км, с разрешением бортовой камеры HD качества (1280 x 720)

1. Колесников А.А. Новые нелинейные методы управления полетом. // – М., ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 191 с.
2. Желтов С. Ю., Веремеенко К. К., Ким Н.В., Козорез Д.А. и др. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов // – М., ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.
3. Giancarlo Zaccane. Getting Started with TensorFlow. ISBN 9781786468574 pp. 180, 2016

Система управления беспилотным летательным аппаратом самолетной схемы гражданского назначения

Меркулов Г.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Павлова Н.В.

МАИ, Москва

merkulov.gleb@yandex.ru

Беспилотные авиационные системы уверенно расширяют свои позиции на мировом рынке благодаря своей универсальности и многофункциональности [1, 2]. Классическими задачами таких систем является доставка полезной нагрузки и аэрофотосъемка. Наиболее часто встречаемыми классами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в гражданской сфере являются мультироторные ЛА и самолеты нормальной аэродинамической схемы. ЛА самолетной схемы расходуют энергию на преодоление силы лобового сопротивления, а не силы тяжести как мультироторные БПЛА, поэтому в ряде приложений, БПЛА самолетной схемы имеют явные преимущества в силу большей грузоподъемности, дальности и продолжительности полета.

В данной работе решена задача создания системы управления БПЛА самолетной схемы на базе планера, предоставленного Отделом автоматизации эксперимента факультета №3 (ОАЭ) МАИ (руководитель – Егоров А.А., к.т.н., профессор АВН РФ). Решение задачи подразумевало разработку требований к системе управления (СУ), идентификацию параметров модели ЛА, выбор параметров системы автоматического управления (САУ), разработку и применение алгоритмов комплекса ориентации и навигации (КОН), а также аппаратную реализацию СУ и проведение летных испытаний.

При синтезе САУ использовались линеаризованные уравнения движения ЛА [3] и критерии принятые оценки геометрии ЛА [4]. Проведена оценка возможности раздельного

рассмотрения продольного и бокового движений БПЛА. Вариация параметров ЛА в зависимости от режима полета составила примерно 50%, что позволило синтезировать однорежимную САУ. Основной СУ в продольном канале является СУ углом тангажа. Управление в боковом движении осуществляется, в основном, через угол крена. В канале автомата тяги стабилизируется индикаторная скорость.

В алгоритмах КОН используются параметры ориентации и навигации на основе показаний инерциальных датчиков, системы воздушных сигналов и спутниковой навигационной системы. Выбрана раздельная с коррекцией ошибок архитектура КОН [5].

Аппаратно СУ реализована на 8-битном контроллере AtMega2560 с 256 КБ flash памяти и тактовой частотой 16МГц. В качестве измерителей первичной информации использованы микромеханические датчики.

Проведены летные испытания, подтвердившие работоспособность разработанной системы. Результаты моделирования и летных испытаний подтвердили, что достигаемая точность стабилизации траектории достаточна для выполнения полетных заданий БПЛА самолетной схемы гражданского назначения.

1. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. / П.П. Афанасьев, И.С. Голубев, С.Б. Левочкин, В.Н. Новиков, С.Г. Парафесь, М.Д. Пестов, И.К. Туркин. / Под ред. И.С. Голубева и И.К. Туркина. – М.: 2010. – 654 с.: ил.

2. Трубников Г., Воронов В. Беспилотные летательные аппараты и технологическая модернизация страны [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.uav.ru/articles/tech_modern.pdf (дата обращения 16.02.2018).

3. Системы автоматического управления самолетом / И.А. Михалев, Б.Н. Окоемов, М.С. Чикалаев. 2-изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 240 с.

4. Аэродинамика самолета / И.В. Остославский. – М.: ОБОРОНГИЗ, 1957. – 560 с.

5. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / Под ред. Б.С. Алешина, К.К. Веремеенко, А.И. Черноморского. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 424 с.

Управление одноосным колёсным модулем с горизонтируемой двухстепенной платформой, перемещающимся по неровной подстилающей поверхности

Михеев В.В.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Черноморский А.И.

МАИ, Москва

slav009@yandex.ru

Одноосные колесные модули (ОКМ) используются для решения целого ряда задач, в частности задач мониторинга окружающей среды как носители аппаратуры мониторинга. Особый практический интерес представляют вопросы построения управления траекторным движением ОКМ и управления угловой ориентацией его платформы, на которой размещается носимая аппаратура, при перемещениях ОКМ по негоризонтальной неровной поверхности.

Предложена конструктивная схема ОКМ, платформа которого обладает двумя угловыми степенями свободы относительно оси колесной пары. Это позволяет в широком диапазоне управлять ее угловым положением относительно плоскости горизонта, в частности стабилизировать ее в этой плоскости. В качестве силовых элементов стабилизации используются три маховика, два из которых могут поступательно перемещаться вдоль осей стабилизации платформы, что обеспечивает ограничение их скоростей вращения путем создания гравитационных моментов, действующих на платформу и компенсирующих внешние возмущающие моменты. В качестве измерителей используются акселерометрические датчики горизонта, датчики угловых скоростей вращения колес и измерители высоты опорных точек платформы над подстилающей поверхностью.

Разработана математическая модель ОКМ с двухступенной платформой, перемещающегося по негоризонтальной неровной подстилающей поверхности при отсутствии проскальзывания его колес. Предложены алгоритмы управления маховиками, обеспечивающие горизонтирование платформы и, в значительной мере, независимость этого процесса от характера траекторного движения ОКМ. Разработана система управления траекторным движением, состоящая из двух подсистем – траекторной и локомоционной. При этом траекторная подсистема формирует потребные для движения по заданной траектории значения линейной скорости перемещения центра оси колесной пары и угловой скорости разворота ОКМ вокруг оси, нормальной к подстилающей поверхности. Локомоционная подсистема формирует необходимые для этого сигналы, управляющие приводными электродвигателями колес. Особенностью решения задачи траекторного управления в этом случае является реализация заданной проекции траектории ОКМ на горизонтальную плоскость при его движении по негоризонтальной неровной поверхности.

Численный эксперимент подтвердил эффективность принятых технических решений по формированию управлений траекторным движением ОКМ и процессом стабилизации его платформы в плоскости горизонта.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Договор №17-08-00928\17).

Синтез системы автоматического управления беспилотного летательного аппарата для совершения маловысотного полета

Нарбекова А.А.

Научный руководитель — Ахрамович С.А.

МАИ, Москва

Alinka152415@gmail.com

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят широкое применение в гражданских областях. При этом движение БПЛА может происходить в разнообразных сложных условиях рельефа местности: в условиях сложного рельефа, над лесопарковой или водной средой и т.д. Для решения определенных задач необходимо осуществлять управление БПЛА в условиях пересеченной местности при выполнении маловысотного полета (МВП). Несмотря на то, что задача полета на низкой высоте с огибанием рельефа существует давно, она до сих пор является актуальной и труднорешаемой.

Предлагается разработать алгоритм системы автоматического управления (САУ) для совершения МВП над пересеченной местностью.

В качестве БПЛА рассматривается аппарат на основе парашюта. Одним из главных его достоинств является надежность: в случае возникновения нештатной ситуации БПЛА самостоятельно спланирует, не причинив никакого вреда оборудованию. Таким образом, на нем можно проводить отработку алгоритма управления в условиях полета.

Для решения поставленной задачи планируется, что БПЛА будет оборудован следующими датчиками: ультразвуковой датчик высоты, гироскоп, акселерометр, магнитометр, барометр и GPS/ГЛОНАСС. Решение задачи так же включает в себя определение необходимого количества датчиков расстояния и их положения, в соответствии с диаграммой направленности. Выбор датчика расстояния обусловлен его относительной дешевизной и диапазоном измерения расстояния, удовлетворяющим условию поставленной задачи.

В докладе рассмотрена модель САУ в системе MATLAB/Simulink. Моделирование движения позволяет оптимально проработать алгоритм управления. Модель включает в себя: уравнение движения; силы, действующие на парашют; модель датчика.

Отработав в условиях полета алгоритм САУ, полученный в результате данной работы, его можно применить и на других типах БПЛА.

**Исследование характеристик и компенсация погрешностей
микроэлектромеханического преобразователя угловой скорости на основе
интерферометра Фабри-Перо**

Нгуен Зыонг Тхань, Булычев Р.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Бусурин В.И.

МАИ, Москва

thanhduongnguyen@yandex.ru

В работе проводится исследование характеристик одноосевого преобразователя угловой скорости с использованием кольцевого резонатора (КР) в качестве чувствительного элемента (ЧЭ) [1, 2], в котором для съема информации об угловой скорости используется преобразователь микроперемещений на основе интерферометра Фабри – Перо (ИФП).

Проведен анализ влияния конструктивных параметров КР и оптических параметров ИФП на характеристики преобразователя. Определены конструктивные параметры КР как радиус – 5 мм, толщина – 355 мкм, ширина – 500 мкм, плотность материала, модуль упругости, добротность 5000, а также оптические параметры ИФП: длина волны источника света - 0,655 мкм, начальное расстояние между оптическим элементом и резонатором - 35 мкм, коэффициенты отражения торца оптического элемента и резонатора - 0,4. При собственной частоте КР 15 кГц максимальная амплитуда микроперемещений исследуемых точек составляет 23 мкм и обеспечивает измерение угловой скорости 2π рад/с с погрешностью 1,2%. Получена линейная зависимость выходного двоичного сигнала D от измеряемой угловой скорости Ω при постоянном значении амплитуды первичных колебаний КР: $[D6...D0] = k\Omega$, где k – коэффициент преобразования.

Исследовано влияние температуры и линейного ускорения на характеристики преобразователя. В критическом случае, когда на ЧЭ действует линейное ускорение, направление которого совпадает с направлением ускорения свободного падения, максимальная относительная погрешность измерения достигает значения более 3,2%/g что нарушает корректную работу устройства.

Разработан способ компенсации погрешности из-за линейного ускорения путем введения обратной связи в схему возбуждения первичных колебаний. Магнитоэлектрическая система возбуждения с ИФП в цепи обратной связи представляет собой контур управления первичным колебанием, который устраняет влияние линейного ускорения путем подачи сигнала о смещении резонатора в формирователь управляющего сигнала.

При изменении температуры в преобразователе возникает изменение собственной частоты КР из-за зависимости модуля упругости его материала от температуры. Частотно-температурная зависимость КР является линейной и составляет -1,193 Гц на градус Цельсия при номинальной собственной частоте 14895 Гц, что приводит к дополнительной температурной погрешности из-за смещения собственной частоты КР до 0,8%. Для уменьшения влияния температуры необходимо образовать дополнительный контур контроля частоты в схеме возбуждения и учесть температурные изменения коэффициента преобразования.

Микромеханический преобразователь угловой скорости с КР на основе ИФП имеет линейную функцию преобразования и может быть использован при разработке систем управления летательных аппаратов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-08-00447)

Список литературы

1. Бусурин В. И., Коробков В. В., Йин Наинг Вин. Исследование характеристик кольцевого волнового оптоэлектронного преобразователя угловой скорости // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. №5. С. 340 – 346.
2. Распопов В.Я. Микромеханические приборы: учеб, пособие. Тула: Гриф и К, 2004 г., 466 с.

Разработка малогабаритного двухколёсного балансирующего робота

Никитенко И.А., Столяров Я.В.

Научный руководитель — Лельков К.С.

МАИ, Москва

bulopas11@gmail.com

В работе рассматривается двухколёсный балансирующий робот - это транспортное средство, состоящее из одной колёсной пары и платформы, на которой располагаются датчики, аккумуляторы и бортовой вычислитель. Особенностью этой конструкции является то, что центр масс платформы находится выше оси вращения колёс, при этом стабилизация платформы в процессе движения производится при помощи системы инерционного управления.

Рассматриваемый робот является перспективным транспортным средством, и исследование подобных конструкций ведутся по всему миру, в том числе в Google, MIT, Boston Dynamics, МАИ и ИТМО. Кроме того, широкое распространение получили и некоторые коммерческие проекты, основанные на тех же принципах: Segway, гироскутеры.

Для решения задачи стабилизации в неустойчивом положении, робот должен определять отклонение платформы от плоскости горизонта и компенсировать его, подавая сигналы на электродвигатели для возвращения платформы в горизонтальное положение. Во время движения, платформа робота, под воздействием сил инерции, отклоняется в сторону, противоположную направлению движения. Следовательно, для стабилизации платформы во время движения система управления должна предусматривать дополнительный наклон робота в направлении движения для компенсации инерционных сил.

В работе приведены результаты вывода уравнений движения балансирующего робота на основе уравнений Лагранжа с неопределёнными множителями. А также представлены результаты моделирования движения объекта на основе полученной математической модели.

Разработана система нелинейного управления движением балансирующего робота. Эта система позволяет определять управляющие моменты, которые надо подать на линейные двигатели робота, в зависимости от скорости движения, скорости разворота и угла наклона платформы. Описанная система управления обеспечивает быстрое время реагирования и надёжную стабилизацию робота во время движения.

По результатам проделанной работы была собрана демонстрационная модель балансирующего робота на базе контроллера arduino. В качестве датчиков ориентации платформы используется трехстепенный инерциальный модуль, включающий в себя гироскоп, акселерометр и магнитометр.

Разработка модели радиального нейросетевого регулятора для одномерного управления динамическим объектом

Нургалиев Р.Р.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Емалетдинова Л.Ю.

КНИТУ-КАИ, Казань

u2ppxovcf7zu@mail.ru

В настоящее время нейроуправление активно используется в авиационной, медицинской промышленности, в управлении морскими судами, роботами и другими сложными динамическими объектами.

В статье [1] предложен метод построения модели нейрорегулятора для одномерного управления техническим объектом на основе многослойного персептрона. В литературе показано, что нейросеть с базисными радиальными функциями Грина является универсальным аппроксиматором функций нескольких переменных, поэтому воспользуемся подходом, предложенным авторами в работе [1].

Для построения модели регулятора управления динамическим объектом на основе радиальной сети необходимо определить ее структуру, параметры радиальных функций нейронов, а также значения весов выходного слоя. Преимущество построения модели регулятора в виде радиальных сетей по сравнению с многослойными персептронами заключается в сокращении трудоемкости. Однако при этом важной задачей является определение требуемого объема обучающей выборки как с точки зрения обобщения сети, так и с точки зрения ее сложности, поскольку: 1) если количество K радиальных нейронов равно количеству обучающих выборок, то сеть утрачивает возможности обобщения; 2) при большом объеме M обучающий выборки сеть будет сложная.

Чаще всего в качестве радиальной функции применяется функция Гаусса. Алгоритм обучения радиальной сети состоит из следующих этапов [2]:

1) Определение вектора центров C базисных функций с помощью метода кластеризации на основе сети Кохонена.

2) Расчет вектора параметров Ω , характеризующих ширину разброса значений векторов входных данных X относительно вектора центров C . Расчет осуществляется таким образом, чтобы обеспечить покрытие всего пространства входных данных и незначительное перекрытие соседних зон.

3) Расчет вектора весов выходного слоя исходя из критерия минимума среднеквадратической ошибки отклонения расчетных значений выхода и его значений из обучающей выборки.

4) Если среднеквадратическая ошибка отклонения больше заданной величины, то параметры радиальной функции C и Ω корректируются градиентным методом и осуществляется переход к третьему пункту.

В противном случае процесс построения модели завершен.

В докладе рассматривается построение модели радиального нейросетевого регулятора на примере управления креном беспилотного летательного аппарата.

Список литературы

1. Емалетдинова Л.Ю., Матвеев И.В., Кабирова А.Н. Метод построения нейрорегулятора для системы автоматического одномерного управления техническим объектом. – Известия вузов. Авиационная техника №2, 2015. с. 87-92.

2. Осовский О. Нейронные сети для обработки информации / М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.

Управление наземной гусеничной платформой в неопределенной среде с использованием неустойчивых режимов

Пархоменко В.Б.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев М.Ю.

ЮФУ, Таганрог

wowa.parkhomenko@yandex.ru

Автоматическое управление гусеничными платформами в неопределенной среде с использованием неустойчивых режимов находит все более широкое применение при решении задач ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и является актуальной задачей. Такое управление упрощает деятельность оператора, и выводит его из контура управления при решении задач позиционирования в точку и движения вдоль заданной траектории [1].

Предлагаемая система управления синтезирована с использованием математической модели кинематики несущей платформы, описывающей взаимосвязь управляющих и внешних воздействий, координат состояния и конструктивных параметров [2].

В докладе решается позиционно-траекторная задача управления гусеничной платформой, представленной своей моделью, в условиях неопределенности среды, то есть

при отсутствии ее предварительного картографирования. Рассмотрены уже существующие методы и подходы к решению поставленной задачи.

При решении поставленной задачи было проведено численное моделирование в программной среде Matlab и визуализация в среде Unity3d [3].

Показано, что синтезированная система управления обеспечивает позиционирование в заданную точку и движение вдоль заданной траектории в неопределенных средах.

Список использованной литературы:

1. Белоглазов Д.А., Гузик В.Ф., Косенко Е.Ю. и др. Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями / Под ред. проф. В.Х. Пшихопова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 450 с.
2. Pshikhopov, V.K., Pogosov, D.B. Cross-country robotized vehicles control: Fuel saving technique // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2015, 9, pp. 211-217
3. URL: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/196774-connection-between-matlab-and-unity3d>

Исследование подходов к построению системы автоматического управления безэкипажным катером (БЭК)

Переверзев А.Е., Старобинский Е.Б., Буддаков П.Ю.

Научный руководитель — член-корреспондент, д.ф.-м.н. Кривцов А.М.

СПбПУ, Санкт-Петербург

pereverzev-ae@yandex.ru

Многие из используемых безэкипажных катеров (БЭК) являются относительно простыми аппаратами с классической системой управления, которая отвечает за изменение положения руля и работу движителя, и модулем дистанционной связи, который позволяет получать управляющие команды от оператора в пределах прямой досягаемости. Повышение автономности безэкипажного катера путем реализации автоматической системы управления позволит значительно расширить сферу его применения за счет отказа от телеметрии. БЭК с автоматической системой управления особенно востребован для патрулирования границы, построения карты морского дна, поисково-спасательных работ позволит снизить их стоимость за счет уменьшения использования человеческих ресурсов. Успешный опыт применения БЭК позволяет сделать вывод, что будущее за менее дорогими и более автономными системами [1].

В ходе исследования был проанализирован набор технологий, применяющихся для построения систем автоматического управления надводными судами. Каждая из технологий обладает рядом преимуществ и недостатков, которые обосновывают их применения на определенных этапах развития проекта. В ходе сравнительного анализа технологий было установлено, что наименее ресурсоемким является аппарат нечетких множеств и нечеткой логики, наименьшей ошибкой и высокой ресурсоемкостью обладает аппарат нейросетевых вычислений. Именно использование гибридного подхода является наиболее перспективным, так как он позволяет сочетать достоинства двух аппаратов. Но с учетом текущей стадии развития проекта был выбран аппарат нечетких множеств и нечеткой логики. Данный выбор обусловлен: значительными трудностями, связанными с длительностью, трудоемкостью идентификации многосвязного объекта и перенастройкой управляющих воздействий; необходимостью наличия значительных вычислительных мощностей с целью оптимизации имеющихся ресурсов для получения рабочего прототипа.

Предварительная настройка системы автоматического управления была выполнена на разработанной физико-математической модели, ключевые коэффициенты которой рассчитывались с использованием ANSYS Fluent. Разработанная модель отличается учетом формы исследуемого судна и позволяет задавать переменные условия внешней среды. Дальнейшее развитие модели позволит учитывать больше факторов.

Разработанный алгоритм управления и методика проверки с учетом физического влияния внешней среды позволяет автоматизировать и ускорить процесс исследования и разработки новых алгоритмов автономного беспилотного управления без приведения натурных экспериментов.

Комплексная инерциально-доплеровская навигационная система автономного необитаемого подводного аппарата

Петрухин И.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов Д.А.

МАИ, Москва

vanu25@yandex.ru

Развитие робототехники за последние десятилетия расширило возможности изучения океана. Решение таких задач как обнаружение и поиск объектов в водной среде, создание и корректировка трехмерных карт течений и морского дна, патрулирование морских портов и объектов народного хозяйства, экологический мониторинг местности стало возможным без использования дорогостоящей аппаратуры и больших инвестиций. Для этого часто используются автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) малого внутреннего диаметра корпуса (до 300 мм), что обуславливает рост их количества и разнообразие типов. Однако, в силу отсутствия на борту АНПА высокоточных корабельных навигационных систем перед разработчиками стоит актуальная проблема повышения точности позиционирования АНПА в подводном режиме при сохранении ограничений по энергопотреблению и массогабаритным характеристикам с исключением внешних источников информации о параметрах навигации и ориентации.

Одним из вариантов решения этой проблемы является использование алгоритмов комплексной обработки информации (КОИ). Поэтому целью моей работы является: разработка и исследование алгоритма КОИ АНПА на основе доплеровских и инерциальных измерений. Для достижения цели были решены следующие задачи:

- 1) Проведен анализ областей применения АНПА, режимов работы, сформулировать требования к навигационному обеспечению АНПА.
- 2) Разработана структура аппаратного и алгоритмического обеспечения АНПА, включая алгоритмы КОИ на основе оптимального фильтра Калмана.
- 3) Обоснован выбор математических моделей погрешностей подсистем комплексного бортового оборудования (КБО) АНПА.
- 4) Синтезирован алгоритм КОИ КБО на основе оптимального фильтра Калмана.
- 5) Разработаны методика и программное обеспечение имитационного моделирования с целью исследования свойств синтезированного алгоритма КОИ.

В докладе приводятся результаты имитационного моделирования алгоритмов КОИ на основе доплеровских и инерциальных измерений подтверждающие возможность достижение требуемых точностей определения навигационных параметров АНПА.

Разработка умножителя частоты передающей аппаратуры управляемого летательного аппарата

Подъячев В.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ясенцев Д.А.

МАИ, Москва

Vladleen93@ya.ru

Современные управляемые беспилотные летательные аппараты позволяют решать широкий круг задач, как народнохозяйственных, так и специальных. Одной из важнейших составных частей подобных летательных аппаратов является система управления, в состав которой входит радиолиния, позволяющая передавать необходимую информацию как с

борта на пункт управления, так и в обратном направлении. В современных системах управления сигналы, излучаемые управляемым летательным аппаратом, могут быть также использованы для оценки его координат и параметров движения. Это обстоятельство делает задачу создания высокоэффективной бортовой радиопередающей аппаратуры актуальной. При использовании сигналов бортовой аппаратуры для координатного обеспечения требует применения высокостабильных передатчиков, поскольку ошибки формирования ответных сигналов приводят к ошибкам получаемой координатной информации. В частности, ошибки задающего генератора частот приведут к ошибкам измерения радиальной скорости объекта управления, поскольку скорость оценивается на основе эффекта Доплера.

При функционировании систем с большим числом каналов управления обычно используют синтезаторы частот. Рассматриваемая система управления имеет всего четыре канала, что делает возможным отказ от сложных многоканальных синтезаторов частот и сигналов. В рамках реализованного технического предложения используемый на изделии синтезатор заменялся двумя умножителями - транзисторным и умножителем на варикапах. Данное предложение позволит существенно сэкономить на стоимости бортового ответчика, улучшить его массогабаритные характеристики и упростить его разработку и настройку в процессе эксплуатации.

Работа посвящена аналитическому расчёту транзисторного умножителя частоты и разработке макета рассчитанного умножителя с последующей проверкой его на стенде.

Автоматическая система помощи машинисту подвижного состава на базе технологии технического зрения

Попов А.Н.

Научный руководитель — д.т.н. Садеков Р.Н.

МАИ, Серпухов

nefto.ru@gmail.com

Постановка задачи

Система автоматического помощи состоит из программы, позволяющая отображать положения подвижного состава в любой момент времени, а также получать изображение с камеры закреплённой в голове подвижного состава и распознавать объекты, попадающие в объектив данной камеры, и выводить дополнительную информацию, получаемую с датчиков, расположенных в поезде.

Современные требования к точности позиционирования подвижного состава составляют 0.5 метров. Для достижения столь высоких точностей не является возможным только с использованием спутниковых технологий, в силу их низкой помехозащищённости и многолучевости особенно в условиях «городской» среды.[1] Существующие в настоящее время решения высокоточной навигации все чаще имеют в своем составе системы технического зрения, так компания Google использует Velodyne Lidar для обеспечения 10 см точности позиционирования. Использование лидаров не является экономически целесообразным решением в силу их дороговизны, поэтому для навигации объектов предлагается использовать видеокamеры [2,3].

Коррекция координат в рамках такого подхода осуществляется путем распознавания объектов и вычисления их координат с одной стороны и сравнения полученных координат с данными представленными в цифровой карте.

Анализ объектов железных дорог показал, что стрелочные переводы являются эффективным навигационным репером.

Решение

Обнаружение стрелочных переводов производится на видеозображении с использованием системы систем технического зрения. На изображениях камеры, которая наблюдает площадь перед железнодорожным транспортным средством, железнодорожные пути обнаруживаются в режиме реального времени. С точки зрения движущегося

железнодорожного поезда рельсы отвлекаются и присоединяются во время езды по железнодорожным путям. Следя за этими рельсовыми путями на изображениях, стрелочных переводы обнаруживаются по мере следования подвижного состава.

Представленный в данной работе алгоритм, вместо анализа всего рельсового пути, по возможности, подход анализирует только рельсовые пути непосредственно перед поездом. состоит из двух этапов:

Первый этап предобработка предназначен, для повышения качества распознавания и уменьшения количества вычислений (за счёт сокращения анализируемого объёма данных), приводящихся на втором этапе. Первый этап состоит из нормализации (выравнивание гистограммы цветового канала, устранение засветок), определение области поиска (ограничение области где будет проходить вычисления, не посредственно областью видимостью перед поездом), поиск линий (определение прямых, содержащихся на получаемом изображении методом хафа), грубая селекция линий (удаление линий, не представляющих интересов на получаемом изображении).

Второй этап распознавание стрелочных переводов состоит из следующих действий: перевод обнаруженных линий из плоской в 3-х мерную систему координат дороги, определение весов и ранжирование рельсовых пар (определение пар линий составляющую колено), проверка на соответствии модели (определение, обнаружение стрелочных переводов).

Результаты

В качестве результатов данной работы было, работы было разработано программное обеспечение «Монитор Visio-2» предназначенное, для навигации подвижного состава и реализующий данный алгоритм распознавание и выполняющая следующие функции:

- 1) Отображение карты, в форматах .osm и .bin местности включающую в себя следующие типы объектов: автомобильные дороги, здания, железные дороги (включая временно не используемые), железнодорожные станции, железнодорожные стрелки;
- 2) Отображение положения объекта на карте по координатам GPS, полученных по протоколу wi-fi, от сотового телефона на базе Android ;
- 3) Нанесение железнодорожных стрелок на карту по результату её анализа.
- 4) Нанесение и удаление маршрута на карту в формате журнала NMEA;
- 5) Сохранение карты в графических форматах svg и pdf;
- 6) Отображение дополнительной информации с внешних датчиков.
- 7) Показ видеозаписи маршрута с распознаванием на ней стрелочных переводов, дополненное отображением местоположения объекта на карте файлы (.avi + _info.yml).

Последняя функция использовалась для проверки качества распознавания в результате, чего уровень правильного срабатывание приведенного алгоритма оказался равен примерно 85%.

Список используемых источников.

1. Антонович, К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии [Текст] / В 2-х т. Т.1. Монография/ К.М. Антонович; ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия». – М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. – 334 с.: ил.
2. Шолохов, А.В. Использование методов компьютерного зрения для навигации автомобилей и наземных подвижных объектов / Асатрян К.А., Букин А.Г., Лычагов А.С., Садеков Р.Н.//«Гироскопия и навигация», 2015, №2, ISSN 0869-7035, С.58-66.
- 3 Беркович, С.Б. Система технического зрения как дополнительный датчик в задаче автомобильной навигации/ Беркович С.Б. , Котов Н.И. , Лычагов А.С., Панокин Н.В. , Садеков Р.Н. // Гироскопия и навигация. 2017,Ч.25,№1(96),с.49-63.

Разработка алгоритмов бесплатформенной инерциальной навигационной системы с функцией отказоустойчивости

Рябинкин М.С., Жарков Р.В.

Научный руководитель — Кузнецов И.М.

МАИ, Москва

max230658@gmail.com

Объектом исследования в докладе выступает система обеспечения отказоустойчивости инерциальных измерений на базе двух блоков чувствительных элементов (БЧЭ). Система обеспечения отказоустойчивости инерциальных измерений предназначена для выявления отказа в измерениях инерциального измерительного блока (ИИБ) и идентификации отказавшего датчика. Под отказом инерциального датчика понимается превышение оценки погрешности измерений границ допустимого диапазона значений. В зависимости от влияния на погрешность вычисления навигационных параметров алгоритмом бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) отказы инерциальных датчиков предлагается разделить на три типа:

- мгновенный отказ, при котором превышение оценки погрешности измерений инерциальным датчиком границ допустимого диапазона значений, позволяет однозначно выявить наличие отказа на одном такте измерений;
- отказ среднего уровня, который может быть обнаружен только после накопления и анализа статистических показателей измерений;
- отказ невысокого уровня, при котором использование измерений отказавшего инерциального датчика приведет к нарастанию погрешностей БИНС со скоростью выше скорости, гарантированной ее паспортными характеристиками.

Концепция построения системы обеспечения отказоустойчивости инерциальных измерений на базе двух БЧЭ идентичных по типу и характеристикам основана на наличии избыточного количества измерительных элементов в составе единого (состоящего из двух БЧЭ) ИИБ. Такой ИИБ называют функционально-избыточным (ФИИБ), поскольку он способен выполнять свою функцию различными комбинациями акселерометров, измеряющих компоненты вектора кажущегося ускорения, и гироскопов, поставляющих информацию о параметрах движения подвижного объекта относительно центра масс.

Под избыточностью понимают разность между используемым в ИИБ числом датчиков первичной информации и их числом, минимально необходимым для формирования измерительного базиса, обеспечивающего измерение вектора кажущегося ускорения и вектора абсолютной угловой скорости.

Для датчиков, измеряющих проекции вектора входных воздействий на их измерительные оси (акселерометры, датчики абсолютной угловой скорости), неизбыточный измерительный базис формируется тремя датчиками, измерительные оси которых неколлинеарные и некомпланарные. Общее число различных измерительных базисов в блоке из k датчиков и, следовательно, при уровне избыточности, равном $m = k - 3$, для блока из шести датчиков достигает двадцати.

Для обнаружения отказов всех типов концепция построения системы обеспечения отказоустойчивости предусматривает трехуровневую процедуру обнаружения отказа:

- обнаружение отказа на одном такте измерений (процедура первого уровня);
- обнаружение отказа на основе анализа статистических характеристик невязок измерений (процедура второго уровня);
- обнаружение отказа на основе комплексной обработки информации от БИНС, построенных по измерениям ФИИБ (процедура третьего уровня).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-08-01185.

Комбинированные расходомерно-топливомерные системы как способ резервирования

Самигуллин Т.А., Рыбушкин Н.А., Хакимов А.Р.

КНИТУ-КАИ, Казань

samigullin.timur@yandex.ru

Присутствие на борту ЛА исключительно расходомера не дает гарантию четкого и абсолютно точного определения расхода и остатка горючего на борту в случае утечки горючего из топл. Системы летательного аппарата в следствии, к примеру, пробоя баков. Не поддерживается и необходимая надежность ввиду недоступности резервирования. В этой связи в текущее время сделаны и широко употребляются комбинированные системы – расходомерно-топливомерные, выводящие показания в виде сигналов на одно устройство индикации. Усовершенствование данных систем ведется и по сей день в виду ее перспективности и важности для полета летательного аппарата как единой, во много раз более крупной системы.

Использование комбинированных систем, уменьшает процент отказов в работе топливомеров. Так, подсистемы расходомеров-топливомеров имеют область задач, в которой выполняются смежные задачи и в случае отказа одной из подсистем имеется резервирование в виде работы смежной системы, в отличии от вариации, когда обе данные системы автономны.

Эти внедренные системы, кроме основных задач по измерению расхода горючего контролируют подачу и заправку горючего, из каждого из имеющихся на борту баков при помощи насосов перекачки, а так же осуществляют взаимосвязь с бортовыми приборами автоматической регистрации данных, автоматическими системами по контролю параметров и пунктами наземного управления полетами, выводят на индикационные средства информацию о возможной дальности и длительности полета при заданных параметрах полета на индикационные приборы в кабине пилота, а так же в пилотажные и наземные навигационные комплексы, относящиеся к наземным пунктам управления полетами.

Комбинированная система расходомеров и топливомеров была создана для решения задач, описанных далее:

- индикация и измерение количества горючего в отдельных баках самолета, а так же суммарная масса всех запасов топлива, вывод данных на индикационные приборы;
- вычисление и индикация возможной дальности полета при располагаемых запасах, при различных режимах полета, различных режимах работы двигательной установки;
- контроль централизованной заправки горючего на земле и распределения между основным и дополнительными баками для сбалансированного распределения массы по всему объему летательного аппарата;
- предварительная и основная сигнализации завершения выработки горючего из баков, неисправного состояния топл. системы, стандартизированного и максимально разрешенного значений масла левой и правой двигательных установок, разрешенных значений гидро смеси в баках бустерной и совокупной гидро систем;
- выдачи инфы о запасе, резервном припасе и расходе горючего, о предполагаемой и возможной дальности полета, о неисправном состоянии топл. системы, о возврате по запасу горючего в бортовое приспособление регистрации и контрольную и записывающую технику в бортовую систему отслеживания и предупреждения экипажа летательного аппарата, в системы световой и шумовой сигнализации и речевой инфы, в наземные автоматические контрольные и ремонтные средства.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о важности расходомерно-топливомерной системы. Безусловным преимуществом данной системы, в сравнении с раздельными системами измерения топлива и контроля его расхода, является наличие резервирования при прочих равных выполняемых задачах и более мощных вычислительных и управляющих мощностях.

Конструктивная адаптация телекоммуникационного оборудования для установки его на беспилотный летательный аппарат

Северин В.В.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Павлов В.Ю.

МАИ, Москва

vitaly.severin@outlook.com

При проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВР) в зоне стихийного бедствия или техногенной катастрофы, при разведке территории, оценке разрушений и поиске пострадавших требуется максимально быстрое развёртывание сети, покрывающей всю зону СНАВР. После обнаружения пострадавших и концентрации спасательных сил и средств в местах проведения работ на конкретных объектах потребуется локальное увеличение пропускной способности сети, в то время как на остальной территории потребность в связи отпадёт. Обеспечить сплошное покрытие зоны СНАВР мобильной связью с использованием только наземных узлов невозможно, особенно в условиях пересечённой местности или плотной городской застройки, когда рельеф и стены зданий образуют затенённые зоны. Наземные узлы также не обеспечивают необходимой гибкости сетевой структуры.

Миниатюризация информационных систем и развитие ГЛОНАСС и GPS позволили конструировать гражданские БЛА, которые имеют небольшую массу и габариты конструкции, а главное являются доступными по стоимости. В связи с этим расширяется ряд проблем в области связи, которые могут решаться при помощи БЛА. Одной из таких задач является телекоммуникационное обеспечение (ретрансляция, распространение информации и сбор данных, расширение сетей сотовой связи, сопряжение протоколов/полос различных систем и средств связи).

Задачи спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ можно решить за счёт конструктивной адаптации телекоммуникационного оборудования (КАТО) для установки его на БЛА с целью увеличения дальности действия каналов связи для передачи данных в случае недостижимости или неработоспособности сетей стационарной и мобильной связи. Также возможен вариант развёртывания над зоной СНАВР группировки БЛА различных типов (аэростатического, самолётного, вертолётного, мультикоптерного), несущих малогабаритные базовые станции класса микросот или репитеры радиосигналов в диапазоне работы мобильной связи. Группировка формирует в небе над зоной СНАВР динамическую пространственную структуру, обеспечивающую не только бестеневое покрытие в заданной зоне, но и оперативное наращивание или снижение пропускной способности сети за счёт изменения количества БЛА и концентрации их над местами проведения СНАВР.

Одной из наиболее актуальных задач, решаемых при разработке АКС (аэромобильная коммуникационная сеть), является задача оперативной поддержки ее работы в течении заданного периода времени и адаптации её коммуникационных возможностей к текущим потребностям в зависимости от рельефа местности, хода проведения СНАВР, объёма передаваемых данных, исправности БЛА и остаточного ресурса их работы до выведения их на зарядку или дозаправку.

Под конструктивной адаптацией телекоммуникационного оборудования понимается установка и/или настройка, оптимизация приемо-передающей аппаратуры, ретрансляторов и устройств различной полезной нагрузки (FPV оборудование, фото-, видеокамеры и другие комплексные решения) на БЛА.

Коммуникационная сеть является организационно-техническим комплексом, включающим в себя узлы коммутации и каналы связи, соединяющие узлы связи между собой, а также с оконечным оборудованием, который обеспечивает передачу данных между удалёнными точками. Коммуникационные сети выполняют задачу передачи информации, используя различные виды электро- и радиосвязи, а АКС является сетью беспроводной связи, узлы и ретрансляторы которой перемещаются с помощью БЛА.

Ретранслятор (репитер, усилитель или повторитель сигнала сотовой связи) — это одна из составляющих системы усиления сигнала сотовой связи в зоне неустойчивого приема. Поэтому так важно использовать его в КАТО БЛА. Он является связующим звеном между внутренней и внешней антеннами. Репитер усиливает сигнал сотовый сигнал от абонента к базовой станции (БС) и в обратном порядке. Он работает с определенным (заданным) частотным диапазоном (т.е. со всеми стандартами организации и сотовыми операторами). Его особенностями являются доступность, мобильность организации связи и доступность.

Передвижная (мобильная) базовая станция (ПБС) необходима с целью обеспечения резерва для операторов сотовой связи, оперативного перераспределения мощности стационарных БС сотовой связи во время аварий или перегрузок сети, аварийной замены любой базовой станции на время ее ремонта или замены. Также стоит отметить, что в случае отсутствия или выхода из строя стационарных сетей фиксированной и мобильной связи эти задачи могут быть решены развёртыванием АКС сотовой связи с использованием ретрансляторов.

КАТО БЛА является достаточно специфической задачей, так как речь идет о адаптации устройств различной полезной нагрузки и приемо-передающей аппаратуры, которые могут быть добавлены или удалены без ущерба на другие модули, входящие в состав полезной нагрузки. Большинство гражданских БЛА не учитывают специфику работы конкретного спасательного учреждения и являются «универсальными».

Система поддержания канала лазерной связи в условиях относительных перемещений источника и получателя информации

Серегина С.А.

Научный руководитель — Егоров В.В.

МАИ, Москва

Svetka-sergina@yandex.ru

Существует огромное множество систем различного назначения, требующие передачи информации между объектами системы. Использование лазерного канала связи в условиях активного подавления или активного использования диапазона радиосигналов часто является единственным способом надежной передачи информации внутри данной системы. Для осуществления лазерной передачи информации необходимо точное попадание сигнала в приемник, что является основной проблемой для данного типа связи. Если и источник и приемник информации перемещаются, соблюдение данного условия значительно усложняется. Была поставлена задача проектирования системы корректирования направления излучения сигнала при смещении приемного устройства относительно передающего устройства.

Так как постоянное использование лазера требует большого запаса энергии, что для автономных систем является проблематичным, а так же лазерная сеть связи имеет высокую скорость передачи данных и, как следствие, может передавать большое количество информации за меньшее время, было принято решение использовать лазер в импульсном режиме. Система корректирования включается непосредственно перед передачей очередного пакета сообщения. Для облегчения задачи поиска получателя была использована система технического зрения, которая непрерывно следит за объектом и в нужный момент передает информацию о положении цели в главный блок. После этого в сторону определения цели отправляется зондирующий сигнал. По нему цель в обрабатывающем блоке определяет свое местоположение и полученные данные отправляет передатчику. Источник принимает сообщение, обрабатывает и передает сигнал точно в приемник.

Получившаяся система может быть установлена на беспилотных летательных аппаратах так как имеет достаточно малый вес и высокую помехозащищенность линии связи, что необходимо при использовании группы БЛА.

Проблемы интеграции магнитометрических датчиков слабых магнитных полей в навигационную систему беспилотного летательного аппарата

Степанов Д.В.

Научный руководитель — к.т.н. Ишутин Д.А.

ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

dmitriyredkiy@gmail.com

Анализ состава и основных технических характеристик навигационного оборудования современных БЛА показывает, что наилучшая точность и надежность решения навигационных задач, независимо от условий применения БЛА, обеспечивается за счет применения комплексных навигационных систем (КНС), в состав которых входят измерители (датчики) навигационных параметров, принцип действия которых основан на различных физических явлениях. При этом состав и характеристики КНС БЛА различных модификаций могут значительно отличаться. Ограничительным фактором при обосновании состава КНС БЛА (а значит и её характеристик, в т. ч. точности!) является взлетная масса БЛА, а именно масса полезной нагрузки, устанавливаемой на БЛА, в зависимости от выполняемых задач. Например, если масса полезной нагрузки БЛА более 10 килограммов, то в качестве основной КНС БЛА возможно рассматривать новейшую БИНС-СП-2(масса более 2,5 кг). Но для БЛА, масса полезной нагрузки которого не превосходит 3,5-4 кг (семейство БЛА Орлан), создатели навигационных систем БЛА вынуждены искать альтернативные решения. Для решения данной проблемы автор предлагает в качестве магнитных датчиков КНС БЛА малого класса использовать модуль GY – 273 – 3-х осевой магниточувствительный датчик HMC5883L фирмы Honeywell с 12-разрядным АЦП, с разрешением 2 мГс. Датчик имеет низкое рабочее напряжение и малое потребление (напряжение питания составляет 2.2-3.6 В), обладает высокой скоростью опроса – до 160 раз в секунду, с точностью определения углов ориентации 1 градус, диапазон измерения магнитного поля - ± 8 Гаусс. В отличие от серийно выпускаемых БЛА, для снятия показаний с датчика использован микрокомпьютер Raspberry Pi 3 model B.

После подготовки микрокомпьютера и написания оригинального скрипта для получения данных с магнитометра на языке программирования Python, магнитометр подключается к микрокомпьютеру, при этом на экране видеомонитора наблюдается изменение снимаемых показаний напряженности внешнего магнитного поля с трёх ортогональных осей датчика при изменении его пространственного положения. Для лучшей визуализации процесса был разработан скрипт, позволяющий наблюдать на экране видеомонитора изменение направления стрелки магнитного компаса без необходимости проведения математических операций пользователем. Сверка полученных результатов визуализации магнитометра HMC5883L с показаниями механического магнитного компаса показала, что магнитометр имеет значительную (более 50 градусов) погрешность определения направления на магнитный полюс Земли. Вывод – при интеграции магнитного датчика в КНС БЛА обязательно необходима процедура калибровки! Автор предлагает автоматический алгоритм проведения калибровки магнитного датчика с получением корректировочной матрицы, с помощью которой можно будет вычислять актуальные значения напряженности внешнего магнитного поля (получаются путем умножения значений, считанных с датчика, на рассчитанную корректировочную матрицу). Суть предлагаемого алгоритма калибровки заключается в аппроксимации облака полученных значений вектора напряженности внешнего магнитного поля (при вращении датчика) в виде эллипсоида. При этом параметры эллипсоида подбираются таким образом, чтобы они максимально точно совпадали с полученным облаком точек, построенных на основе показаний магнитометра. Из полученных таким образом параметров, получена величина смещения, коэффициенты масштаба и коэффициенты для ортогонализации осей, для чего была использована программа Magneto. В данной программе рассчитанные параметры выводятся в готовом к использованию виде, без необходимости дополнительных преобразований. После

проведения калибровки показания магнитометра стали повторять показания магнитной стрелки механического компаса с погрешностью менее 1 градуса.

В результате работы была проведена оценка показаний магнитометра HMC5883L при интеграции его с КНС БЛА, получена корректировочная матрица позволяющая уменьшить погрешность магнитометра при определении угловых координат БЛА.

Исследование метода контроля вертикального эшелонирования воздушных судов на основе использования АЗН-В

Стратиенко А.Н.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Соломенцев В.В.

МГТУ ГА, Москва

stratienko.a@icloud.com

Исследование методов мониторинга в пространстве RVSM

Введение

В данной работе рассматриваются методы контроля вертикального эшелонирования и анализируются особенности применения и создания.

Важнейшей целью в Гражданской Авиации является повышение пропускной способности воздушного пространства и экономичности полета при сохранении и повышении безопасности. Одним из основных путей достижения этой цели является сокращение интервалов эшелонирования. Применительно к условиям России с большой протяженностью трасс последний этот аспект является определяющим.

Важной задачей стало выявить погрешности бортовых приемников статического давления. Доказано, что погрешность ПСД влияет на безопасность в пространстве RVSM, и сложно выявляема при проведении очередных плановых и технологических проверках.

При проведении статистического анализа замечено, что на изменение погрешности в определенное время проверок влияют эксплуатационные характеристики ВС.

Вертикальным эшелонированием называют рассредоточение воздушных судов по высоте. Для создания интервалов вертикального эшелонирования введено понятие - эшелон. Это условная высота, рассчитанная при стандартном давлении и отстоящая от других высот на величину установленных интервалов.

Создание подобной системы обусловлено текущим состоянием систем мониторинга ВС в России. В настоящее время отсутствует централизованный контроль мониторинга воздушных судов необходимый для аэронавигационного обслуживания.

В результате сложившейся ситуации можно выделить следующие основные проблемы:

- отсутствует централизованный мониторинг ВС;
- нарушение эшелонов ВС при полетах.

Существующие методы мониторинга

Рекомендации ICAO для проведения мониторинга в пространстве RVSM, отличающиеся средствами измерения геометрической высоты.

- Независимое измерение геометрической высоты (мультилатерация)
- Прецизионные метеоданные для связи геометрической и барометрической высоты

Математический аппарат предлагаемого способа мониторинга

Новый способ основан на использовании аппаратуры ADS-B. Для применения такого

метода мониторинга необходимо:

- информация о температуре на эшелоне при дельте геометрической к разности барометрической пары ВС;
- большое количество измеряемых ВС для высокой точности при осреднении результатов.

Фундаментом мат-метода является известное дифференциальное уравнение статики атмосферы.

В предлагаемом способе с использованием АЗН-В, принимается информация на наземную станцию содержащая геометрическую/барометрическую высоту в соответствии с протоколом ASTERIX 021. Вычисляется средняя разность с использованием уравнения барометрической и геометрической высот в сеансе и назначается как оценка погрешности.

Значения полученной оценки погрешности осредняются и результат является окончательной оценкой погрешности измерителя высоты.

Выводы:

Предлагается новый подход к решению задач контроля вертикального эшелонирования воздушных судов способный выявить эти погрешности.

Литература:

1. Лебедев Б.В. Мониторинг средств вертикального эшелонирования на основе использования автоматического зависимого наблюдения вещательного типа // Авиакосмическое приборостроение. 2003. С. 130

2. Лебедев Б.В., Соломенцев В.В., Стратиев А.Н. Исследование метода контроля вертикального эшелонирования воздушных судов на основе использования АЗН-В // Научный Вестник МГТУ ГА. 2015. №213

3. Кравцов В.В. Использование информации от КСА УВД для мониторинга безопасности полетов с RVSM // Научный Вестник ФГУП ГосНИИ «Аэронавигация». - 2011. - № 11.

4. Бердышев В.П., Гарин Е.Н., Фомин А.Н., Тяпкин В.Н., Фатеев Ю.Л., Лютиков И.В., Богданов А.В., Кордюков Р.Ю. Радиолокационные системы. К: Сиб. Федер. Ун-т. -2011. - 400с

5. Лебедев Б.В., Лысенко А.А., Соломенцев В.В. Моделирование системы контроля соблюдения сокращенных интервалов вертикального эшелонирования, на базе автоматического зависимого наблюдения / Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сб. тезисов докладов. М.: МГТУ ГА, 2011. С.185

Разработка функциональной схемы устройства автоматизации дозаправки в воздухе

Цыганов М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ершов С.О.

БГТУ «Военмех», Санкт-Петербург

ei_ti@list.ru

На сегодняшний день самой распространенной системой дозаправки летательного аппарата в воздухе является комбинация «штанга-конус», что обусловлено простотой ее аппаратной реализации. Однако с точки зрения практического выполнения маневр дозаправки в воздухе является одним из самых сложных и опасных, требует высокого уровня мастерства пилотов как заправляемого аппарата, так и танкера.

Для упрощения наведения и частичной автоматизации процесса стыковки заправляемого аппарата и танкера разрабатывается оптическая система определения относительного положения элементов системы дозаправки. На заправочный конус устанавливается точечный источник инфракрасного излучения. На заправляемый летательный аппарат – оптическая система отслеживания положения ИК-источника относительно конуса. Информация об относительном положении элементов будет выводиться на приборную панель в кабине пилота, что позволит, в совокупности с визуальным контролем, осуществить стыковку.

В основе данной системы лежит четырехсекционный инфракрасный фотодиод с общим анодом. С помощью оптической системы на фотодиод попадает направленный луч света инфракрасного диапазона. Источником света является пульсирующий инфракрасный светодиод. При попадании на сегменты света от источника, происходит открытие диода и падение напряжения. Для выделения перепадов напряжения требуемой частоты и

подавления низкочастотных колебаний используется фильтр высоких частот, состоящий из конденсатора и резистора. Полученные перепады напряжения слишком малы для их дальнейшей обработки, поэтому для увеличения их амплитуды используются операционные усилители МСР602 с резисторной обвязкой. Колебания с усиленной амплитудой регистрируются аналого-цифровым преобразователем. Данные с АЦП используются микроконтроллером для цифровой обработки взаимного расположения стыковочных узлов.

Дальнейшая проработка системы предполагает возможность осуществления стыковки летательных аппаратов в воздухе в полностью автоматическом режиме. Также рассматривается возможность использования данной системы для автоматической дозаправки и подзарядки беспилотных летательных аппаратов в воздухе.

Подход к созданию малогабаритной комплексной навигационной системы

Чехов Е.Л., Рябинкин М.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Антонов Д.А.

МАИ, Москва

egorchekhovoleo@icloud.com

Современные микроэлектромеханические системы (МЭМС) и инерциальные датчики широко применяются в задачах построения малогабаритных комплексов ориентации и навигации, входящих в состав бортового оборудования различных автономных объектов, включая автономные и привязные необитаемые подводные аппараты (АНПА и ПНПА). Основными преимуществами МЭМС являются их относительно низкая стоимость, а также малая масса, линейные размеры и энергопотребление, что критично для малогабаритных автономных роботизированных систем. Однако несмотря на развитие технологий создания таких датчиков, построение навигационной системы только на базе МЭМС на сегодняшний день не представляется возможным в силу значительных погрешностей измерений. Одним из вариантов решения этой проблемы является создание малогабаритных комплексных навигационных систем (МКНС) на основе бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) с использованием микроэлектромеханических датчиков и коррекции от других измерителей и систем комплекса бортового оборудования (КБО).

В рамках выполнения 3-х опытно-конструкторских работ на каф. 305 «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» Московского авиационного института по созданию резервной МКНС, МКНС автономного носителя гидрофизической аппаратуры переменной плавучести (АНГАПП) и системы управления движением сейсмокосы, коллективу НИО-305 была поставлена задача проектирования, изготовления и испытания МКНС, которая может быть применена при незначительных модификациях во всех трех проектах.

МКНС может являться основным источником информации о параметрах ориентации и навигации АНГАПП, АНПА и ПНПА малого класса. Также МКНС может использоваться в качестве резервной навигационной системы и/или гиромагнитной курсоверткали (КВ) в КБО АНПА и ПНПА среднего класса.

В состав МКНС входят 3-х осевые акселерометр, датчик угловой скорости и магниторезистивный датчик, антенна и приемник сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Программно-алгоритмическое обеспечение (ПАО) МКНС включает в себя алгоритмы БИНС, КВ, комплексной обработки информации (КОИ), калибровки датчиков и согласования направления измерительных осей системы, встроенного интегрального контроля и реализовано на контроллере общего назначения. Алгоритмы КОИ делятся на горизонтальный и вертикальный каналы для обеспечения работы МКНС в режиме навигационной системы, и канал ориентации для работы КВ.

В аппаратной части МКНС реализовано два последовательных интерфейса RS232/RS485 и один широкополосный канал шины CAN позволяют использовать в алгоритмах КОИ измерения от глубиномера, эхолота, датчика скорости течения и других измерителей и

систем КБО. Взаимодействие с потребителем осуществляется по протоколу NMEA являющимся стандартным морским протоколом взаимодействия для бортового оборудования.

В докладе приводятся структуры аппаратного и программно-алгоритмического обеспечения МКНС и примеры реализации МКНС для различных необитаемых объектов.

Работа проводится при поддержке гранта РФФИ 16-08-01185 А.

**Программно-аппаратный комплекс для анализа возможностей
навигационного комплекса самолета в условиях ограниченной доступности
спутниковых навигационных измерений**

Шаповалов Н.А., Коломийчук С.А., Недорезов И.С.

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

МАИ, Москва

shapovalov.nik777@gmail.com

Представленный в докладе проект предназначен для исследования возможности построения и эффективности применения навигационно-гравиметрического комплекса для обеспечения автономной высокоточной навигации самолета с использованием алгоритма корреляционно-экстремальной навигации (АКЭН) по гравитационному полю в условиях ограниченной доступности спутниковых навигационных измерений.

Современный пилотажно-навигационный комплекс (ПНК) самолета содержит ряд измерительных подсистем, наиболее значимыми из которых являются бесплатформенная инерциальная навигационная система, спутниковая навигационная система (СНС), радиовысотомер, доплеровский измеритель скорости, угла сноса и дальности, астронавигационная система (АНС), система воздушных сигналов, данные которых часто объединяют в рамках единого алгоритма комплексной системы. При этом достигаемый ею итоговый уровень точности решения навигационной задачи обычно задается СНС, как наиболее точной из подсистем. Однако стабильность и надежность работы СНС часто бывают ограничены, например, в высоких широтах или при влиянии различных вредных воздействий, в особенности активных радиопомех. В тоже время, точность комплексной системы без данных СНС часто оказывается недостаточной для решения ряда специальных задач. Следовательно, возникает потребность в дополнительном поиске прецизионного источника информации, которым может стать АКЭН по гравитационному полю на основе данных доступных подсистем и карт (баз данных) гравитационных аномалий по протяженности маршрута полета.

В настоящее время авторским коллективом ведутся разработки программного обеспечения комплекса, который, предположительно, должен, используя измерительные подсистемы современного ПНК, обеспечить точность сравнимую с аэрогравиметрическими системами поколения 70–80-х годов. Также будет необходимо разработать АКЭН на базе дополнительного вычислительного модуля. В итоге навигационный алгоритм комплексной системы на каждом шаге его работы будет формировать начальные условия для АКЭН, а уточненные им координаты снова будут вливаться в алгоритм оптимального оценивания и коррекции комплексной системы. Таким образом, АКЭН, формируемый по классическим принципам, будет играть роль еще одной измерительной подсистемы комплекса, и ожидаемая погрешность составит сотни м – единицы км и доли м/с даже без использования данных СНС и фрагментарном использовании АНС.

Секция №3.2 Вычислительные системы, сети и информационные технологии

Программный комплекс восстановления случайной величины при известных моментах

Абдрахимов Р.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

Qwerty-Qwerty124@yandex.ru

Ортогональные многочлены применяются в методах расчета и проектирования систем управления, в теории антенн, в математической физике. Так же ортогональные многочлены находят применение и в восстановление случайной величины при известных моментах.

Изначально рассматривается некоторая случайная величина ξ , которая принимает значения из интервала (a,b) . Плотность распределения вероятностей случайной величины ξ , обозначается следующим образом $w(x,\xi)$. Нужно учесть то, что интеграл по интервалу (a, b) , почти везде положителен, и так же дополнительное условие, что значение интеграла равно 1. Случайная величина ξ имеет характеристики, называемые степенными моментами. Рассматриваемая задача ставится следующим образом: "Плотность распределения вероятностей $w(x,\xi)$ случайной величины ξ не известна, но известны несколько степенных моментов весовой функции $w(x,\xi)$, т.е. известны числа $m_0(\xi), \dots, m_p(\xi)$. Так же вводится понятие класс функций W , в которой находится неизвестная плотность $w(x,\xi)$. Т.е. у функции $w(x,\xi)$ известны ее числовые моменты и известны ее основные черты. Требуется определить приближенное значение $w(x,\xi)$ в произвольно заданной точке." Для решения данной задачи, определяется наиболее характерная система ортогональных многочленов $V_n(x)$, для класса W функций на интервале (a,b) , с весовой функцией $h(x)$ из этого класса. Решение системы ортогональных многочленов является целью работы, а именно разработать алгоритм решения данных многочленов, основываясь на численных методах, таких как градиентный спуск и сопряженные градиенты. Следующий этап — это ввод разложения для неизвестной плотности. Отсюда можно найти коэффициенты разложения, в силу ортонормированности многочленов $V_n(x)$ с весовой функцией $h(x)$ на интервале (a,b) . Поскольку функция $w(x,\xi)$ неизвестна, поэтому вводим разложение для ортонормированных многочленов. Отсюда можно определить коэффициенты разложения, следовательно, при известных моментах можно вычислить $p+1$ коэффициента ряда и рассматривать приближенное равенство: $w(x,\xi)=h(x)*\sum(c_n*B_n(X))$.

Для реализации алгоритмов выбран язык программирования C# в среде разработки Visual Studio 2017.

UEFI как замена устаревшему BIOS

Агеев Е.Л.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Шафеева О.П.

ОмГТУ, Омск

stiv-jek@yandex.ru

BIOS или basic input-output system переводится с английского как базовая система ввода-вывода. Все сталкивались с этим понятием, ведь так или иначе это первая система, которая запускается при включении компьютера. Этот термин существует с 1975 года и был введен Гэри Килдаллом. BIOS это совокупность микропрограмм, которые реализуют API, необходимое для работы с аппаратной платформой компьютера и подключенными к нему устройствами. Основной целью при создании BIOS была возможность устанавливать одну и

ту же операционную систему на разные компьютеры, а «базовая система ввода-вывода» предоставляла бы одинаковый интерфейс.

Примитивное API необходимо для аппаратно-независимого обращения операционной системы к устройствам компьютера. Изначально для этого использовались блоки памяти и порты ввода-вывода. Все семейство языков Ассемблера поддерживает команды BIOS, что упрощает создание загрузчиков операционных систем и другого системного программного обеспечения.

При первоначальном запуске компьютера BIOS начинает сканирование критически важного оборудования и проверку его на работоспособность. Если вдруг отсутствует, предположим, видеокарта, то BIOS фирмы Award подаст сигнал динамику внутри компьютера, и он издаст один длинный и два коротких звука. Также эта система необходима для загрузки операционной системы и настройки оборудования.

EFI или Extensible Firmware Interface — интерфейс расширяемой прошивки. Основное предназначение у него идентично его предшественнику — предоставить интерфейс между ОС и микропрограммами, инициализировать оборудование и запустить загрузчик операционной системы. Последняя версия имеет название Unified Extensible Firmware Interface или UEFI.

UEFI предназначен прийти на смену BIOS. Он был создан в 1990х годах для систем Intel-HP Itanium. Обе этих системы предоставляют графический интерфейс для работы с ними. Чтобы в него попасть необходимо при включении компьютера нажать определенную клавишу (чаще всего Delete или F2). Интерфейс UEFI имеет ряд преимуществ, таких как поддержка мышки в поздних версиях, приятные цвета, различные мониторы состояний и удобную навигацию и даже запуск встроенных программ, таких как браузер, в отличие от стандартного BIOS, который имеет монотонный синий фон и урезанную функциональность (к примеру, невозможно установить запрет на запуск нескольких операционных систем).

При использовании интерфейса расширяемой прошивки на загрузку уходит намного меньше времени благодаря параллельной инициализации устройств, в отличие от базовой системы ввода-вывода, которая инициализирует все устройства последовательно. Стоит отметить, что ОС может использовать драйвера, содержащиеся в UEFI, а не загружать свои собственные. Это отличие особенно заметно при использовании операционных систем Linux, когда при первоначальной загрузке можно наблюдать на экране компьютера драйвера, которые операционная система берет из UEFI. Такое наблюдение можно произвести при условии отсутствия графического загрузчика или при его отложенном запуске. Загрузчик EFI является отдельным приложением, которое может запускаться с любого энергонезависимого устройства хранения данных.

Не стоит забывать, что BIOS для загрузки использует основную загрузочную запись или MBR (Main Boot Record), которая не может адресовать пространства более 2 Терабайт. UEFI для этих целей использует GPT или Guid Partition Table — совершенно другой стандарт, который используется в качестве формата размещения разделов, расположенных на жестком диске. Он позволяет адресовать невообразимо огромные объемы — до 9 Зеттабайт это 9 умножить на 10 в 12 степени Гигабайт.

Сравнив две системы, которые предоставляют API для ОС и первичную инициализацию базовых устройств можно сделать вывод, что BIOS является устаревшей технологией на замену которой приходит UEFI. В большинстве современных компьютеров уже используется поддержка интерфейса расширяемой прошивки по умолчанию, а также в них добавляется Legasy режим, предназначенный для запуска устаревших операционных систем, поддерживающих только BIOS. В связи с увеличением объемов физических накопителей, появления потребности запускать операционную систему не только на жестких дисках и для ускорения запуска компьютера с большим количеством устройств необходимо использовать UEFI, который позволяет запускать загрузчик ОС в качестве отдельного приложения, предоставлять операционной системе некоторые драйвера и имеет самодостаточный интерфейс.

Информационная система автоматизации деятельности организации на платформе «1С:Предприятие»

Альшакова Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Альшакова Е.Л.

ЮЗГУ, Курск

katya.alshakova@mail.ru

Проектирование информационных систем, предназначенных для автоматизации деятельности различных коммерческих и бюджетных предприятий и организаций с использованием платформы «1С:Предприятие», является актуальным направлением деятельности программистов, а следовательно и образовательных организаций среднего профессионально и высшего образования [1].

Создание электронной информационной системы для компании, осуществляющей розничную торговую деятельность, на базе «1С:Предприятие» – инструмента автоматизации экономической деятельности организаций, реализуется в учебном процессе дисциплины «Информационные технологии» специальности «Программирование в компьютерных системах». Для внедрения в учебный процесс выбрана платформа «1С:Предприятие» благодаря тому, что выпускаемые «1С» прикладные решения позволяют автоматизировать типовые экономические задачи учета и управления в коммерческих и бюджетных организациях, программные продукты «1С» учитывают специфику деятельности различных предприятий. Кроме того, работа сотрудников предприятия организована по операциям и ведется в созданной закрытой корпоративной сети предприятия.

Студенту выбор данной платформы позволяет получить законченный программный продукт, востребованный на рынке: база данных позволит продавцу, работающему с системой, найти товары по запросу клиента, определить их стоимость, в том числе, с учетом скидки, информационная система позволит организовать решение бухгалтерских, кадровых, складских задач предприятия, а также учета материальных средств, реализации товаров и предоставления услуг, расчета заработной платы.

В рамках учебного процесса дисциплины «Информационные технологии» на платформе «1С:Предприятие», как системе программ – прикладных решений на основе данной платформы, разработана и внедрена информационная система, предназначенная для Российской компании, занимающейся проектированием и производством широкого ассортимента мебели для дома, офиса и гостиниц. Компания имеет розничную сеть по продаже мебели в городах России, которая включает в себя фирменные салоны и интернет-магазины.

Информационная система учитывает особенности деятельности компании, данное прикладное решение служит для автоматизации деятельности розничной сети компании, позволяет осуществлять все этапы продаж в полном соответствии со схемой продаж, принятой в компании, вести базу сотрудников компании, выполнять расчет заработной платы в реальном времени в условиях осуществления продаж, осуществлять необходимые запросы, создавать отчеты.

За счет применения прикладных решений «1С», предназначенных для автоматизации решения типовых задач, начисление заработной платы сотрудникам полностью автоматизировано. Доступно значение заработной платы сотрудника, представлены начисления, количество выходов на работу, ежедневная оплата выхода, премиальная составляющая, зависящая от нескольких факторов, таких, как коммерческая выручка, выполнение плана салоном, выполнение личного плана продаж, денежные бонусы, учитываются мотивирующие и демотивирующие факторы.

Информационная система обеспечивает оформление договоров с покупателями с помощью шаблонов форм, с созданием следующих документов: договора купли-продажи, договора на оказание услуг, доверенности на получение продукции третьим лицом, счета, гарантийного талона, условий по эксплуатации и правил ухода за мебелью. Все эти

документы печатают из программы «1С:Предприятие» при оформлении документа «Розничный договор».

Информационная система автоматизирует заполнение документов: номер и дата договора соответствуют номеру и дате электронного документа в базе, название регионального отделения и название магазина, должность, фамилия, имя, отчество продавца формируются автоматически по автору, создавшему документ в «1С:Предприятие». Фамилия, имя, отчество покупателя, наименование услуги в договоре на оказание услуг, наименование товара в гарантийном талоне заполняются из электронного документа «Розничный договор».

Представленное прикладное решение позволяет использовать преимущества современных информационных технологий в сфере розничных продаж.

Изучение принципов автоматизации деятельности коммерческой организации на платформе «1С:Предприятие», проектирование информационных систем с реализацией прикладных задач организации внедрено в образовательный процесс. Студенты имеют возможность создать собственные программные продукты, быть востребованными специалистами на рынке труда [2].

Литература

1. Юрий В.Н. Компьютерный инжиниринг в инженерном образовании: эволюция // Труды XXII Международной научно-технической конференции «Информационные средства и технологии». В 3-х томах. М.: Издательский дом МЭИ, – 2014. – Т. 2. – С. 102 – 108.

2. Альшакова Е.А. Автоматизация образовательного процесса дисциплины «Технология приготовления пищи» // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Пятнадцатой открытой Всеросс. конф. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет, – 2017. – С. 15 – 20.

Возможности современных САПР систем, на примере SolidWorks

Ачба М.Т.

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

МАИ, Москва

Dmorti@yandex.ru

Последние годы рынок САПР развивается эволюционно: с новой версией, функции и возможности программ всех классов изменяются, повышается производительность, а работа становится проще, увеличивается внимание к PDM-системам, которые помогают ускорить проектно-конструкторские работы и создать популярную концепцию PLM за счет введения технического документооборота и управления проектами, а в связи с распространением Интернета появляются средства для взаимодействия проектировщиков через Всемирную сеть и онлайн-выборы библиотеки типовых деталей.

SolidWorks — система автоматизации проектных работ (САПР) в трёх измерениях, работает под управлением Microsoft Windows. SolidWorks стала первой системой разработанная и написана специально под Microsoft Windows. Разработана компанией SolidWorks Corporation в качестве альтернативы двумерным САПР. При использовании данной программы разработчики Windows говорят, что если вы знаете эту систему, то вы можете смело работать с SW, так как данная программа является стандартным приложением Windows. В SW реализовано многооконный режим, настраиваемость интерфейса использование буфера обмена и поддержка OLE Automation. Одно из лучших качеств данной программы – это возможность работать конструктору, так как ему удобно, не подстраиваться под другой интерфейс и управление, так же система дает возможность редактирования элементов в любой момент создания детали. В программе доступен широкий выбор импорта файлов. SW работает с форматами : IGES, X_T, SAT, STL, DXF, DWG, VRML

Стала популярна благодаря простому интерфейсу пользователя, доступна каждому пользователю, вне зависимости в какой стране он находится, так как данный комплекс

выпускается на 15 языках. Система работает на основе ядра Parasolid. Основная задача программы — предоставить пользователю мощность трёхмерной САПР системы по цене системы двухмерного САПР.

Программный комплекс SolidWorks предназначен для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки изделий любой степени сложности и назначения.

Система управления инженерными данными SolidWorks Enterprise PDM (SWE-PDM) позволяет сформировать единое информационное пространство предприятия, обеспечивая параллельную разработку изделия и технологий изготовления, управление документацией, повторное использование наработок, автоматизацию бизнес-процессов, подготовку данных для системы управления ресурсами предприятия и многое другое.

SolidWorks распространяется в трех коммерческих и трех образовательных вариантах

- SolidWorks Standard
- SolidWorks Office Professional
- SolidWorks Office Premium

Выбирая SolidWorks, предприятие получает использование уникальных технологий трехмерного проектирования, которое позволяет создать и вывести на рынок инновационную продукцию в короткие сроки и повысить конкурентоспособность предприятия, а также увеличить капитализацию компании.

Пакет SolidWorks Office Professional включает в себя:

- создание AVI анимации модели в движении
- Проверку замечек, размерностей и других параметров чертежей
- возможность редактирования к импортированным элементам
- PDM система
- Создание фотореалистичных изображений построенных объектов
- Планировщик для объёмной печати, импорта/экспорта файлов
- Коллекция крепежа и соединений
- Поэлементное сравнение деталей
- Публикация файлов SolidWorks как HTML документ

SolidWorks Office Premium Представляет собой SolidWorks Office Professional с дополнительными инструментами:

- анализ методом конечных элементов
- Анализ движения
- утилита для конвертирования данных, полученных с 3D-сканера, в модель
- проектирование печатных плат

Базовое решение SolidWorks - это система гибридного параметрического моделирования, которая предназначена для проектирования деталей и сборок в трёхмерном пространстве с возможностью проведения различных видов экспресс-анализа, а также оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

SolidWorks – самый известный и широко используемый в мире пакетов 3D моделирования, в состав которого входит широкий набор интегрированных CAE/CAM/PDM модулей и более 500 специализированных приложений. В России популярность SolidWorks обусловлена не только его серьезным функционалом, но и поддержкой ЕСКД, а также полной русификацией пакета, выполненной еще в 1998 году компанией разработчиком.

Создание программной системы классификации текстов

Белов С.М.

Научный руководитель — Полицына Е.В.

МАИ, Москва

Horizontalbar13rus@yandex.ru

В условиях наличия больших объемов данных, а также их значительного прироста возникает потребность в более глубокой обработке и анализе накапливаемой и создаваемой

информации. В связи с этим, задача автоматической классификации текстов, то есть отнесения документа к одной или нескольким категориям на основе его содержания является актуальной.

Перечень областей в которых применяется классификация текстов на сегодняшний день довольно большой: это и системы документооборота, и системы автоматического перевода текстов, и приложения для составления тематических каталогов, и средства фильтрация спама, и многие другие [1]. Поэтому создание инструментов классификации текстов является важной задачей в области компьютерной лингвистики.

Первоначально, задача классификации решалась вручную. Квалифицированный специалист на основании своего опыта относил прочитанный материал к той или иной категории. Такой подход был достаточно трудоемким и долгим. Еще в начале 80-х появился подход, который позволял специалисту, хорошо знакомому с предметной областью, написать ряд правил, по которым текст автоматически относился бы к конкретной категории [2]. Это, безусловно делало процесс быстрее, так как подразумевает его автоматизацию, но не было лишено недостатков. Создание правил, как и поддержание их в актуальном состоянии – также непростая задача.

На сегодняшний день существует возможность решить задачу классификации текстов с помощью информационно-аналитических систем на основе как классических методов машинного обучения, так и с использованием нейронных сетей с применением методов анализа естественно-языковых текстов: классификации и кластеризации информации [3].

Важной особенностью системы, в основе которой лежит машинное обучение, является ее способность «обучаться» как на заранее подготовленной выборке, так и в процессе работы. Это позволяет достичь более точных результатов при меньших затратах и больше соответствует расширению кругозора человека в процессе жизни и улучшению его способности в данном случае определять, к какой области относится текст.

Для английского и некоторых европейских языков существуют программные средства для классифицирования текстов. Для реализации системы классифицирования текстов на русском языке существует ряд библиотек на различных языках программирования: DeepLearning4J на языке Java, Scikit-Learn на языке Python и др.

Но помимо реализации, большей трудностью при создании системы классификации текстов создает отсутствие размеченного по темам корпуса русских текстов, которые для подобных систем требуются в значительных объемах. Для этого из открытых источников были выкачаны уже каталогизированные рефераты общим объемом 18 Гб. Также, была произведена их фильтрация по языку, на котором они написаны, с помощью библиотеки langdetect на языке Python. Это позволило отсеять небольшой процент рефератов, написанных на иностранном языке, что сделало выборку чище.

Однако, для того, чтобы подготовить полноценный корпус текстов, с возможностью его многократного использования для различных задач, было принято решение использовать стандартизированную разметку xml, позволяющую указать, к какой категории относится документ, его автора, стиль и прочие возможные атрибуты, при условии их наличия.

Для обработки текстов был использован алгоритм Doc2Vec который разработали КуокЛе и Томас Миколов. Doc2Vec является доработкой алгоритма Word2Vec от Google и позволяет отобразить каждое слово в его векторное представление, учитывая окружающий контекст и порядок слов [4].

Уже одного этого алгоритма, с многочисленными упрощениями и малой обучающей выборкой достаточно, для того, чтобы с хорошей точностью классифицировать тексты. В текущей реализации используется только алгоритм Doc2Vec, с помощью которого можно получить векторное представление категории и любого документа и на основании косинуса угла между ними принять решение об их близости.

В дальнейшем планируется значительно улучшить предобработку текста и использовать нейронную сеть для принятия решения, что позволит значительно повысить точность классификации.

Создание автоматизированной системы классификации текстов русского языка позволит существенно упростить работу со значительными объемами доступных ресурсов.

Список литературы:

1. Епрев А.С. Автоматическая классификация текстовых документов / А. С. Епрев // Математические структуры моделирования 2010, вып.21, С.65-81.
2. Creecy R. M., Trading MIPS and memory for knowledge engineering: classifying census returns on the Connection Machine. / R. M. Creecy, B. M. Masand, S. J. Smith, D. L. Waltz // Magazine Communications of the ACM 1992. – Vol. 35 – N. 8 – P. 48–63.
3. Sebastiani F. Machine Learning in Automated Text Categorization/ F. Sebastiani // ACM Computing Surveys, Vol. 34, No. 1, March 2002, P. 1–47.
4. Mikolov T. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space / T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, J. Dean // arXiv:1301.3781v3 [cs.CL] 7 Sep 2013

Методы и алгоритмы реализации децентрализованных распределенных баз данных для хранения и обработки непрерывных цепочек транзакций

Бизюкин Г.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Головин С.А.

МИРЭА, МГУПИ, МИТХТ, Москва

uashir@mail.ru

Всемирная паутина является децентрализованной и распределенной, тем не менее, для надежного обмена транзакциями между сервисами в сети Интернет используется централизованная архитектура. В качестве центрального узла выступает датацентр компании посредника или владельца сервиса. Такой подход имеет два ключевых недостатка. Во-первых, все данные сосредоточены в одном месте и могут как попасть к злоумышленникам, так и быть использованы владельцами серверов против интересов пользователей. Во-вторых, отключение датацентра дестабилизирует работу сервиса во всей сети Интернет.

Для решения указанных проблем предложен подход с использованием непрерывной цепочки блоков транзакций — блокчейн (от англ. blockchain). Технология представляет распределенную децентрализованную базу данных, организованную по определенным правилам.

В настоящий момент, блокчейн широко используется для реализации криптографических валют, но область его применимости гораздо шире. В работах последних лет показана перспективность технологии в логистике, юриспруденции, медицине и других областях. Однако существующие реализации, методы и протоколы имеют ряд функциональных ограничений, которые не позволяют в полном объеме раскрыть все преимущества указанной технологии. Среди ограничений можно выделить: число транзакций в секунду, задержки при подтверждении, ограничение на размер и длину цепочки, отсутствие удобного прикладного интерфейса, высокие требования к вычислительным ресурсам.

Таким образом, требуется исследование и разработка новых методов и алгоритмов для реализации технологии блокчейн.

В данной работе проводится исследование и разработка новых методов и алгоритмов реализации децентрализованных распределенных баз данных для хранения и обработки непрерывных цепочек транзакций.

Полученные результаты представлены в виде сравнительных таблиц, графиков, диаграмм.

Автоматизированная система оперативной диагностики состояния пациента (метод измерения критической частоты слияния мерцаний)

Бирюкова К.С.
МАИ, Москва
k.s.biryukova@mail.ru

Целью работы является создание простого, надёжного и удобного в использовании диагностического прибора, основанного на методе измерения критической частоты слияния мерцаний (КЧСМ), а так же программного обеспечения рабочего места.

Измерение КЧСМ может быть использовано для быстрой и точной диагностики отклонения состояния человека от индивидуальной нормы. Результат сигнализирует об изменении состояния здоровья или о влиянии терапевтических процедур. Например, для принятия решения о допуске пилота к управлению воздушным судном.

Имеющиеся в настоящий момент измерители КЧСМ выполняются в виде автономных устройств, которые включают в себя генераторы импульсов, измерители частоты, источники питания, индикаторы результата измерений. Такие измерители сравнительно громоздки, не достаточно мобильны и позволяют выполнять только единичные измерения.

Суть метода диагностики по критической частоте световых мерцаний заключается в применении специального прибора-стробоскопа с регулируемой частотой. Нервная система человека вполне определённо реагирует на световые мерцания различных частот. Обычно мерцания с частотами 30-60Гц перестают восприниматься стробоскопически, человек видит непрерывное свечение источника света. У каждого человека критическая частота мерцаний, при которой источник света кажется постоянным, индивидуальная, находится в основном в пределах 30-60Гц. Эта частота очень устойчивая, если в организме человека всё в порядке. Однако при физиологическом нарушении происходит скачок КЧСМ в сторону увеличения или уменьшения. Именно на этом явлении основана диагностика правильности медицинских процедур. «Обмануть» КЧСМ практически невозможно. Это следует из особенностей строения человеческого мозга. Зрение – это основной сенсорный вход человека, через который поступает более 70% информации. Зрительный нерв соединяет сетчатку глаза с мозгом самым коротким путём по сравнению с другими нервами.

Пациент надевает очки, в которые встроены светодиоды. При нажатии кнопки частота мерцаний светодиодов начинает возрастать от 30Гц. Как только пациент перестаёт воспринимать мерцания светодиодов, он нажимает кнопку на приборе, увеличение частоты мерцаний прекращается, результат передаётся в программу. Измерение повторяется, результаты осредняются, врач принимает решение о достоверности измерения КЧСМ.

Построенный и испытанный прототип устройства подвергся доработке. Для соединения прибора с компьютером использован интерфейс USB. Что позволило так же использовать шину питания и отказаться от внешнего источника питания.

Запланированными направлениями исследований являются проектирование системы антифокусировки зрачка и системы экранизации бокового зрения.

Для автоматизации вычисления ошибки измерений КЧСМ была написана компьютерная программа. Проводилась серия измерений из 10 раз. Однако в последнем техническом задании врачи уменьшили количество измерений КЧСМ до 5 за один сеанс. Программа вычисляет среднее значение КЧСМ, абсолютную ошибку и относительную ошибку. При отклонении средней относительной ошибки менее чем на две сотые критическая частота признаётся нормальной для данного пациента. При отклонении средней относительной ошибки более чем на две сотые фиксируется отклонение от нормы. Приемлемое количество измерений в серии от пяти до десяти. Увеличение количества измерений не влияет на точность, но увеличивает время процедуры.

Разработан и реализован в виде системы алгоритм обработки и хранения полученных данных на сервере с учетом первичных и контрольных измерений критической частоты слияния мерцаний.

Для приближения прототипа измерителя к рабочей модели было спроектировано и разработано программное обеспечение рабочего места в составе модуля обработки результатов измерений, модуля визуализации информации, базы данных и модуля администрирования системы. В системе предусмотрены возможности получения, обработки и хранения измерений в связке с данными о пациентах, посещениях, врачах, назначениях, процедурах. Предусмотрены возможности анализа истории измерений и визуализации в текстовом и графическом виде, экспорта данных в различных форматах и вывода на печать.

Литература

1. Бизяев П.Д., Бобров И.А. Определение критической частоты слияния мельканий, как эффективный способ прогнозирования отдалённых последствий лечебного воздействия // Научно-практический журнал «Рефлексотерапия», №1(25), 2009. Общероссийский общественный фонд «Социальное развитие России».
2. Психологический словарь. Словарь терминов и определений по психологии. Психология человека, личности. / Электронный ресурс <http://psycholog-dictionary.info> – Дата обращения 14.07.2012.
3. Голубцов К.В., Зуева М.В., Цапенко И.В., Яковлев А.А. Исследование функционального состояния зрительной системы методом КЧСМ // Современные аспекты нейроофтальмологии. М.: НИИ им. Бурденко, 1997.

Программный комплекс для моделирования и оптимального управления в задачах Гурса-Дарбу

Борозный А.А., Нода И.Д., Редько М.Ю.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

aleksander.borozny@yandex.ru

Задачи оптимального управления гиперболическими процессами, составляют один из обширных классов экстремальных задач и имеют важные прикладные значения. При исследовании процессов поглощения твёрдым телом, либо жидкостью различных веществ из окружающей среды, или при исследовании процессов удаления жидкости из твёрдых, жидких веществ, или их смесей с помощью испарения возникает задача оптимального управления распределенными системами, более известная как уравнение Гурса-Дарбу. Построение оптимальных режимов не является простой задачей и вообще говоря универсальных подходов к ее решению нет. Нашей задачей являлось создание моделирующего приложения, в котором реализован, численный метод построения оптимального управления в задаче Гурса-Дарбу.

В программе реализован численный метод решения разностной задачи, возникшей в результате перехода от непрерывной дифференциальной задаче к дискретной, дискретизация выполнена со 2 порядком аппроксимации. Численный алгоритм решения экстремальной задачи основан на итерационном процессе, предложенном в [1], и представляет собой метод последовательных приближений, который, как показали численные эксперименты, достаточно быстро сходится.

В качестве языка реализации был выбран “C# .net framework 4.7”. Для реализации оконного интерфейса выбрана технология WPF. Разработанное приложение позволяет находить и визуализировать оптимальные управления почти для произвольных начальных данных, которые можно редактировать в интерактивном режиме.

В дальнейшем планируется расширить функционал данного приложения и усовершенствовать его, так как имеется множество практических задач, решение которых может быть найдено с помощью разработанной программы

[1]-Ф.П. Васильев "Методы оптимизации", Москва Факториал Пресс 2002

Разработка гибридной системы защиты информации

Бочков П.А.

Научный руководитель — Столяров И.В.

ГБПОУ СПТ им. Б.Г.Музрукова, Саров

bochkov_pavel@list.ru

В данной работе впервые предложен метод квантово-«золотой» криптографии, который можно отнести к классу гибридных криптосистем по использованию различных технологий для передачи зашифрованной информации и ключей.

«Золотая» криптография Стахова основана на применении специального класса матриц, называемых матрицами Фибоначчи, элементами которых являются гиперболические функции Фибоначчи.

Модифицированный метод «золотой» криптографии основан на введении дополнительных целочисленных переменных, описывающих кратность применимости матричных преобразований, из которых и формируется итоговый «секретный ключ», который и будет передан по квантовому каналу. Исходная информация разбивается на квадратные матрицы S порядка 2×2 с последующем преобразованием в зашифрованное сообщение с использованием «золотых» матриц Фибоначчи двух непрерывных переменных. Обратное преобразование с помощью инверсных матриц, позволяет провести дешифровку сообщения. Таким образом, для шифрования сообщения из $n = 4 * t$ (n, t – целые) значений необходим ключ из t переменных λ и t переменных x , которые размещаем в итоговой матрице вместе с зашифрованной матрицей C для отправки по открытому каналу, при этом t целочисленных ключей z передаются по квантовому каналу.

Основными преимуществами данного метода являются:

- 1) простота алгоритма шифрации-дешифрации, основанного на матричном умножении, что обеспечивает высокую скорость работы и задает возможность использования метода для криптографической защиты сигналов в реальном масштабе времени;
- 2) частая смена ключей λ и x , выбираемых по случайному закону, а также их расположения в шифрованной матрице, обеспечивают достаточно высокий уровень криптографической защиты;
- 3) передача ключей z по квантовому каналу обеспечит абсолютную криптостойкость метода.

Была разработана программа `Kvant_Gold_Crypt` на языке объектно-ориентированного программирования, которая осуществляет шифрование и дешифровку «дискретных сигналов», представляющих собой значения некоторой непрерывной функции. При разработке данной программы была оценена абсолютная и относительная точность метода по основным существующим протоколам распределения ключей: BB84, B92, 4+2, с шестью состояниями, Гольденберга-Вайдмана, Коаши-Имото и E91 (EPR).

Данный метод квантово - «золотой» криптографии и программа `Kvant_Gold_Crypt` могут послужить основой для создания на их основе достаточно простых с точки зрения реализации, и в тоже время быстрых и сверхнадежных криптографических систем.

Разработка бортового сервера данных на базе интегральной модульной авионики для самолёта МС-21-200

Брусникин П.М., Дудкин С.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

paw.brusnikin@yandex.ru

Современные комплексы бортового оборудования (КБО) включают в себя системы, требующие хранения и обработки больших объемов информации на борту самолёта. При этом необходимо обеспечивать доступ к информации в реальном времени.

В частности, к числу таких систем относятся система самолётовождения (ССВ) и система бортового технического обслуживания (БСТО), базы данных которых могут занимать до 100 Гб каждая. На существующих образцах отечественной авиационной техники, КБО которых выполнены по федеративной архитектуре (один вычислитель – одна функция), данные системы реализованы на отдельных вычислителях, на которых хранятся и обрабатываются данные. Перспективная архитектура построения КБО, основанная на концепции интегральной модульной авионики (ИМА), реализует несколько систем как функциональные приложения на базе единого мощного интегрального вычислителя (ИВ), что позволяет сократить сроки и затраты на её разработку, уменьшить вес и объём авионики.

ИВ не может хранить объёмные базы данных, к тому же он не может поддерживать ПО, уровень гарантии проектирования которого ниже, чем «А» в соответствии с DO-178C. Однако, КБО должен выполнять «небезопасные» функции, например, связь с наземными службами по Wi-Fi или USB.

Работа посвящена разработке бортового сервера данных (БСД) с применением концепции ИМА для гражданской авиационной техники.

БСД представляет собой вычислительную платформу сервера данных на базе двукратно резервированного вычислительного ресурса с открытой архитектурой, обеспечивающую выполнение нескольких независимых функциональных приложений и взаимодействие с бортовым оборудованием по интерфейсам AFDX, USB, Ethernet, RS-232.

Основные функции, выполняемые БСД, – это хранение баз данных (БД) самолётных систем (например, БСТО и ССВ), поддержка систем управления базами данных (СУБД) для этих БД и предоставление доступа к ним по запросам функциональных приложений в составе КБО. Помимо этого, БСД способен поддерживать любые другие СУБД и функциональные приложения, уровень гарантии проектирования которых не ниже «С» по DO-178C.

В рамках данной работы разработаны структурная схема, архитектура, требования системного уровня и конструктивное исполнение БСД. Разработанное решение внедрено в работу ООО «ОАК-Центр комплексирования» в рамках проекта по разработке Бортовой системы технического обслуживания среднемагистрального пассажирского самолёта МС-21-200.

Система криптографической защиты информации, передаваемой в телекоммуникационных сетях

Быков М.Ю., Сорока А.В.

Научный руководитель — доцент, к.п.н. Баронин А.В.

ВУНЦ ВВС «ВВА», Воронеж

mikhailbykovv@gmail.com

С непрерывным развитием информационных технологий возникают новые информационные потоки и угрозы для их функционирования. Для устранения угроз возникают новые методы безопасности, позволяющие обеспечить целостность информации и минимизировать разрушения, которые могут возникнуть в случае, если информация будет

модифицирована или уничтожена. Потому информационная безопасность передаваемых данных беспокоит всех, начиная от маленьких компании и заканчивая крупными государственными ведомствами. Неудивительно, ведь общий урон от киберпреступности превышает два триллиона долларов. Поэтому требуется всесторонняя оценка всех слабых мест системы. Для кражи информации хакеры используют открытые канал связи и вирусы-шпионы. Слежка может осуществляться через уязвимости в рабочей среде, либо использование «дыр». Получив доступ к компьютерной системе компании, злоумышленник может управлять полученной информацией: читать, копировать, редактировать и удалять. Устройства становятся более мобильными и менее безопасными. Хорошим примером может послужить «дыра» в системе протоколов SS7, используемая телефонными компаниями для передачи служебных команд. Благодаря этой уязвимости после несложных манипуляций можно перехватывать и прослушивать звонки, читать и изменять SMS и даже следить за местоположением абонента. Жертвой атаки может стать практически любой пользователь. Поэтому компании будут активно создавать системы безопасности для своих сотрудников. Ведь атаку проще предотвратить, чем исправлять ее последствия.

Аналитический центр InfoWatch проанализировал данные из архива личной переписки кандидата в президенты США на выборах 2016 Хиллари Клинтон, опубликованного в открытых источниках в сети Интернет. В результате анализа выявлено более 7,5 тысяч писем, содержащих информацию о персональных данных и более 900 сообщений, содержащих финансовую информацию.[1]

Представленная нами система криптографической защиты информации, передаваемой в телекоммуникационных сетях, позволяет решать такие задачи, как отправка зашифрованных сообщений и файлов (версия для ОС Windows) и дешифровка полученных сообщений в сети Internet. Система реализована для двух платформ: для смартфонов под управлением операционной системы Android и для персональных компьютеров под управлением ОС Windows. Существенным преимуществом перед другими программами является отсутствие дополнительного сервера обработки, хранения и шифрования передаваемой информации.

Далее мы рассмотрим принцип работы системы на ОС Windows. Пользователь «А» собирается переслать пользователю «Б» конфиденциальную информацию. Для этого он вводит сообщение в открытом виде в специальное поле и шифрует с помощью собственного ключа. После этого отсылает сообщение, которое по каналу связи передаётся в зашифрованном виде и приходит на сервер отправки (почтовый сервер). Оттуда сообщение отсылается в зашифрованном виде к Пользователю «Б», который расшифровывает его с помощью ключа. Таким образом, через канал связи между пользователями сообщение содержится лишь в зашифрованном виде, что делает перехват информации и чтение данных на сервере бессмысленным. Данный способ называется симметричным методом шифрования. Для работы с файлами присутствует отдельный блок, позволяющий шифровать и дешифровать файлы. Результатом работы программы является расшифрованный или зашифрованный файл, при этом исходный файл остаётся неизменным. Тем самым система позволяет передавать как текстовые, так и графические файлы в зашифрованном виде, не нарушая целостность исходного файла. Так же система работает на операционной системе Android. Приложение позволяет отправлять, получать и хранить зашифрованные сообщения. Для отправки сообщения необходимо ввести номер телефона получателя, ключ (текстовый, цифровой) по которому будет зашифровываться сообщение и текст SMS. Система контролирует процесс отправки и уведомляет пользователя о статусе отправки и доставки.

В заключении можно сказать, что поставленная задача по защите информации передаваемой по открытым каналам решается её шифрованием. Это обеспечивает сохранность и целостность передаваемых сообщений. Даже сведения, попавшие в руки злоумышленника, будут находиться в зашифрованном (закрытом) виде. Криптосистемы совершенствуются и шифры становятся все более сложными, что усложняет работу хакерам и заставляет по-новому смотреть на вопросы безопасности.

Разработка системы поддержки и автоматизации учебного процесса

Вертопрахова С.Г.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

Svetik_125521@mail.ru

Развитие информационных технологий отразилось на всех сферах человеческой жизни, особенно на процессе обучения, изменяя способы преподавания, появляются новые методы передачи знаний: дистанционное обучение, получения информации, в процессе которого используются сторонние электронные ресурсы - системы управления обучением, или электронная почта, а взамен бумажных носителей приходят электронные версии таковых, и технологии, используемые в учебном процессе, компьютеры, планшеты и современные смартфоны.

Несмотря на наличие различных систем управления обучением, разработанные системы на сегодняшний момент обладают малым функционалом, не используются в полной мере из-за неудобного и непродуманного интерфейса. Большая часть важной функциональности часто убрана далеко вглубь этих систем и не используется из-за неудобства или чрезмерной загруженности.

В процессе обучения преподаватель, выполняя свою работу, сталкивается с несколькими основными задачами, помимо обучения студентов новым навыкам и передачи знаний, он выставляет оценки, выдает дополнительный материал для самостоятельного выполнения, следит за посещаемостью, отвечает на возникающие вопросы. Система поддержки учебного процесса облегчает ведение учебного процесса: нет необходимости носить с собой списки студентов, куда заносится посещаемость, печатать несколько десятков страниц, чтобы передать их студентам, сейчас для этого можно использовать компьютер или смартфон.

Для студентов системы поддержки учебного процесса - возможность получать актуальную информацию в одном месте. Нет необходимости подходить к каждому преподавателю, чтобы уточнить собственное посещение или актуальную сдачу работ, а дополнительный материал доступен в любое время, не надо просить преподавателей или других студентов переслать его, он не потеряется среди остальных бумаг.

Система поддержки учебного процесса, объединяя основные учебные процессы, должна оставаться актуальной, в нее должны вноситься изменения, как в расписание: в случае каких-либо изменений, так и в посещаемость, чтобы пользователь, студент или преподаватель, мог получать своевременную информацию.

Разрабатываемая система поддержки учебного процесса состоит из основных блоков: "Календарь", "Расписание занятий", "Заметки", "Справочные материалы", "Электронный журнал", "Сообщения", "Поиск", "Телефонный справочник". Основным блоком являются "Заметки", одной из частей которых является "Расписание занятий", таким образом в блоке "Календарь" отображаются все созданные заметки с пометкой того раздела, где они создавались. Как следствие, система становится более динамичной, опираясь на изменения планов и заметок, пользователь может наиболее полно распланировать свой день, а система становится не просто инструментом регулирования, но и активным участником жизни пользователя.

Цветовые элементы позволяют упростить процесс взаимодействия с системой, а табличная форма представления информации (например, в разделах "Расписание занятий" и "Электронный журнал") сгруппировать и вывести информацию в удобном для пользователя виде.

Модули "Телефонный справочник" и "Сообщения" позволяют связаться с любым пользователем, чьи данные есть в телефонной книге и который каким-то образом связан с тобой.

При наличии большого выбора программных продуктов со схожей функциональностью, пользователь отдаст предпочтение наиболее удобному, понятному и максимально простому в использовании, разработанная система поддержки учебного процесса являясь таковой

позволяет обеспечивать учебно-методическую работу в электронном виде и решить основные задачи по взаимодействию преподавателей и студентов такие, как контроль успеваемости обучающихся, ведение электронных журналов или дневников, ведение учебного расписания и обмен информацией и материалами между участниками учебного процесса, а также каждому планировать свое время с учетом дел, связанных с учебным процессом, и своих личных.

Литература

Баусова, З. И. Анализ технологий и систем управления электронным обучением и электронными образовательными ресурсами/ З. И. Баусова, И. Б. Денисова, О. В. Прокофьев. // Международная научно-практическая конференция "Молодежь. Наука. Инновации" - VI конференция - ноябрь 2012.

Попова Ю.Б. Классификация автоматизированных систем управления обучением. // Системный анализ и прикладная информатика - 2016 - N.3, стр. 51-58.

Моделирование автоматизированной прокладки маршрута полета группы беспилотных летательных аппаратов при выполнении поставленных задач с учетом воздушной обстановки и возможного противодействия

Воронина А.В., Егорова А.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Максимов Н.А.

МАИ, Москва

Egorova.anna.nic@gmail.com

Групповое применение различных видов беспилотных летательных аппаратов (БЛА) является перспективным направлением в использовании беспилотной авиационной техники при решении большого спектра военных и гражданских задач. Для формирования программных управлений группой БЛА необходимо предварительно сформировать их траектории, учитывающие индивидуальные или совместные полетные задания группы.

Исходя из цели миссии, необходимо рассчитать профиль полета, поворотные пункты маршрута, учитывать расход топлива (либо электроэнергии), физико-географические и погодные условия, противодействие противника, радиовидимость, условия съемки. Решение задачи подразумевает возможность наиболее рационального использования не только каждого отдельного БЛА, но и всей группы в целом.

При разработке автоматизированной прокладки маршрута требуется выбрать методы, которые позволят построить универсальный алгоритм прокладки оптимального маршрута полета группы, а так же перестраивать маршруты каждого БЛА при изменении численности группы.

Система прокладки маршрутов должна решать ряд задач:

- Разделение территории на участки, распределенные для облета каждому БЛА

Расчет потребного количества БЛА, учет запаса топлива, радиовидимости и различных типов БЛА.

- Построение первого приближения траекторий движения

Построение плоских графов, аппроксимирующих передвижение БЛА между целями, решение задачи построения оптимального пути для каждого графа.

- Уточнение траекторий

Учет рельефа и известных точек размещения ПВО, учет скорости поворотов БЛА в движении, расчет точек набора высоты и снижения.

- Синхронизация БЛА в группе

- Пересчет траекторий при изменении численности группы

- Моделирование полета, расчет рисков и необходимого времени

Был разработан алгоритм распределения БЛА по зонам действия, планирования полета каждого БЛА, уточнение траекторий и расчета точек набора высоты и снижения без учета

воздействия погодных условий. Разработанные алгоритмы реализованы на языке программирования C++ с использованием фреймворка Qt для визуализации.

Решение проблем надёжности электронных образовательных ресурсов

Гаврилов М.М., Томаева А.У.

Научный руководитель — профессор, Марченко А.Л.

МАИ, Москва

mikle5479@gmail.com

В процессе эксплуатации любого электронного ресурса, в частности – образовательного, важным фактором является его стабильность его работы. Учитывая, что число таких ресурсов растёт, сбои в их работе наносят всё больший ущерб образовательному процессу. К примеру, при выходе из строя лабораторного оборудования может быть сорвана одна или несколько лабораторных работ. А некорректная работа электронного расписания может обернуться срывом занятий у целого института.

Поэтому уже на этапе разработки образовательных ресурсов необходимо закладывать меры по повышению его надёжности. Среди них могут быть такие меры, как резервирование оборудования, обеспечение контроля целостности и корректности данных и другие. Однако, это применимо только для новых ресурсов.

Однако, существует множество качественных образовательных ресурсов, уже широко применяющихся в образовательном процессе, но обладающих крайне низкой надёжностью введу ошибок при проектировании и разработке. Многие такие ошибки можно исправить в дальнейшем путём модернизации ПО, однако, во многих случаях это затруднительно ввиду отсутствия исходного кода данного ПО.

Существуют различные практики решения подобных проблем. Например, корректировка руководства оператора, с описанием специфического алгоритма действий в случае сбоя. Или полный отказ от использования данного ресурса и разработка более совершенного. Однако, данные подходы не всегда могут применяться.

В данном случае одним из вариантов является создание специализированной «программы-надстройки», которая будет следить за целостностью и корректностью работы основной программы, и при необходимости – корректировать её работу в автоматическом режиме, или сообщать об сбое оператору.

Примером успешного применения подобного метода является решение проблемы с систематическим выходом из строя электронного образовательного ресурса, предназначенного для выполнения лабораторных работ по предметам «Электротехника» и «Электроника». Был проведён анализ, который показал, что основной причиной выхода из строя данного ресурса является отсутствие защиты от заведомо некорректного действия студентов во время выполнения лабораторных работ. При этом, осуществить модернизацию ПО не предоставлялось возможным, так как исходного кода не сохранилось.

Решением данной проблемы стало написание специального ПО, которое запускается перед запуском основного ПО. Программа проверяет целостность файлов, после чего при необходимости восстанавливает их и запускает основную программу. При этом любое замеченное нарушение целостности фиксируется для последующего анализа.

Как показала практика внедрения, данное решение смогло сократить число случаев выхода из строя данного электронного образовательного ресурса на 85%, что положительно повлияло на образовательный процесс.

Разработка онтологической базы знаний на основе прецедентов принятия решений при диагностировании программного обеспечения

Гайткулов Р.Т.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Никулина Н.О.

УГАТУ, Уфа

tag270791@gmail.com

Использование автоматических систем управления летательными аппаратами вывело эксплуатацию лётной техники на новый уровень. Пока аппаратные средства предоставляют высокий уровень надёжности, программное обеспечение становится основным источником ошибок и неправильного функционирования систем. Чтобы найти и исправить ошибки в функционировании таких систем, необходимо качественно их тестировать. В условиях нехватки квалифицированного персонала, текучести кадров, сжатых сроков и отсутствия права на ошибку процесс тестирования становится очень трудозатратным и ответственным этапом разработки систем управления.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является использование систем поддержки принятия решения в процессе тестирования программного обеспечения.

Целью проводимых исследований является создание системы поддержки принятия решений (СППР) для участников технологических процессов в области управления проектами разработки программного обеспечения, в том числе, для систем автоматического управления летательными аппаратами (САУ ЛА).

Базу знаний для СППР целесообразно разрабатывать на основе онтологии, так как описываемые с помощью онтологической модели успешные прецеденты включают в себя, с одной стороны, успешное решение, а с другой стороны - описание контекста его применения. Данная система помимо основной функции также может выступать тренажером для новых сотрудников, что уменьшит затраты, в том числе, временные, на подготовку квалифицированного специалиста.

Для разработки базы знаний были проведены следующие работы:

1) проанализирована предметная область диагностирования ошибок программного обеспечения. В нотации BPMN были разработаны динамические модели взаимодействия участников процесса на 5 уровнях;

2) на основе динамических моделей построена матрица ответственности участников процесса тестирования, используемая для разработки технологических инструкций;

3) в ходе анализа наиболее часто используемых терминов и атрибутов идентификации ошибок были выделены классы объектов (около 20) и свойств объектов и данных (около 12). На основе данных классов и свойств была разработана OWL-онтология в Protégé;

4) разработанная онтология заполнена прецедентами, на основе которых выведены правила продукции, используемые при диагностировании программного обеспечения.

Практическая ценность использования разработанной базы знаний заключается в том, что с её помощью становится возможным:

1) ускорение принятия решений в типовых проблемных ситуациях;

2) обучение новых сотрудников и повышение квалификации уже имеющегося персонала;

3) проведение анализа текущего и прогнозирование будущего состояния процесса разработки и тестирования программного обеспечения;

4) снижение ошибок при управлении процессом благодаря принятию решений на основе достоверной и однозначной информации.

Разработанную онтологию можно объединить с другими онтологиями предметной области для получения более обширной базы знаний, с помощью которой будет возможно управление проектами разработки САУ ЛА и принятие организационных решений.

Алгоритм оценки поставщиков нефтепродуктов в условиях неопределенности

Гильмиярова Е.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.

УГАТУ, Уфа

gilmiyarova00@inbox.ru

Закупочная логистика - это управление материальными потоками в процессе обеспечения предприятия материальными ресурсами [1]. Выбор поставщика - это одна из главных задач закупочной логистики.

Актуальность разработки адекватного метода выбора поставщика связана с одновременным наличием двух пересекающихся направлений развития бизнеса.

Одной из распространенных в международной практике рыночных процедур, обращенных на то, чтобы поставщик и заказчик могли найти друг друга, является тендер.

В качестве базисных методов оценки возможностей поставщиков следует подчеркнуть следующие методы:

- оценка индивидуальных образцов снабжаемой продукции;
- оценка на базе опыта подобных поставок и опыта других заказчиков;
- метод А. Робертсона (оценка возможностей поставщика);
- изучение репутации поставщика;
- аудит СМК;
- систематический анализ информации, относящейся к процессам деятельности поставщика.

Английский специалист в области управления качеством, А. Робертсон, сформулировал метод оценки возможностей поставщика, который также подходит для оценки поставщика нефтепродуктов в условиях неопределенности. Настоящий метод подразумевает подсчет таких образующих данных о поставке, как качество, стоимостное выражение, своевременность и сервис, который предоставляет поставщик. Конечная оценка возможностей поставщика получается путем суммирования установленных критериев. Суммирование результатов позволяет получить комплексную оценку возможностей всех рассмотренных поставщиков нефтепродуктов.

Метод А. Робертсона весьма популярен, хотя важность показателей оценки, которые используются в нем, может быть различной, так как организации-потребители сами устанавливают требования. Однако заданный метод не рассматривает репутацию поставщика, так как считается, что перед размещением заказа было отмечено, что он в состоянии выполнить хотя бы наименьшие условия заказчика.

Литература

1. Шепелева А.Ю. Логистика. М.: изд-во «Аллель-2000», 2005. - 254 с.

Разработка приложения для распознавания личности на основе нейросетевого анализа спектральных характеристик голоса

Гладкова Ю.П.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

gladkovayuliya88@gmail.com

В последнее время большое значение уделяется системам голосовой идентификации личности (СГИЛ). Стимулом для развития СГИЛ является их востребованность в таких областях, как криминалистический учет и биометрический поиск, голосовая верификация водителя и пассажиров, разграничение прав доступа к информации с помощью голосовой биометрии и т. д. Современные СГИЛ обладают высоким уровнем надежности, что ставит их в один ряд с системами идентификации человека по изображению.

В связи с чем было принято решение о разработке приложения, позволяющего распознавать человека по звуковой записи его голоса. Само распознавание происходит в несколько этапов.

В самом начале необходимо отфильтровать оцифрованный аудиосигнал от фоновых шумов, для чего используется фильтр нижних частот, в частности RLC фильтр. После сигнал делится на кадры 25мс с перекрытием в 15мс, к каждому из которых применяется окно Хэмминга и быстрое преобразование Фурье, позволяющее получить спектр сигнала. Следующим этапом является вычисление мел-частотных кепстральных коэффициентов, которые основаны на восприятии звука органами слуха человека. Для каждого кадра вычисляются 20 коэффициентов, которые образуют собой акустический вектор. Набор акустических векторов может быть использован для представления характеристик голоса говорящего. Далее необходимо получить карту характерных признаков голоса, позволяющую представить эти признаки в компактной и удобной для распознавания форме, для чего используется самоорганизующаяся карты Кохонена, являющаяся нейронной сетью с обучением без учителя. Полученная карта сравнивается с уже имеющимися в системе, после чего принимается решение о том, чей голос был распознан. Если подобный голос не был найден, то он добавляется в систему.

В тестировании принимали участие 10 человек, от каждого из которых было получено по две аудиозаписи, длительность каждой аудиозаписи составила около 10 секунд. Все аудиозаписи были разделены на два набора таким образом, что голос каждого из 10 дикторов присутствовал в каждом из наборов. Первый набор записей использован в качестве обучающего, а второй – в качестве тестового. В результате тестирования были однозначно идентифицированы все дикторы.

Алгоритм распознавания реализован на языке программирования python с помощью библиотек numpy, scipy, somoclu, обеспечивающие такой функционал, как быстрое преобразования Фурье, дискретное косинусное преобразование и самоорганизующаяся карта Кохонена.

Список литературы:

1. Оппенгайм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. М.: Техномир, 2012. 1048 с.
2. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 655 с
3. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – М. : БиномПресс, 2006
4. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. — М.: Финансы и статистика, 2002. 244 с
5. Сергиенко, А. Б. Цифровая обработка сигналов / А. Б. Сергиенко. –СПб. : Питер, 2003.

Разработка программного обеспечения для распознавания аудио информации

Гладышев Д.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

dimoni414@ya.ru

Процесс создания современного приложения включает в себя следующие подзадачи: проектирование схемы баз данных, разработка серверных компонентов, создание интерактивного и современного пользовательского интерфейса. Решая каждую из них, мы получаем опыт использования различных технологий. Далее внимание будет сконцентрировано на создании клиент-сервер архитектуры приложения для распознавания аудио сигналов.

Так как через микрофон в приложение поступает уже дискретный сигнал, то работать мы будем именно с ним. После записи аудио фрагмента в массиве находится цифровое представление звукового сигнала во временной области. То есть, у нас есть сведения о том, как менялась амплитуда сигнала с течением времени. Основой практически всех сервисов по обработке и распознаванию аудио сигналов является анализ частотных характеристик сигналов.

Для получения частотных характеристик сигналов, развёрнутых во времени используется дискретное преобразование Фурье (ДПФ). ДПФ – это математический метод анализа Фурье для дискретных сигналов. С его помощью можно преобразовать конечный набор образцов сигнала, взятых с равными промежутками времени, в список коэффициентов конечной комбинации комплексных синусоид, упорядоченных по частоте. Для вычисления ДПФ используется численный алгоритм, который называется быстрое преобразование Фурье (БПФ). БПФ представлен целым набором алгоритмов. Среди них чаще всего используются варианты алгоритма Кули-Тьюки. В ходе вычислений используется рекурсивное разложение исходного ДПФ на мелкие части. Прямое вычисление ДПФ для некоторого набора данных n требует $O(n^2)$ операций, а использование алгоритма Кули-Тьюки позволяет решить ту же задачу за $O(n \log n)$ операций.

Так как после преобразования теряется временная составляющая, то используется скользящее окно, чтобы подвергать трансформации лишь ту часть сигнала, которая в это «окно» попадает.

Имея спектрограмму сигнала можно составить отпечаток песни. Для этого частоты разбиваются на определённые группы и в каждой группе выделяются наиболее сильные частоты для текущего временного участка.

Для поиска музыкальных композиций их сигнатуры используются как ключи в хэштеблице. Ключам соответствуют значения времени, когда набор частот, для которых найдена сигнатура, появился в произведении, и идентификатор самого произведения. Чтобы увеличить точность определения, если найдено несколько совпадений, то анализируется их временной промежуток относительно каждого. Чем больше временных совпадений – тем верооятнее то, что найдена необходимая композиция.

Конечным результатом является сообщение о неудаче или о нахождении композиции в базе данных.

Создание модуля статистического анализа работы судей в информационной системе спортивной организации

Голдобина С.Ю.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

midday2013@gmail.com

Информационные технологии являются неотъемлемой частью жизни людей, настоящее время автоматизация применяется в самых разных сферах. Спорт – одна из высоко конкурентных областей человеческой деятельности, решающая множество многогранных задач, которые варьируются в зависимости от вида спортивной деятельности. В связи с этим необходимо автоматизировать все возможные процессы: документооборота, статистического сбора, расчета и ранжирования результатов. Из-за специфики разных видов спорта и локальных решаемых задач не существует единого универсального средства.

Проведя анализ рынка информационных систем в области фигурного катания, было выявлено отсутствие специализированных средств, находящихся в открытом доступе, особенно для организаций регионального уровня. В связи с этим, в рамках работы была спроектирована и реализована система поддержки тренировочно-соревновательного процесса спортивной организации в области фигурного катания на коньках, позволяющая хранить информацию о спортсменах и их результатах, организации, сотрудниках и постановках, а также проводить соревнования по общей и специальной физической подготовке, зачёты и соревнования по одиночному катанию. Система внедрена и используется с 2017г.

Помимо накопления результатов спортсменов, анализа тенденций по различным показателям и группе показателей, что является необходимым при планировании

тренировочного процесса и корректировке плана подготовки, существует проблема подготовки специалистов в области судейства.

Объективность судейской оценки является отдельной самостоятельной проблемой, для ее решения постоянно вносятся изменения в систему судейства: увеличение количества судей и взятие средневзвешенного балла из их выставленных оценок, нормализация полученных баллов, расширение шкалы оценок, установление диапазона шага оценки и приведения к единой системе счисления, отбрасывание наибольшей и наименьшей оценки и т.д. Все это позволяет получить более объективное значение измеряемого результата, но для применения сложных правил судейства необходима подготовка квалифицированных специалистов.

Для совершенствования навыков судейства и повышения квалификации спортивных судей необходимо проведение анализа результатов судейства после каждого соревнования.

Согласно теории вероятностей, наиболее достоверным значением, в данном случае оценкой, в ряду измерений одинакового достоинства и веса является их среднее арифметическое значение. Определение отклонения выставленных судьями оценок от средней может являться показателем разницы в мнениях судей об исполнении каждого отдельного элемента, что дает возможность получить наглядные результаты и список элементов, оценка которых требует коллективного анализа всей судейской бригадой после завершения соревнований.

Другой величиной, характеризующей отклонение оценки отдельного судьи от большинства, является мода.

Реализация в системе расчета этих величин для всех элементов, исполняемых спортсменами, и визуализация результатов в виде графического отображения ситуаций, требующих анализа и автоматического формирования соответствующих отчетов позволит сразу после окончания соревнования быстро приступить к обсуждению работы судей, минимизируя время на подготовку данных для этого. Кроме того, накопление результатов анализа позволит, аналогично отслеживанию тенденции изменения показателей спортсменов, иметь информацию об изменении квалификации отдельного судьи. Все это даст возможность повышения объективности судейства, квалификации спортсменов и судей.

Инструментальные средства систем технологической подготовки производства для автоматизации планирования производственных процессов

Голубев Д.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Цырков А.В.

МАИ, Москва

dima.kasabian@gmail.com

В процессе информатизации предприятий всё большую роль играет глубина проникновения автоматизации в процессы производства, в том числе конструкторско-технологической подготовки. Уже длительное время в конструкторской подготовке производства используются системы САПР (CAD – computer-aided design/drafting) для автоматизации и данный класс систем насчитывает множество вариантов от разных разработчиков – отечественных и зарубежных. Для автоматизации технологической подготовки существуют системы класса САПР ТП (CAPP – Computer-Aided Process Planning), которые позволяют автоматизировать разработку технологий. Для планирования производственных процессов в системах архитектур MRP-II и MES используется информация о структуре, геометрии, физико-механических свойствах изделий, а также технологиях их производства, поэтому к данным такого рода нужно предъявлять определенные требования как по их составу, полноте, так и по форме передачи, учитывая значительную разнородность данных.

В исследовании в качестве комплекса инструментальных средств использовалась САПР ТП “ВЕРТИКАЛЬ” – одно из самых распространенных решений на отечественном рынке.

Первым вопросом, после анализа функциональности системы, при интеграции систем является выбор формата обмена информацией, который определяется исходя из требований к задачам, стоящим перед нами. Основным требованием к формату передачи являются открытость и стандартизованность, что позволит повторно использовать информацию в других системах, а при обработке пользоваться стандартными инструментами большинства языков программирования. Желательно, так же иметь минимум избыточной технической информации и позволять легко организовывать иерархическую структуру данных. Вышеописанным требованиям отлично удовлетворяет стандарт XML (eXtensible Markup Language), выгрузку в котором поддерживает выбранная САПР ТП.

Относительно набора данных, которые мы должны передавать в систему планирования и управления производством, стоит сказать, что их состав полностью регламентируется ГОСТ 3.1102, в котором можно найти перечень необходимых атрибутов и правил их заполнения.

Необходимо учесть два факта. С одной стороны, часть информации технологического процесса является справочной, такая как, например, информация о материалах, стандартных изделиях и типах операций, а значит передавать её в текстовой форме не имеет смысла, а будет вполне достаточно сопоставления справочников систем источников и приемников данных. В лучшей ситуации желательно использование единой системы нормативно-справочной информации (НСИ). С другой стороны, особенно в период ввода систем в эксплуатацию, желателен режим прямой передачи справочной информации без использования систем НСИ.

Основное что нужно определить при организации интерфейса это состав базовой информации – перечень обязательных полей и атрибутов, таких как, вид и порядок операций, используемых материалов и оборудования, прочих критически важных объектов. К менее важным элементам можно отнести техническую информацию, которую САПР ТП может поставлять в экспортируемый файл для внутрисистемного пользования с целью организации двустороннего обмена (если такой предполагается осуществлять).

“Xml” может использоваться как инструмент промежуточного анализа, и как инструмент последующей передачи в качестве объектов через методы API системы приемника, на основе использования язык запросов XPath, поскольку это открытый стандартизированный инструмент, позволяющий использовать его совместно с предложенным форматом XML для передачи данных.

Разработка транслятора языка XBRL на языке программирования Go

Городилов В.А., Бондаренко Р.Н., Сылко С.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

vladislavgorodilov@gmail.com

Стандарт XBRL разработан международной организацией XBRL International, Inc. для обмена бизнес-информацией между бизнес-системами. В настоящее время XBRL используется во многих странах регуляторами фондовых бирж и рынка ценных бумаг, банковскими регуляторами, регистраторами, налоговыми органами и национальными статистическими агентствами. Наиболее широкое распространение стандарты получили в США, где с 2008 года публичными компаниями публикуется отчетность в формате XBRL.

Основной целью внедрения XBRL было обеспечить возможность обработки финансовых отчетов компьютерной программой, чтобы облегчить процесс анализа этой отчетности для инвесторов.

Также одной из целей XBRL являлось снижение количества ошибок в отчетах. XBRL позволяет разрабатывать правила соответствия показателей отчетности между собой и автоматически выдавать предупреждение в случае нарушения правила.

XBRL может использоваться для подготовки любой внешней и внутренней отчетности компании, включая представляемую в регулирующие фондовые или налоговые органы. Этот

язык программирования может значительно облегчить финансовый анализ любого вида, например оценку адекватности капитала или кредитных рисков компании. Он является удобным средством/инструментом для хранения, обработки и выборочного извлечения любой статистической и финансовой информации.

С помощью языков программирования Golang и JavaScript разрабатывается продукт, в функционал которого будет входить комплекс программ, предназначенный для просмотра и редактирования отчетностей на языке XBRL.

Разработанное ПО позволяет пользователям не вникать в правила построения отчетности на языке XBRL, а использовать понятный интерфейс для просмотра XBRL-документов в удобном виде на сайте в браузере. Так же можно изменять статьи отчета и сохранять в файл.

В дальнейшем планируется расширение функционала данного программного обеспечения, а именно – сохранения всех отчетов в облачном хранилище и легкий доступ к ним для просмотра.

Задача оптимизации работы с трафиком в сетях

Горячев А.М., Косолапов А.В., Нанасян К.Л.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

amg007@inbox.ru

В сетях провайдеров часто возникает необходимость управления входящим трафиком. Разные аплинки имеют разную стоимость аренды за гигабит трафика, следовательно, если один из аплинков упадет, то объем трафика на другом возрастет. При этом если на линк для трафика с большим приоритетом пойдет трафик с дешевого аплинка - это увеличит затраты провайдера.

Протокол BGP предоставляет для этого несколько решений, самым популярным из которых несомненно является AS path prepend – механизм искусственного увеличений длины пути до автономной системы. Увеличивая длину на одном аплинке, мы уменьшаем вероятность того, что другие автономные системы выберут его как основной маршрут.

Однако результаты данного метода являются непредсказуемыми из-за количества промежуточных связей. Поэтому в большинстве случаев для изменения поведения трафика приходится увеличивать его постепенно, наблюдая за результатом и подстраиваясь под изменения. При этом нельзя ожидать что результаты будут одинаковыми для разных префиксов или разного времени регулировки, так как невозможно предсказать поведение промежуточных маршрутизаторов.

Для решения этой задачи мы можем передавать тестовый префикс, который не используется в нашей автономной системе, таким образом тесты не вызовут деградацию трафика. Наблюдать за использованием маршрута будем через сервера Looking Glass разбросанные по всему интернету. Автоматизировав этот процесс, мы получаем легкий способ регулирования трафика на перегруженном линке путем увеличения длины для одного префикса.

При решении задачи оптимизации следует учитывать количество трафика, которое мы можем дропать без сильного влияния на пользователей. Итогом является нахождение оптимального значения функции $F(x_1, x_2, \dots)$ которая выдаст необходимую загрузку линков, принимая объем трафика, количество AS path prepend и параметры настройки BGP на промежуточном маршрутизаторе.

Итоговая программа состоит из следующих блоков выполнения:

1. Увеличение пути для тестового префикса
2. Сбор данных с серверов Looking Glass
3. Подстройка пути и нахождение оптимального значения функции
4. Конфигурация пограничного маршрутизатора в зависимости от значения

Данная программа призвана значительно облегчить балансировку трафика сетевыми инженерами, в частности при падении аплинков к соседним автономным системам. Тестирование программы производится как на эмуляторе, так и на реальном оборудовании в лаборатории Ericsson.

Математическое прогнозирование характеристик деятельности авиационных предприятий

Гришков А.Н.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

andrew94zx@gmail.com

Авиация является одной из основных отраслей деятельности государств мира. В данной отрасли по всему миру занято огромное число людей, работающих на авиационных предприятиях. Под данным понятием понимается юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы и формы собственности, имеющее основными целями своей деятельности осуществление за плату воздушных перевозок пассажиров, багажа, грузов, почты и (или) выполнение авиационных работ. Соответственно такие компании как Deutsche Lufthansa, Emirates, The Boeing Company, Airbus так же являются авиационными предприятиями. Капитал каждой из них составляет десятки миллиардов долларов. Следовательно, они оказывают серьезное влияние на мировую экономику. Все крупные международные компании ежегодно выкладывают в открытом доступе отчеты о результатах их деятельности. Помимо ежегодных отчетностей можно рассматривать динамику цены на акции предприятия. Она формируется из соотношения спроса и предложения. Если доход компании растет, и инвесторы видят перспективу развития предприятия, то цена на акции идет вверх. Котировки ценных бумаг можно посмотреть на различных интернет ресурсах, например, на Investing.com, представляющим из себя глобальный финансовый портал на двадцати языках. По этим данным можно проследить динамику деятельности компаний, а также, используя статистические и другие методы [1, 2], построить прогноз, чтобы посмотреть, как будет вести себя данная отрасль в ближайшем будущем. Одним из методов прогнозирования в экономике является метод, использующий лингвистический анализ [3]. В основе данного подхода лежит свойство частичного повторения с некоторыми отклонениями отдельных участков временных рядов [4]. Основной задачей лингвистического анализа является поиск похожих значений (“слов”), составляющих временной ряд (“предложение”) в некотором пространстве (“словаре”).

Литература:

1. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей./пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1986.
2. Мартино Дж. П. Технологическое прогнозирование. – М.: Прогресс, 1977.
3. Черкай А.Д. Лингвистические модели и их место в новой теоретической парадигме экономической науки // Материалы IV Международного научного конгресса «Глобалистика–2015», посвященного 70–летию Организации Объединенных Наций. Том 3. XXIII Кондратьевские чтения. – М.: Фонд Вернадского, 2015. – С. 396–300.
4. Черкай А.Д., Власов Ю.А. Лингвистический анализ ритма сердца
// Проблемы временной организации живых систем. Сборник трудов Отделения физиологии АН СССР. М.: Наука. – 1979. – С. 62-70.

Возможности современных САПР

Гулуев С.Э., Доронина А.А., Мартынова Д.Е.

Научный руководитель — доцент, Бутко А.О.

МАИ, Москва

sarhan62@outlook.com

Ключевой тенденцией развития современного общества является ускорение и упрощения процесса производства в целях уменьшения экономических затрат, экономии денежных средств и повышения производительности труда. Ускорение темпов научно-технического прогресса является решающим условием повышения качества продукции. Высокие темпы научно-технического прогресса должны обеспечиваться разработкой, производством и массовым применением высокоэффективных машин, оборудования, приборов и технологических процессов. Объективным препятствием повышению качества проектов и сокращению сроков их разработки является несоответствие между сложностью объектов разработки и устаревшими методами и средствами их проектирования.

Широкое использование математических методов и ЭВМ при проектировании способствует повышению технического уровня и качества проектируемых объектов, сокращению сроков разработки и освоения их в производстве. Автоматизация проектирования особенно эффективна, когда от автоматизации выполнения отдельных инженерных расчетов переходят к комплексной автоматизации, создавая для этой цели системы автоматизированного проектирования.

В процессе создания САПР различают два существенно разных подхода: с одной стороны - создание САПР в крупных, ведущих проектных и конструкторских организациях, а с другой - широкое распространение типовых расчетов, алгоритмов и программ в средних и заводских проектно-конструкторских организациях. Возможность широко распространять в проектных организациях наиболее прогрессивные, а также типовые и стандартные методы расчетов, различные нормативные и справочные данные предопределяют высокую эффективность САПР. Даже небольшая проектная организация получает возможность применять самые современные и эффективные методы инженерных расчетов, заимствуя их у организаций-разработчиков САПР.

Полнофункциональная система T-FLEX CAD 15 — разработка, построенная на передовых технологиях 3D моделирования и 2D графики, содержащая уникальные и испытанные инструменты для решения задач проектирования изделий по высочайшим стандартам качества.

Новую версию системы отличает значительное увеличение быстродействия, улучшенная визуализация, усовершенствование многих функций и механизмов системы, способствующих быстрому и качественному выполнению самых трудных проектов.

В T-FLEX CAD 15 расширены возможности 3D моделирования и 2D графики, что позволит ускорить процесс проектирования. Оптимизированная технология работы с параметрическими деталями повысит удобство выполнения модификаций проекта, а также оперирование сложными и большими объектами. Система обладает также развитыми инструментами для организации совместной работы.

Инновационные архитектурные решения, на которых основана система T-FLEX CAD 15, обеспечивают значительное повышение устойчивости, качества и производительности программного продукта. В зависимости от используемых аппаратных средств и структуры модели, прирост в быстродействии работы графики может составить от 2-х до 10-ти и более раз по сравнению с предыдущей версией T-FLEX CAD.

В T-FLEX CAD 15 применена более совершенная графическая подсистема, максимально использующая возможности современных видеокарт. Оптимизация работы с видеоданными позволила заметно сократить объемы необходимой оперативной памяти, обеспечивая работу с большими по размеру моделями на тех же аппаратных средствах.

Новый объектно-ориентированный механизм 3D манипуляторов помогает управлять элементами моделей, обеспечивая скорость внесения изменений в проекты.

Полностью обновлена команда создания пути трубопровода, что существенно облегчит работу инженеров, участвующих в разработке трубопроводных и кабельных систем.

Набор команд 3D-моделирования в T-FLEX CAD 15 стал еще шире, многие команды и механизмы системы улучшены. Благодаря использованию новейшей версии широко известного ядра Parasolid, операции моделирования, такие как "сглаживание", "выталкивание", "по траектории", "деформация" и многие другие, обрели дополнительные возможности и опции.

Литература: https://studopedia.ru/2_117640_vvedenie.html

Система поддержки студента на основе упрощённого языка команд

Гулян К.Г.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

gulian_kostya@mail.ru

В настоящее время организация достойных условий для учебного процесса студентов является одной из основных задач, которые ставятся перед ВУЗами нашей страны. Опираясь на эти задачи, можно сделать выводы, что, создавая все эти условия и максимально упрощая жизнь студентов, университеты добиваются того результата, при котором самих учащихся ничего не будет отвлекать от учебного процесса. В связи с этим было принято решение разработать систему, которая будет координировать студентов на протяжении всего учебного семестра.

Основные достоинства использования данной разработки:

Доступность. Система реализована на платформе Telegram, которая бесплатно распространяется на всех современных платформах, в том числе и мобильных.

Оперативность. Студент может получить актуальное расписание в любое время.

Надёжность. Telegram славится своей безопасностью и надёжностью, как в отправке сообщений, так и в использовании ботов.

Низкий порог вхождения. Достаточно ввести номер своей группы, для того, чтобы получить актуальное расписание с сайта.

В данной работе рассмотрено применение технологии создания ботов Telegram для оперативного информирования студента по вопросам расписания. Данные взяты с официального сайта МАИ. Почему именно Telegram? Это приложение на данный момент является уже гораздо большим, чем просто мессенджером, в отличии от ее основных конкурентов. В ней пользователь может скачивать книги во всех популярных электронных форматах, введя одно лишь название, скачивать видеоролики с сервиса YouTube и многое другое.

Система реализована при помощи языка программирования Python, взаимодействие с платформой Telegram осуществляется при помощи библиотеки pyTelegramBotAPI, которая распространяется под лицензией LGPLv3. Данная комбинация была выбрана из соображений простоты реализации и удобства работы.

Исследование свойств модели для прогнозирования дефектов различных классов в компонентах аппаратно-программных комплексов

Давлиева А.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гвоздев В.Е.

УГАТУ, Уфа

aliyasr21@gmail.com

Безопасность функционирования сложных аппаратно-программных комплексов в настоящее время является ключевым фактором успешного управления сложными системами разной природы. На всех стадиях жизненного цикла систем, в частности программных

продуктов, важным является учет возможного возрастания суммарных затрат при росте требований к качеству этих систем. Важное место занимают испытания компонентов системы, которые являются достаточно дорогостоящими. Оценивание ресурсов, выделяемых на испытания, требует научно обоснованного подхода. Во-первых, необходимо определить место компонентов в функциональном аппаратном комплексе и их назначение; во-вторых – исследовать изменение во времени количества дефектов. В литературе авторами отмечается, что сложность современного продукта, в частности программного, является ключевым фактором возникновения дефектов. В связи с этим актуальной является научно-техническая проблема разработки модели оценки количества дефектов. Решение этой проблемы даст возможность прогнозировать ресурсы, необходимые для локализации и устранения дефектов. Один из подходов определения количества дефектов в компонентах сложных инфокоммуникационных систем – использование аппарата математической статистики, требующий обеспечение однородности и сопоставимости данных. На практике, как правило, возникает проблема малых объемов данных, тогда как аппарат математической статистики ориентирован на обработку больших объемов данных. Предлагаемый метод работает в случае так называемых малых выборках.

В литературе утверждается, что количество дефектов линейно связано с характеристикой сложности программной компоненты. Однако природа дефектов может быть разной, и нельзя говорить о дефектах, допущенных на стадии проектирования и на стадии реализации одинаково. Ведь степень их влияния так же является различной, как и затраты на их устранение. Поэтому возникла проблема решения задачи совместного влияния и учета дефектов различных классов. Поскольку классификации дефектов как таковой нет, предлагается использование классов, соответствующих их этапам жизненного цикла.

Задачи исследования:

- 1) проанализировать свойства математической модели;
- 2) разработать методику оценки количества дефектов разных классов в компонентах аппаратно-программных комплексов.

Разработка такой методики позволит решать задачу прогнозирования количества дефектов, для которых известен только показатель сложности, что в итоге станет основой для того, чтобы обоснованно выделять ресурсы на испытания этих компонентов.

Создание информационной системы на основе интеграции инструментов учёта и ведения задач с инструментами статического анализа кода

Данилова И.И.

Научный руководитель — Полицын С.А.

МАИ, Москва

iradann96@gmail.com

Активное развитие IT-индустрии предполагает массовую разработку программного обеспечения (ПО) разных видов, как правило, в сжатые сроки. Повышение качества кода и скорости разработки, также уменьшение финансовых затрат возможно благодаря изначальному поддержанию качества программного кода уже на начальных этапах жизненного цикла проекта. Более того, это позволяет другим разработчикам быстрее разбираться в созданных ранее частях программы и вносить изменения; снижает риск возникновения различного рода ошибок.

Однако насколько бы «чисто» не был написан код, всё равно существует вероятность обнаружить программную или стилистическую ошибку, поскольку современное ПО состоит из сотен и тысяч строк кода. С целью их обнаружения и устранения пользуются инструментами статического анализа.

Статические анализаторы проводят более детальное исследование кода, чем компиляторы. Глубина проводимого анализа может различаться от определения поведения отдельных операторов до анализа всего исходного кода.

Вопросы, касающиеся выявления семантических и стилистических ошибок с применением инструментов статического анализа, являются очень актуальным в работе с системами приёма программ с автоматической проверкой кода. Интеграция систем учёта и ведения задач и инструментов статического анализа кода, а также автоматизация их работы позволяет сделать процесс ведения, изменения и обновления задач проекта эффективнее.

Создаваемая информационная система позволит производить автоматизированную проверку кода программ, выкладываемых студентами в системы учёта и ведения задач, представленных в виде онлайн-сервисов, веб-приложений. А также:

1. сократит временные затраты на проверку;
2. увеличит объективность проверки;
3. увеличит точность проверки;
4. сделает процесс ведения, изменения и обновления задач проекта результативнее.

Основными перспективами развития является более широкое распространение и применение информационных систем данного типа в рамках учебного процесса как в школах, так и в высших учебных заведениях.

Более того, число методов статического анализа и инструментов для их проведения увеличивается из года в год. Высокая заинтересованность связана с тенденцией создания больших ПО и систем, возможностью создания статических анализаторов на основе корпоративных стандартов, а также верификации свойств ПО с целью повышения его надёжности. Всё чаще в компаниях группы разработчиков ПО пользуются различными системами учёта и ведения задач, основываясь на существующих моделях разработки.

Применение данного вида информационных систем позволит разработчикам как крупных, так и небольших программных средств выполнять свою работу эффективнее, быстрее и, что самое главное, надёжнее, а руководителям проектных групп следить за процессом, вовремя внося корректировки в работу команды.

Вопросы моделирования электронной индикации кабины самолета на персональных компьютерах

Денчиков Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романов О.Т.

МАИ, Москва

dimantrigun@mail.ru

Одна из основных проблем авиации – это обеспечение приборов кабины самолета необходимым функционалом. Этот вопрос тесно связан с темой разработки электронной индикации кабины самолета.

Для повышения эффективности процесса проектирования и дальнейшего согласования электронной индикации в настоящее время стали использоваться методы её моделирования на персональных компьютерах. Моделирование электронной индикации кабины самолета производится с помощью программного обеспечения, которое будет выполнять следующие основные функции модели:

- 1) Визуализация в динамике изображения с соответствующего индикатора кабины самолета.
- 2) Визуализация конфигурационных кнопок соответствующего индикатора, с учетом их работы.

Программное обеспечение, моделирующее электронную индикацию кабины самолета (далее сокращенно: программа-модель) позволит на экране персонального компьютера показать (отобразить) точную копию реального образа электронной индикации (образа, который может быть установлен на реальный/проектируемый самолет), что даст возможность отрабатывать существенное количество замечаний летного состава без необходимости применения полунатурного стенда и самолета (что существенно сократит финансовые и временные затраты в процессе разработки электронной индикации).

Описание применения программы-модели в процессе разработки электронной индикации выглядит следующим образом: после разработки образа электронной индикации тематическими отделами, данный образ реализуется в программе-модели. Затем, этот образ обсуждается с разработчиками спецификации требований к программному обеспечению кабины самолета и с другим ответственным персоналом, после, вносятся соответствующие изменения в образ реальной электронной индикации и этот образ отправляется на отработку к летному составу. После выдачи замечаний летным составом, они реализуются в программе-модели (что занимает значительно меньше времени, чем подобная реализация на полунатурном стенде или самолете) и демонстрируются летному составу (как людям, имеющим представление о том, как электронная индикация должна выглядеть в процессе пилотирования) и разработчикам спецификации требований к программному обеспечению приборов кабины самолета (как людям, имеющим представление о том, что может быть реализовано в части электронной индикации), а так же персоналу из тематических отделов. Далее возможны следующие варианты развития событий:

--Согласие летного состава на внесение всех/некоторых реализованных замечаний в спецификацию.

--Отказ летного состава на внесение всех/некоторых реализованных замечаний в спецификацию.

--Спорная ситуация, при которой возникает необходимость более детальной (на реальном оборудовании, в реальной обстановке) отработки замечаний на полунатурном стенде или на самолете.

Выделим основные компоненты программы-модели, которые впоследствии могут разбиваться на более мелкие составляющие. Начальное разбиение необходимо осуществлять в соответствии с крупным логическим функционалом. Выделим три компоненты:

1) Компонента вычисления основных полетных параметров (к примеру, координаты, обороты двигателей и т.п.). Она будет представлять собой отдельную модель, отвечающую за генерацию данных, их упаковывание в нужные структуры и передачу.

2) Компонента принятия, обработки и разбора данных. Она будет содержать функционал по принятию структур данных, их разбору (переводу в соответствующие типы), обработки и прочие действия, необходимые для первоначальной работы с данными прежде чем приступить к их отображению.

3) Компонента представления. Отвечает за графическое отображение полетных параметров в соответствии со спецификацией и дополнительные расчеты, которые могут потребоваться для отображения полетных параметров.

В заключении стоит отметить, что в настоящее время технологии персональных компьютеров находятся на таком этапе развития, что они обладают достаточной вычислительной мощностью, для предоставления возможности разрабатывать модели электронной индикации кабины самолёта, которые будут соответствовать требованиям для внедрения этих моделей в процесс разработки электронной индикации. Существует огромная вероятность, что в дальнейшем технологии смартфонов поднимутся до такого уровня, что уже можно будет использовать их как технические платформы для разработки программ-моделей вместо персональных компьютеров.

Система компьютерной алгебры

Дмитриев В.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

vadim-cavs@yandex.ru

На данный момент системы, использующие символьную алгебру способны выполнять аналитические вычисления любой сложности и без ограничений по минимальным или максимальным значениям, они внедряются в современные вычислительные машины, что открывает большие возможности в различных прикладных исследованиях. Для создания

такого программного обеспечения необходимо разработать метод представления данных, способ, позволяющий оперировать ими, библиотеку с процедурами и функциями, скомпилированными заранее, с возможностью ее расширения и удобный интерфейс, при помощи которого пользователь может взаимодействовать с программой.

Цель работы: создать программный продукт для выполнения преобразований и работы с математическими выражениями в аналитической (символьной форме) и решения сложных задач в области аналитических вычислений.

Для достижения поставленной цели использовалась среда разработки MS Visual Studio и язык программирования C#, а также LL-грамматики. Главным классом в программе является абстрактный класс Function, конкретные реализации которого имплементируют интерфейсы IDifferentiable или Integrable. Также в программе определен абстрактный класс, который называется Operator. Реализованы операции, такие как умножение, сложение, вычитание, деление, в которых описано правило построения производной.

В рамках разработки реализована процедура дифференцирования как простых, так и сложных функций с использованием элементарных правил дифференцирования и таблицы производных.

Следуя работе [1], разработанная система продолжает расширяться, что является одним из преимуществ. На данном этапе добавлен функционал распознавания математических формул на изображении для дальнейшего их вычисления, а также удобный вывод результатов вычислений в формате LaTeX.

В результате разработки получен программный продукт, позволяющий распознавать математические формулы с изображения, или переданные программе в формате строки, работать с символьными математическими выражениями, дифференцировать элементарные функции, которые определены в специальной библиотеке.

Список литературы

1. Дмитриев В.А. «Символьные вычисление неопределенных интегралов и производных элементарных функций», – Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодежная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017, – с. 716-717

Система автоматизированного проектирования информационного взаимодействия самолетных систем

Дуброво А.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

andrei-dubrovo732@yandex.ru

На текущий момент в связи с масштабами и сложностью при разработке комплексов бортового оборудования (КБО) современных летательных аппаратов задействуется огромное количество сил. В связи с этим, компаниям, разрабатывающим КБО, необходимы системы автоматизирующие процесс проектирования КБО в целях снижения трудоемкости и уменьшения ошибок, вызванных человеческим фактором.

В гражданской авиации для передачи информации между оборудованием КБО наибольшее распространение получили интерфейсы, описанные в стандартах ARINC 429, ARINC 664, ARINC 825. Каждый из приведенных интерфейсов обладает уникальным протоколом передачи данных и структурой пакета данных. При ручной обработке больших объемов данных, описывающих информационное взаимодействие между компонентами КБО велика вероятность появления ошибок, вызванных человеческим фактором. Для предотвращения возникновения таких ошибок необходимо применять специализированные базы данных.

Одной из таких баз данных является система автоматизированного проектирования информационного взаимодействия самолетных систем – «Interface Control Document DataBase» (ICDDB), разработанная в целях достижения высокого качества и эффективности

работы, позволяющая автоматизировать работу специалистов, участвующих в разработке и комплексировании бортового оборудования.

Целью работы является внедрение интерфейса ARINC 664 в ICDDDB и автоматизация процесса формирования параметров виртуальных каналов для сообщений типа ARINC 664.

ARINC 664, или AFDX (Avionics Full Duplex Switched Ethernet Network) – бортовая сеть передачи данных. Данная технология основана на стандарте IEEE 803.2 Ethernet и протоколах UDP/IP. Согласно протоколу UDP оконечные устройства могут обмениваться данными между собой по сети без необходимости предварительного сообщения для установки специальных каналов передачи или путей данных. Данные передаются по виртуальным соединителям (Virtual Links), реализованными поверх физической топологии “звезда” с коммутаторами, являющимися условным центром сети. Каждый виртуальный канал выделяется на одно сообщение между разделом источника и множеством приемников. Коммутаторы помимо данных контролируют целостность передаваемой информации, ограничивают полосу пропускания для передатчиков, обеспечивают временной детерминизм. Скорость передачи по основной и резервным сетям – до 100 Мбит/с.

Для достижения детерминизма (в первую очередь - гарантии времени отправки данных) был произведен расчет основных параметров виртуальных каналов, таких как джиттер, число кадров и максимальный размер кадра. Под джиттером понимается разность между реальным временем начала выдачи кадра и временем начала выдачи, определенным согласно периоду. При конфигурации сети AFDX с применением рассчитанных параметров гарантируется отсутствие временных коллизий в процессе обмена данными.

В результате выполнения работы доработана база данных ICDDDB в части добавления возможности описания обмена между системами по интерфейсу AFDX. Разработано программно-алгоритмическое обеспечение, применимое к данным из ICDDDB, рассчитывающее параметры виртуального канала. Для подтверждения работоспособности разработанного программно-алгоритмического обеспечения проведено его тестирование на корректных и некорректных данных, которое полностью подтвердило его работоспособность и применимость для решения поставленной в работе задачи.

Список использованных источников

[1] Дуброво А. И., Иванов А. С., Лосяков Е. И. Автоматизированный комплекс проектирования информационного взаимодействия самолетных систем. Сборник тезисов докладов XLIII международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения». – М.: МАИ, 2017. – с. 719.

[2] Неретин Е. С., Дуброво А. И., Иванов А. С., Лосяков Е. И., Копылов И. А. Система автоматизированного проектирования информационного взаимодействия самолетных систем [Текст]. Сборник трудов XXVI Международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации». – М.: МЕДПРАКТИКА-М, 2017. – с. 43-44.

[3] Aircraft Data Network Part 7 Avionics Full-Duplex Switched Ethernet Network ARINC Specification 664 P7-1, -2009.

[4] ARINC Specification 653P1-3. Avionics application software standard interface. Part 1: Required Services [Text]. – Aeronautical Radio, Inc. – The USA: Annapolis. – 2010. – 269 p.

Математические методы прогнозирования динамических процессов в мировой экономике

Дубровский Н.А.

Научный руководитель — доцент, Черкай А.Д.

МАИ, Москва

ramix57@mail.ru

Экономика является динамической системой. В наше время важно умение определять, когда и как данная система будет изменяться. Например, этот навык позволит узнать о начале приближающегося экономического кризиса в стране или мире с тем, чтобы его предотвратить или сгладить последствия. Существует ряд показателей, с помощью которых

можно охарактеризовать состояние экономики. Одним из таких параметров является ВВП. Он отражает рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, которые произвели в течение года во всех отраслях экономики на территории государства. Если значение темпа роста ВВП является отрицательным, значит, страна пребывает в упадке, если значение положительно, то наоборот. Кризис представляет собой ситуацию, когда данный параметр является отрицательным на протяжении нескольких лет, или постоянно уменьшается. Цель работы — прогнозирование экономических параметров с использованием нейронных сетей, применяемых в настоящее время для решения широкого круга практических задач [1]. В качестве данных выступает таблица значений темпа роста ВВП за 1970-2016 года разных стран. Задача выполняется при помощи программы Matlab. Работа программы следующая, например, на вход подаются известные значения темпа роста ВВП за 2013-2015 год, и надо узнать значение показателя в 2016. Подаваемый ряд значений мы сравниваем с данными из таблицы. Отбираем для обучения только те отрезки рядов, которые наиболее близки к значениям темпа роста ВВП за 2013-2015 год. Все выбранные данные нормируем и подаем их как обучающие данные в нейронную сеть. Тем самым реализуя лингвистический подход к анализу данных и прогнозированию, разработанный в работах [2] и [3]. После создания и обучения нейронной сети используем исходный ряд и получаем спрогнозированное значение на 2016 год. Результат работы сравниваем с теми данными, которые были в действительности.

Литература:

1. Bishop C. M. Pattern Recognition and Machine Learning / Springer, 2006. – 738 p..
2. Черкай А.Д., Власов Ю.А. Лингвистический анализ ритма сердца // Проблемы временной организации живых систем. Сборник трудов Отделения физиологии АН СССР. М.: Наука. – 1979. – С. 62-70.
3. Черкай А.Д. Лингвистические модели и их место в новой теоретической парадигме экономической науки // Материалы IV Международного научного конгресса «Глобалистика–2015», посвященного 70-летию Организации Объединенных Наций. Том 3. XXIII Кондратьевские чтения. – М.: Фонд Вернадского, 2015. – С. 396–300.

Исследование возможностей модернизации рабочих мест разработчика навигационных комплексов с использованием технологий виртуализации

Егоров В.В., Веревкин М.В.

Научный руководитель — Пронькин А.Н.

МАИ, Москва

ecotwo1996@mail.ru

Кафедра № 305 «Автоматизированные комплексы систем ориентации и навигации» Московского авиационного института ведет подготовку специалистов в области разработки навигационных приборов, измерительных систем, измерительно-вычислительных и управляющих пилотажно-навигационных комплексов, которыми оснащены все современные высокотехнологичные подвижные объекты. Также кафедра ведет большой объем научно-исследовательской работы с активным привлечением студентов.

Деятельность подобного рода подразумевает широкое использование современной вычислительной техники. Широко используется компьютерное моделирование, в частности, математическое моделирование на основе высокоуровневых языков и интерактивных сред программирования, численных расчетов и визуализации результатов. Помимо создания алгоритмов работы навигационных комплексов и решения математических задач, отдельное внимание уделяется проектированию конструкции приборов и систем с использованием программных комплексов САПР (система автоматизированного проектирования). Также отдельным видом деятельности можно выделить создание, хранение и дополнение технической документации.

Современные компьютерные системы, предназначенные для коллективного использования, можно разделить на вычислительные ресурсы (ВР) и систему хранения данных (СХД). Такое логическое деление позволяет более грамотно проектировать компьютерную инфраструктуру. В рамках работы были выявлены особенности работы с ВР и СХД в зависимости от направления решаемых задач, таких как: ведение конструкторской документации, программирование и создание исполняемого кода, работа в системах автоматизированного проектирования.

Стоит отметить, что особенностью информационно-вычислительных систем является постоянный рост объема обмениваемой информацией с СХД и затрачиваемых ВР на решение частных задач, поэтому поддержание необходимого уровня информационного обеспечения рабочего места является актуальной задачей для всех инженерных специальностей. В ходе анализа проблемы повышения уровня информационного обеспечения с учетом материально-технических ограничений и предъявляемых требований к рабочему месту разработчика навигационных комплексов, было принято решение о переносе основных вычислительных ресурсов на отдельно выделенный сервер.

В ходе работы был исследован и проанализирован ряд существующих как проприетарных, так и свободных программных комплексов для управления и распределения ВР и СХД, были протестированы демо-версии платных продуктов и продукты со свободно распространяемым исходным кодом. По результатам анализа были выявлены особенности и недостатки каждого решения, а также выполнен краткий обзор финансовой составляющей.

По результатам работы были разработаны способы тонкой настройки и модернизации существующих аппаратно-программных комплексов. Сделаны выводы о применимости систем управления и распределения ВР и СХД для решения разных типов задач, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к рабочему месту разработчика навигационных комплексов.

Разработка программного комплекса для интегрирования дифференциальных уравнений при помощи ортогональных многочленов

Ершов И.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

sanfeared@gmail.com

Целью работы является разработка программного комплекса, с помощью которого можно получить приближенное решение дифференциального уравнения в виде конечной линейной комбинации многочленов специального вида, например многочлены Чебышева-Эрмита, Чебышева-Лагерра, Якоби).

Указанный выше способ рассматривается в работе на примере линейного неоднородного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами.

Программный комплекс состоит из двух основных частей:

Программа “А”, точно выполняющая особые математические операции (например, разложение в ряд Фурье, численное интегрирование, численное дифференцирование).

Программа “Б”, использующая возможности программы “А” для корректного нахождения решения дифференциального уравнения, выразив его многочленами специального вида.

Так как в процессе нахождения решения дифференциального уравнения происходит взаимодействие с бесконечными суммами, то для нахождения решения с заданной точностью программа автоматически определяет минимальное количество шагов, при которых эту точность можно достигнуть. В программе реализована возможность решения дифференциального уравнения несколькими методами для проведения сравнительного

анализа с целью определить метод, обладающий самым лучшим соотношением "точность/скорость".

Программный комплекс разработан на языке C# 7.0 .net framework 4.7.2 с использованием современных приемов построения приложений.

Литература:

1.Суетин П.К. Классические ортогональные многочлены. г.2005

2.Коробов Н.М. Тригонометрические суммы и их приложения. г.1989

Сравнение FPGA, GPU, CPU и МК при построении бортовых систем цифровой обработки сигналов для малых и средних летательных аппаратов

Ефимов А.Г.

МАИ, Москва

efan_90_@mail.ru

При построении систем цифровой обработки сигналов (ЦОС) для применения на летательных аппаратах возникает ряд специфических требований и условий. Такая система должна обладать малым размером, малой мощностью и тепловыделением, но при этом быть высокопроизводительной. Требования к стоимости системы, чаще всего не являются критичными. В последнее время появляется новое требование, связанное с гибкостью системы и возможностью её адаптации под меняющиеся условия и задачи работы. Основными современными средствами для построения таких систем являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС, FPGA), микросхемы обработки видеоинформации (GPU), процессоры общего назначения (CPU) и микроконтроллеры и специальные процессоры (МК), кроме них используются специализированные заказные и полужаказные микросхемы (ASIC).

В статье дается сравнение современного уровня вычислительных средств, рассматривает возможности их применения в условиях эксплуатационных ограничений, возникающих при установке на малые и средние летательные аппараты. Рассматривается гибкость полученной системы и возможность её адаптации под меняющиеся условия эксплуатации.

Даны показатели вычислительной мощности и особенности архитектуры аппаратных вычислительных средств. Особое внимание уделено применению ПЛИС в системах ЦОС специального применения. Приведены примеры возможного использования. Приведен анализ тенденций развития современных вычислительных средств.

Микросхемы ПЛИС появились относительно недавно и к настоящему времени получили широкое распространение в системах сбора и обработки данных и телекоммуникационных системах гражданского применения. Данные микросхемы демонстрируют быстрый рост возможностей в сочетании с высокой гибкостью возможных реализаций. Применение таких микросхем может открыть новые возможности для построения систем ЦОС для малых и средних летательных аппаратов.

О некоторых подходах к идентификации подлинности защищённой полиграфической продукции посредством анализа фотоизображений

Завольский И.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чемоданов В.Б.

МАИ, Москва

ilyazavolskiy@gmail.com

Задача определения подлинности защищенной полиграфической продукции и в первую очередь – бумажных денег существует с давних времен. Современные достижения в области цветной цифровой печати привели к тому, что копию банкноты, выполненную с высоким качеством печати, на взгляд трудно отличить от подлинника. С другой стороны, появление и широкое распространение смартфонов с фотокамерами довольно высокого разрешения с

ПЗС–матрицами порядка 10–12 Мпкс поставили вопрос о возможности распознавания подлинности денежных купюр путем компьютерного анализа снимка смартфона. Данному научно-технологическому направлению не более 10 лет. К настоящему времени во всем мире разработано всего лишь несколько мобильных приложений для смартфонов, в которых реализуется рассматриваемая технология. Разумеется, предложенный подход ни в коей мере не отрицает и других применяемых на практике способов идентификации подлинности, а лишь дополняет их. Помимо этого, разработка программно-алгоритмических средств нахождения различий в цифровых фотографиях совокупности крайне схожих между собой объектов актуально в отношении развития теории и совершенствования технологии распознавания образов.

Вместе с тем при практической реализации описанного подхода на различных смартфонах обнаружилась сильная зависимость получаемых результатов от условий съемки и особенностей камеры конкретного мобильного устройства. Одна из проблем состоит в том, что применительно к микроструктуре цифрового изображения банкноты практически невозможно получить два одинаковых фотоснимка. Другая проблема состоит в том, что разрешающая способность камеры смартфона по порядку величины близка к разрешающей способности доступных устройств цифровой печати. Это существенно усложняет задачу идентификации различий между подлинником и копией при наличии внешних и внутренних помех. Экспериментально установлено, что в число последних входит даже мерцание потолочных ламп дневного света. Вполне очевидно, что если разрешающая способность камеры смартфона существенно хуже разрешающей способности устройства для печати копий, то отличить с его помощью подлинник от копии становится принципиально невозможным.

Таким образом, в рамках рассматриваемой технологии актуальной задачей становится повышение робастности программно-алгоритмических средств идентификации подлинности банкнот. Разработаны и представлены методы анализа качества печати: представлен метод обнаружения размытости периодической структуры через анализ Фурье-образа соответствующих областей; представлен метод анализа цветовых и графических характеристик граничных переходов внутри периодических сетчатых узоров, метод определения степени соответствия структур.

Анализ методов повышения радиационной стойкости оптических волокон для применения на борту космического аппарата

Зайченко К.В., Шарангович С.Н.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Шарангович С.Н.

ТУСУР, Железнодорожск

gitar-punk-boy2008@yandex.ru

Применение волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) на современных космических аппаратах (КА) является наиболее перспективным решением, отвечающим требованиям не только высокой скорости передачи информации, но и так же повышенной надежности, долговечности, малых габаритов, массы и энергопотребления, совместимости с уже существующими устройствами обработки информации. Фактором, ограничивающим применение ОВ в космическом пространстве, является их радиационная устойчивость, повышение которой может быть достигнуто определёнными методами.

Целью работы является анализ методов увеличения радиационной стойкости оптического волокна за счёт внедрения легирующих добавок, рассмотрение микроструктурированных оптических волокон и их особенностей.

В настоящее время наиболее распространенными являются одномодовые волоконные световоды с сердцевинной и оболочкой из легированного или нелегированного кварцевого стекла. Диапазон рабочих длин волн таких световодов составляет 0,78...1,9 мкм. Заготовки для них изготавливают по методу химического парафазного осаждения кварцевого стекла из

смеси исходных газообразных реагентов. Разработаны различные технологические методы изготовления волокон с малыми потерями: MCVD, FCVD, VAD, OVD, PCVD и SPCVD.

Основным фактором в снижении качества передачи информации по ОВ в условиях космического пространства являются радиационные эффекты за счет воздействия на элементы ОВ протонов космических лучей и электронов, входящих в состав корпускулярного излучения Солнца и захваченных магнитным полем Земли. При воздействии данных излучений в волокноном световоде возникает радиационно-наведенное поглощение (РНП) света. Эффект РНП объясняется тем, что в материале световода образуются радиационные центры окраски (РЦО), за счёт РЦО происходит разрушение химических связей молекул, образующих матрицу стекла.

На данный момент известны три механизма РНП, влияющие на распространение светового сигнала в ближнем ИК-диапазоне, подавление которых и означало бы повышение радиационной стойкости волокна:

Повышения радиационной стойкости световода и уменьшения РНП можно достичь путём изменения химического состава легирующих примесей.

Учёными разработан метод повышения радиационной стойкости волоконного световода на основе кварцевого стекла с сердцевинной из нелегированного кварцевого стекла за счет его насыщения молекулярным водородом и облучения гамма-излучением. В процессе гамма-излучения атомы водорода подавляют возникновение РЦО. После облучения сетка стекла не содержит предшественников РЦО, ответственных за первый и второй механизмы РНП. В результате волоконный световод приобретает свойства повышенной радиационной устойчивости.

Так же существует технология изготовления кварцевых световодов, легированных фтором, позволяющая снизить содержание атомов хлора в стекле (атомы более химически активного фтора замещают атомы хлора). Из-за малого количества хлора в сетке стекла сердцевинной уменьшается влияние первого механизма РНП. Кроме того, в световоде из-за наличия фтора в стекле подавлен третий механизм РНП.

Использование одних легирующих примесей (германий) позволяет достичь профильного характера показателя преломления в ОВ, но приводит к возникновению дополнительных РЦО. Использование других легирующих примесей (водород, фтор) позволяет повысить радиационную устойчивость ОВ, но пагубно влияет на профиль показателя преломления.

В настоящее время наиболее активно исследуется новый тип ОВ – микроструктурированные оптические волокна (МОВ), которые в некоторых источниках называют фотонно-кристаллическими волокнами (ФКВ).

Микроструктурированные (фотонно-кристаллические) волокна представляют собой новый тип оптических волноводов, оболочка которых состоит из набора вытянутых при высокой температуре полых стеклянных капилляров. Микроструктурированные волокна могут иметь большую числовую апертуру, что позволит облегчить ввод излучения в ОВ. Нелинейные оптические эффекты могут быть подавлены, либо наоборот усилены. На данный момент оптические потери в МОВ относительно стандартных волокон выше, однако МОВ с поллой сердцевинной теоретически имеют затухание на уровне 0,0005 ДБ/км [1].

Таким образом, использование МОВ в качестве среды передачи для бортовых систем связи космических аппаратов представляется наиболее предпочтительным. Стоит отметить, что применение МОВ не ограничивается только космическим пространством.

1 Заичко К.В. Изменение химического состава волоконного световода как способ повышения его радиационной стойкости// Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]: сборник трудов XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 7. IT - технологии и электроника. Россия, Томск, 26-29 апреля 2016 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2016. Режим доступа: http://science-persp.trpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_7.pdf

База данных по космическим датчикам с использованием MS SQL SERVER и платформе .NET FRAMEWORK

Зименов Н.И.

Научный руководитель — Белобожский Л.А.

МАИ, Москва

beststam@mail.ru

Скорость и качество разработки измерительных вычислительных систем космических аппаратов (КА) во многом зависят от оперативного получения информации по современным измерительным средствам уже на начальных этапах проектирования. Доступ к такой информации должен иметь весь коллектив разработчиков. В докладе рассматривается многопользовательская база данных (БД) по космическим датчикам, созданная на основе системы управления базами данных MS SQL Server.

В состав рассматриваемой БД входят серверная и клиентская части. Первая отвечает за хранение и безопасность информации, а также многопользовательский доступ. Вторая обеспечивает эффективную работу пользователей с БД. Разработка выполнена с помощью программных средств: .NET Framework 4.5., MS Visual Studio 2017 и СУБД MS SQL Server 2014. Для обеспечения надежности информации в БД была налажена процедура дифференциального резервного копирования и репликации данных на резервный сервер, которые выполняются в автоматическом режиме. Для безопасности работы реализована идентификация пользователя на уровне сервера БД, авторизация в клиентском приложении и разделение пользователей на разные группы с соответствующими ролями и правами. Разработка клиентской части на языке программирования C# позволила создать удобный и многофункциональный интерфейс приложения и предоставила ряд преимуществ. Приложение решает перечень следующих задач: добавление и редактирование информации по космическим датчикам; расширенный поиск по множеству критериев с нужными характеристиками; просмотр информации о датчиках. С помощью вывода информации о датчиках в документ формата MS Word было реализовано автоматизированное сохранение и выдача информации. Также существует возможность сопровождать текстовую информацию о датчиках и фрагментами рисунков и чертежей. Реализовано хранение электронных книг и справочных пособий по космической измерительной технике. В клиентском приложении была создана функция рабочего стола пользователя, для внесения датчиков в специальное поле и добавления комментариев к ним. Данная БД автоматизирует, а значит, упрощает поиск информации по требуемым датчикам, что обеспечивает минимальные затраты времени разработчиков измерительно-вычислительных систем на поиск нужной информации по искомому устройству. Такая БД может быть использована как в учебном процессе при подготовке специалистов в области космического приборостроения, так и на предприятии. Это программное обеспечение установлено в локальной сети кафедры 305 МАИ. Программа демонстрирует эффективность и надежность в многопользовательском режиме, а также существенно упрощает процесс поиска нужной информации по измерительной технике.

Список литературы

1. Jones, Allen; Freeman, Adam. C# for Java Developers. — O'Reilly Media, 2010. — 576 p. — (Pro-Developer). — ISBN 978-0-7356-1779-1.
2. Белобожский Л.А., Кривинская А.Б. Модернизация информационно-справочной системы по датчикам с помощью современных информационных технологий. — «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации». Труды XX международного научно-технического семинара. Сентябрь 2011 г., Алушта, - Пенза: Изд-во ПГУ, 2011, С.232-233.

Блок преобразования информации для СУОСО самолета МС-21-200

Иванов А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Неретин Е.С.

МАИ, Москва

Andrew220@mail.ru

При традиционном подходе проектирования комплексов бортового оборудования (КБО) все системы самолета имеют собственные вычислители, которые обеспечивают функционирование этих систем и информационный обмен с вычислителями сопрягаемых систем. Однако, по мере развития технологий архитектуры систем становятся сложнее, соответственно повышаются требования к вычислителям, что приводит к увеличению затрат на разработку и испытания, а также усложняет модернизацию и сертификацию.

На некоторых современных летательных аппаратах при разработке КБО нашло применение систем управления общесамолётным оборудованием (СУОСО). Реализация КБО на базе СУОСО позволяет отказаться от вычислителей части самолётных систем, заменив их единым вычислителем СУОСО. При этом приём данных от датчиков

и управление агрегатами осуществляется с помощью распределённых по самолёту устройств ввода-вывода информации.

Целью данной работы является разработка блока преобразования информации (БПИ) для СУОСО самолета МС-21-200, осуществляющего приём данных от датчиков общесамолётного оборудования.

Установку данных блоков необходимо предусматривать в местах концентрации датчиков общесамолётного оборудования, а именно в носовой части самолета,

в центроплане и в хвостовой части. Это позволит значительно сократить массу и длину кабельной сети самолета.

БПИ обеспечивает приём аналоговой и дискретной информации от датчиков и агрегатов самолётных систем, их первичную обработку и передачу в вычислители СУОСО по кодовым линиям связи в соответствии с требованиями ARINC 825-2.

На основании процесса оценки безопасности к БПИ предъявляются повышенные требования в части надёжности и отказобезопасности, в результате чего для него определён уровень гарантии разработки А в соответствии с ARP4754a / P4754A и ARP4761 / P4761. Предложенная архитектура БПИ и разработанные требования высокого уровня

к программному обеспечению (ПО) БПИ удовлетворяют требованиям к аппаратному обеспечению в соответствии с DO-254 / KT-254 и к ПО в соответствии с DO-178C /

KT-178C, предъявляемым к элементам категории критичности А.

В БПИ предусмотрены четыре режима работы: стартовый режим, рабочий режим, режим расширенного контроля и технологический режим (режим программирования).

При подаче питания БПИ переходит в стартовый режим, в котором проводится стартовый контроль, а также определяется местоположение блока на борту самолета, после чего происходит переход в рабочий режим.

Переход в режим расширенного контроля осуществляется на земле по запросу от бортовой системы технического обслуживания.

Технологический режим программирования предназначен для загрузки ПО в память блока доступен только на демонтированном с самолёта блоке.

Разработанные решения внедрены в работу ООО «ОАК-Центр комплексирования» в рамках проекта по разработке системы управления общесамолётным оборудованием среднемагистрального пассажирского самолёта МС-21.

Список использованных источников

1. Иванов А. С., Копылов И. А., Лосяков Е. И. Блок преобразования информации для авионики // Гагаринские чтения – 2016: XLII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: в 4 т. – Т. 1 – М.: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2016. – с. 621–622.

2. Иванов А. С., Лосяков Е. И. Дистанционный микропроцессорный измерительно-управляющий модуль // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации: Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, 14-20 сентября 2016 г., Алушта. – М.: Технология, 2016. – с. 153-154.

3. Зайцев Д. Ю., Неретин Е. С. Дистанционный концентратор данных // Справочник инженера. – №5. – 2014. – с. 41–46.

Мобильное приложение для учётов финансов

Иванченко Н.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

anikkinho@gmail.com

В работе затронута проблема учёта финансов. нужно уделять внимание не только тому, сколько вы зарабатываете, но и тому, сколько тратите. Сделать это просто – нужно начать отслеживать свои расходы и доходы. Удобнее будет использовать мобильное приложение, поскольку телефон всегда под рукой.

Вопрос экономии семейного бюджета в условиях финансового кризиса становится все более актуальным. Как снизить расходную часть, если не получается увеличить доходную? Самым простым способом экономии является контроль и учет каждой траты. Это помогает избежать незапланированных, импульсивных покупок, о которых со временем мы только жалеем. Именно на наши эмоции рассчитывают маркетологи, расставляя товары в супермаркетах определенным образом. Уберечь от незапланированной траты вас сможет понимание того, что ее нужно внести в список расходов. А найти разумного объяснения, почему вы приобрели ненужный, на самом деле товар, вы не сможете.

Смартфоны давно вошли в нашу повседневную жизнь. Сегодня это не просто мобильный телефон. С помощью широкого функционала умных гаджетов мы развиваемся, развлекаемся, решаем множество сложнейших ежедневных задач.

Люди ведут персональный финансовый учет с различными целями: выплатить кредиты, организовать накопления, сократить расходы, спланировать даты платежей и поступлений, если с трудом хватает денег до зарплаты. Цели, которые я преследую, создавая данный сервис для учётов финансов:

- Быстро понимать количество денег на каждом счете

- Анализировать и улучшать структуру расходов и доходов

- Быстро находить информацию: когда и/или за сколько я что-то покупал при возникновении подобных вопросов

- Контролировать долги

- Анализировать долгосрочные финансовые цели

- В будущем реализовать дополнительные идеи персональной автоматизации: автоматические покупки, отслеживание цен, сравнение магазинов и сервисов

- Исходя из них, сформировал набор критериев:

- Гибкость учета: иерархия категорий затрат, группы счетов, мультивалютность, проекты, контрагенты, регулярные платежи

- Удобство внесения данных: виджеты, парсинг смс, интеграция с банками, сканирование чеков, автоматическое обновление курсов валют

- Отчетность: конструктор, экспорт, стандартные отчеты по категориям и динамике расходов, баланс счетов

- Аналитические инструменты: прогноз накоплений, прогноз затрат

- Напоминания о долгах и регулярных платежах

- Резервное копирование: локальное и облачное, настройка расписания

- В целях удобного представления сводки о доходно-расходной части была разработана модель, содержащая такие входные данные как:

- текущая сумма

детальный отчет расходов за n-ый месяц
детальный отчет доходов за n-ый месяц
детальный отчет за последние 12 месяцев

На основе полученных данных, модель рассчитывает доходы и расходы на основе выделенных, нами, временных периодов, а также доходов и расходов.

Модель реализована на языке программирования -Swift / Objective-C.

В данный момент модель проходит тестирование на кафедре “Компьютерная математика”.

Литература

Beginning iPhone Development with Swift: Exploring the iOS SDK, 2016. - 816 с.

Комплекс инструментов для исследования алгоритмов выделения ключевых слов из текстов на русском языке

Ивашенко М.В.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

maksim.ivashchenko94@gmail.com

На сегодняшний день на рынке программного обеспечения доступно большое количество автоматизированных систем обработки текстов на естественном языке. С течением времени применение таких систем расширяется и распространяется на большое число различных областей знаний.

В течение последних нескольких лет в области лингвистики возрос интерес к решению проблемы определения смысла текстов. Одной из наиболее важных задач является построение содержательной модели текста и описание его семантической структуры. Решение такой задачи непосредственно связано с проблемой выделения ключевых слов.

В процессе анализа существующих инструментов обработки текстов, были выделены и проанализированы следующие системы: Yahoo Term Extractor Web Service, Maui, Natural, Content Analyzer, ITop, Extractor, Семантическое зеркало, Istio и Advego. Данные системы были выбраны в соответствии с их рейтингом популярности в IT-сообществе.

В результате проведенного исследования была дана оценка функциональности инструментов по следующим критериям: доля совпадения результата работы системы с результатом работы эксперта, доступность использования и независимость от области применения. Таким образом, следует отметить системы Natural, Istio, Content Analyzer и Advego, показавших высшие результаты относительно других систем, однако, показатели эффективности их работы недостаточны. Данный факт связан с тем, что в основе большинства систем лежат статистические методы, которые при выделении ключевых слов основываются лишь на частотных характеристиках слова, при этом не применяя методы предварительной обработки текстов (лемматизации, фильтрации стоп-слов, определение морфологических характеристик) для достижения более высоких результатов статистического анализа. Исходя из этого, было принято решение о разработке научно-исследовательского программного инструмента обработки текстов на русском языке. В процессе обработки текстов разрабатываемый инструмент применяет различные реализованные в нем методы извлечения ключевых слов (частотный, TextRank, TF-IDF и их модификации, а также метод на основе ИнТеМ), также доступны разнообразные возможности пред- и постобработки входных текстов (лемматизация, фильтрация по частям речи, фильтрация стоп-слов и др.) и визуализации результатов. Такой набор возможностей позволит анализировать отклонение работы различных методов друг от друга и выработать эффективную последовательность обработки текста для достижения более качественных результатов выделения ключевых слов из текстов на естественном языке.

1. Cisco's Technology News Site [Электронный ресурс] / Global IP Traffic & Service Adoption Drivers, Режим доступа: <https://www.cisco.com> (Дата обращения: 22.11.2017г.).

2. Большакова Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика / Е.И. Большакова, и др. учеб. пособие. - М.: МИЭМ, 2011 272 с.
3. Лазарева О. Ю. Методы выделения ключевых слов в контексте электронных обучающих систем / О. Ю. Лазарева, М. С. БоломUTOва, Молодой ученый. — 2016. — №26. — С. 143-146.
4. Боярский К. К. Введение в компьютерную лингвистику / К. К. Боярский, Учебное пособие. — СПб: НИУ ИТМО, 2013. — 72 с.

Создание технологического оборудования по шаблонам в SmartPlant3D

Карпенко Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.

УГАТУ, Уфа

kda_2107@mail.ru

Системы автоматического проектирования (САПР) уже стали неотъемлемым элементом в любой успешной проектной организации. Такие системы позволяют значительно сократить сроки разработки проекта, максимально автоматизировать и сделать эффективным процесс взаимодействия с заказчиком и строительной организацией, минимизировать издержки и риски, связанные с организацией проектирования и строительства, эффективно управлять изменениями, возникающими как по ходу проекта, так и при выполнении исполнительной документации.

В различных проектах, реализуемых проектными организациями, используется похожее оборудование (насосы, емкости и т.д.), но с различными типоразмерами (диаметр, монтажная длина и т.д.). Построение с «чистого листа», равно как копирование и редактирование готовых элементов, является рутинным и трудозатратным процессом.

Решить эту проблему можно благодаря добавлению в базу данных (БД) 3D - модуля новых элементов программным способом. Механизм добавления элементов в БД можно разобрать на примере программного обеспечения SmartPlant3D. Процесс добавления можно разделить на несколько этапов:

- 1 - создание файла данных с разрешением *.dll с использованием модуля VB6 (VisualBasic6);

- 2 - заполнение загрузочного файла с разрешением *.xls для добавления элемента в БД проекта;

- 3 - построение элемента непосредственно в проекте с изменением необходимых параметров.

Вышеописанный способ позволит не только быстро и легко добавлять и редактировать элементы в проекте, сохраняя изначальные привязки в пространстве, а даже строить совместно элементы различных классов, таких как Structure (металлоконструкции) и Equipment (оборудование), что в случае построения из примитивов необходимо было делать в различных разделах проекта.

Разработка приложения для нахождения нормальной (жордановой) формы матрицы линейного оператора

Кижватова Н.В., Дирацуян Д.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

bubblelovelerner@gmail.com

В различных областях математики, физики, химии и других науках повсеместно используются всевозможные матрицы и их виды, в частности - жорданова форма, получившая название будучи исследованной Мари Жорданом.

Нормальная жорданова форма (ЖФ) представляет собой блочно-диагональную матрицу, то есть на диагонали находятся квадратные блоки (или жордановы клетки, соответствующие собственным значениям матрицы), а все остальные элементы - нули.

Одно из применений жордановой формы — решение систем линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. В отличие от метода собственных значений и собственных векторов (где нередко оказывается, что число собственных векторов меньше размерности исходной матрицы, то есть нельзя составить базис, состоящий только из собственных векторов), метод, основанный на нахождении жордановой формы позволяет получить жорданов базис, на основе которого можно построить ФСР.

Так же, ЖФ нашла свое применение в исследовании анализа устойчивости - одной из главных задач механики, авиации. При более глубоком анализе устойчивости, ЖФ позволяет достаточно просто определить устойчивость подсистем, т.к. нахождение жордановой формы аналогично разложению передаточной функции на сумму элементарных дробей. Группировка слагаемых позволяет определить устойчивость разбиений.

Для определения ЖФ решалась полная проблема собственных значений (СЗ) матрицы. Чтобы найти все СЗ симметричной матрицы был использован метод вращений Якоби. Суть метода состоит в последовательных ортогональных преобразованиях, где на каждой итерации происходит обнуление одного из внедиагональных элементов. Итерации производятся до тех пор, пока матрица не станет диагональной. В результате преобразований элементы на диагонали оказываются собственными значениями.

Для несимметричных матриц использовался итеративный QR-метод. Метод основан на QR-разложении ($A=QR$, где A — исходная матрица, Q — унитарная, а R — верхнетреугольная), для реализации которого был выбран алгоритм Грама-Шмидта.

Для разработки приложения был выбран высокоуровневый язык программирования C#, среда разработки Visual Studio 2017.

Разработка прикладной системы мониторинга и прогнозирования состояний высоконагруженной системы очередей сообщений

Кишкель М.Л.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

MLKishkel.SBT@sberbank.ru

С каждым годом на рынке и внутри крупных ИТ-компаний появляется все больше разнородных автоматизированных систем, приложений и компонент. Для обеспечения взаимодействия между ними используется связующее программного обеспечения (СПО, middleware). Одним из таких СПО является Сервисная шина предприятия (enterprise service bus, ESB), предоставляющее унифицированное взаимодействие между разнородными системами, основанной на принципах SOA. Некоторые ESB ориентированы на обмен сообщениями (MOM). Основой таких ESB являются системы очередей сообщений, позволяющие построить надежную и асинхронную коммуникацию между разнородными системами.

С увеличением количества систем, участвующих в обмене сообщениями, и с увеличением частоты, количества и объема передаваемых сообщений увеличивается и нагрузка на ESB, в связи с чем, необходимой потребностью возникает мониторинг жизненно важных для ESB компонент, одной из которых является система очередей сообщений. Таким образом, создание системы мониторинга очередей сообщений является необходимой задачей в рамках растущей нагрузки на ESB. Возможность прогнозировать моменты пиковых нагрузок на ESB является крайне полезной и важной опцией.

В рамках поставленной задачи был проанализирован имеющийся на рынке набор API, позволяющих собирать и обрабатывать статистику, реализована система мониторинга

высоконагруженной системы очередей сообщений. Система успешно прошла апробацию в рамках работы на тестовых средах компании-заказчика. В качестве языка программирования, на котором была написана система, был выбран Java 8 за счет своей мультиплатформенности и большого количества фреймворков. Для сбора данных по состоянию серверов с очередями сообщений (RAM, CPU и т.д.) и для сбора информации о состоянии приложения используется Zabbix. Для визуализации данных мониторинга используется grafana. В данный момент система умеет работать с IBM MQ, Apache Kafka, RabbitMQ и Apache ActiveMQ. В базу записываются метаданные и сама статистика.

В данный момент идет проработка вопроса прогнозирования состояния очередей сообщений на основании полученных в рамках мониторинга статистических данных.

Разработка информационной системы для апостериорного мониторинга комплексов навигационных систем

Комиссаров А.В.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Трембач В.М.

МАИ, Москва

commissarii@mail.ru

Актуальность темы определяется значением, которое имеют спутниковые навигационные системы в современном мире. Надежная и интуитивно понятная система повышает эффективность работы различных служб. В последние годы технологии отслеживания и обработки сигналов от спутниковых систем глобальной навигации значительно улучшились. Продолжает увеличиваться количество спутников на орбите и число доступных сигналов. Вводятся в строй новые системы, расширяются и модернизируются существующие. На сегодняшний день имеются четыре спутниковых группировки, две из которых полностью работоспособные системы ГЛОНАСС и NAVSTAR GPS, и две находятся на стадии развёртывания — BEIDOU и GALILEO. Постановка задачи - создание информационной системы на основе анализа общих принципов функционирования навигационных спутниковых систем на языке программирования Python. Информационная система должна обеспечить автоматический расчёт характеристик навигационного поля ГНСС данных мониторинга спутниковых навигационных систем, их дальнейшее заполнение в СУБД PostgreSQL и создание суточного отчета мониторинга спутниковых навигационных систем. Областью применения данной информационной системы является слежение за состоянием работы космических аппаратов и создание отчетов об их работоспособности. Реализации информационной системы по суточному мониторингу ГНСС, позволила провести анализ и сделать выводы, что математическую и алгоритмическую базы данной системы можно будет использовать для реализации почасового мониторинга ГНСС на основании таких же входных данных.

Адаптивный метод обработки данных устройств с вариативной платформой

Коскова С.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Орлов В.П.

МАИ, Москва

foxin8ox@gmail.com

В данной работе представлена проблема трансляции данных из высокоскоростных цифровых интерфейсов в ЭВМ.

Целью работы является исследование возможности создания вариативной платформы для задач высокоскоростной трансляции цифровых данных в ЭВМ.

Был сделан краткий обзор существующих методов трансляции данных в ЭВМ и сделан вывод о том, что наиболее перспективным вариантом является создание собственного устройства на базе вариативной платформы. В работе показано, что наилучшим вариантом

исполнения такой платформы является печатная плата с использованием ППВМ, возможностью подключения динамической оперативной памяти и набора мезонинов через стандартные разъёмы. Также автором разработана возможная архитектура конфигурации ППВМ для такого устройства.

В результате исследования автору удалось доказать возможность создания вариативной платформы для широкого спектра устройств, выполняющих задачу передачи данных из высокоскоростных цифровых интерфейсов в ЭВМ. Также автором была разработана такая платформа на базе ТЗ на конкретную разработку.

ЭВМ проникли во все сферы человеческой жизни. Особенно широко они используются в технических областях, связанных с обработкой данных. Ярким примером является космическая отрасль, одной из основных целей которой является получение данных со спутников.

Для низко летящих спутников длительность сеанса передачи информации составляет только 10 минут, пока спутник находится в зоне видимости антенны приёмного пункта. Раньше для передачи данных, принятых от спутниковой антенны, в ЭВМ было достаточно 24 линии LVDS со скоростью 200Мб/с. Так как объёмы передаваемой информации увеличились, а увеличение количества линий невозможно, было принято решение увеличить скорость передачи по каналу до 1Гб/с с использованием интерфейса GigaStar. Для этого разрабатывается новая аппаратура для сбора и сохранения данных с возможностью модернизации в дальнейшем.

Постоянное повышение скорости передачи накладывает жёсткие ограничения на системы высокоскоростного сбора, сохранения и обработки информации, которые обеспечивают обмен данными со спутниками.

Поэтому актуальна проблема записи в ЭВМ данных из разнообразных высокоскоростных интерфейсов. Обычно для этой цели используют готовые платы цифрового ввода/вывода или разрабатывают специальные устройства (обычно на базе ПЛИС) для каждого конкретного случая. Готовые устройства часто не подходят для решения поставленных задач, а разработка специальных устройств сопряжена со значительными временными затратами и высокой сложностью задачи. В данной работе исследуются проблемы, связанные с созданием блоков для высокоскоростного сбора данных и передачей в ЭВМ.

Целью данной работы было исследование возможности создания максимально вариативной платформы для задач трансляции данных из высокоскоростных интерфейсов в ЭВМ. Вариативная платформа при прочих равных может снизить сложность и временные затраты для создания решения для конкретной задачи, повысить надёжность и ремонтпригодность устройства и унифицировать используемые протоколы и набор используемых электронных компонентов. Исследование ведётся на базе разработки устройства для приёма 24 каналов интерфейса GigaStar по оптическим линиям и дальнейшей передачи этих данных в ПК на основе ТЗ.

Данная работа демонстрирует возможность создания вариативной платформы для задач трансляции данных в ЭВМ и обладает высокой практической значимостью.

В исследовательском разделе проведён анализ ТЗ для выявления ключевых параметров, которым должно удовлетворять разрабатываемое устройство. Также проведён анализ готовых устройств и возможных вариантов конструкции платформы, после чего выбран оптимальный вариант.

В специальном разделе описана архитектура конфигурации ПЛИС и рассмотрены проблемы адаптивной обработки данных в устройствах с вариативной платформой.

Технологический раздел раскрывает вопросы выбора элементов для создания вариативной платформы, разработки электрической принципиальной схемы

В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

После выбора основного построения системы и выбора блоков. В специальном разделе выбирается структура и работа внутренних блоков ПЛИС, а также расписано назначение их. В технологическом разделе идёт проектирование электрической схем.

Исследование алгоритмов решения NP-полной задачи раскраски графа

Косолапов А.В., Горячев А.М.

Научный руководитель — Мокряков А.В.

МАИ, Москва

jhiiiuruwe@yandex.ru

При решении практических задач с применением графов возникает необходимость в разбиении множества вершин графа на классы попарно несмежных между вершин. Довольно часто дополнительно требуется, чтобы таких классов было наименьшее число. В теории графов подобные задачи формулируются в терминах раскраски вершин графа. Существует несколько разновидностей раскрасок графа: - вершин, ребер, областей (в планарном графе).

Раскраска вершин является главной задачей среди остальных задач раскраски. Раскраска ребер и областей могут быть сведены к предыдущей задаче.

Наименьшее число k , при котором существует правильная k -раскраска графа G , называется хроматическим числом графа G . Раскраска называется правильной, если две смежные вершины графа будут раскрашены в разные цвета.

Задача раскраски графа применяется во многих практических областях. Например при составлении всевозможных расписаний, при решении проблем планирования, в распараллеливании численных методов и т.д.

При выборе оптимального алгоритма раскраски графов необходимо учитывать некоторые условия: количество вершин в графе, количество ребер, а также желаемую точность определения минимального хроматического числа.

Раскрасить граф можно с помощью следующих алгоритмов: жадной раскраски, точный алгоритм, полиномиальный алгоритм, алгоритм стягивания, децентрализованный алгоритм и т.д.

Для исследования этих алгоритмов будет разработана система, моделирующая задачу раскраски для различных графов. Будет проведен анализ всех алгоритмов с целью выявить их преимущества и недостатки, а также предложить наилучшее решение для конкретной задачи.

Туманные вычисления в единой Wi-Fi сети Умного города

Кофман М.С.

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

МАИ, Москва

mkkof@yandex.ru

В последнее время концепция Умного города вызывает большой интерес в научных и инженерных кругах как средство решения проблем, связанных с быстрорастущей урбанизацией. Концепция призвана уменьшить нагрузку на структуры города и энергопотребление, распределяя высоконагруженные ресурсы более эффективно, улучшая таким образом качество жизни. Однако создание Умного города встречается с множеством проблем, связанных со сложной структурой системы и используемыми большими данными.

Для решения многих возникающих проблем в настоящее время используются Облачные вычисления, однако даже при их использовании возникают большие трудности, связанные с необходимостью передавать огромные объемы данных в центры обработки данных (ЦОД), что требует большой пропускной способности и энергопотребления. Кроме того, из-за

большого объема передачи данных Облачные вычисления не обеспечивают контроль в режиме реального времени. Недавно разработанная Cisco компания Fog Computing расширила парадигму Облачных вычислений до Туманных вычислений, обеспечивающих запуск геораспределенных приложений по всей сети [3].

В отличие от Облачных вычислений, Туманные основаны на выполнении на оконечных устройствах сети высокочувствительных приложений, поддерживающих взаимодействие в реальном времени. Кроме того, на верхнем уровне Туманной архитектуры по-прежнему может использоваться Облачная среда в ЦОДе для более глубокой аналитики [1].

В Российской Федерации осознают перспективность использования Туманных вычислений: это доказывает существование письма от 2016 года из Администрации президента Российской Федерации, содержащего указание заняться подготовкой соответствующей инфраструктуры [4].

Но, возможно, подобная инфраструктура уже существует: прямо сейчас в Москве создается общественная сеть Wi-Fi, которая, согласно прогнозам, должна стать крупнейшей в мире [5]. Уже сейчас единое транспортное Wi-Fi пространство Москвы – крупнейшее бесшовное в Европе [6].

Объединив Туманные вычисления с другими перспективными направлениями развития современных Информационных Технологий представляется возможным создание многофункциональной системы геопро пространственного мониторинга города Москвы. Данная система может выполнять сразу несколько функций, например, использоваться для борьбы с терроризмом, анализа социальных настроений или других целей, которые еще только предстоит определить.

Следует отметить, что, за счет использования в системе Туманных вычислений, данные программно обрабатываются и деперсонифицируются на оконечном устройстве, и дальнейшая их передача происходит анонимно, а потому не страдают права граждан на конфиденциальность использования сети. Кроме того, отчеты об обработанных данных могут быть доступны для просмотра всем пользователям, подключенным к оконечному устройству через Wi-Fi. Для реализации данной функции предполагается использование стандарта Wi-Fi Direct, позволяющего двум и более устройствам обмениваться данными без маршрутизаторов по каналу Wi-Fi. Подобная функция будет выступать гарантом того, что наблюдение за данными пользователей ведется прозрачно, что является немаловажным показателем для систем глобального наблюдения в Умных городах [2].

Литература.

1. Tang B., Chen Z., Hefferman G., Wei T., He H., Yang Q., « A Hierarchical Distributed Fog Computing Architecture for Big Data Analysis in Smart Cities » // ASE BD&SI, 2015.
2. K. Finch, O. Tene, «Welcome to the Metropticon: Protecting Privacy in a Hyperconnected Town» Fordham Urb. L.J., v. 41, p. 1581-1615, 2014.
3. Open Fog Reference Architecture Technical Paper // OpenFog Consortium, URL: https://openfogconsortium.org/wp-content/uploads/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17-FINAL.pdf (дата обращения: 13.02.2018).
4. М. Коломыченко, Держи туман шире // Газета Коммерсантъ, № 116, 01.07.2016.
5. Собянин заявил о создании в Москве крупнейшей в мире сети Wi-Fi // РБК, URL: <https://realty.rbc.ru/news/5a1803539a79478232e4f977> (дата обращения: 13.02.2018).
6. В Москве будет создана бесшовная зона Wi-Fi для пассажиров // CNews, URL: http://www.cnews.ru/news/line/2016-10-11_v_moskve_budet_sozdana_besshovnaya_zona_wifi_dlya (дата обращения: 13.02.2018).

Разработка стенда для изучения промышленных регуляторов

Кошляков П.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гусаров А.В.

РГАТУ им. П. А. Соловьёва, Рыбинск

pkoshlyakov1@yandex.ru

В настоящее время на производстве активно осуществляется автоматизация производственных процессов. Существуют разные способы автоматизации, но все они сводятся к тому, чтобы облегчить работу предприятия или фирмы, заменив рутинную ручную работу автоматизированным устройством или специальной программой. Нужны специалисты для работы с такими системами, но готовить их на реальных объектах не всегда возможно. На кафедре «Вычислительные системы» РГАТУ им. П.А. Соловьёва был разработан специальный лабораторный стенд, который позволяет изучать основные законы управления промышленными регуляторами.

Существующие лабораторные стенды для изучения систем автоматизированного управления на базе программируемого логического контроллера имеют следующие недостатки: отсутствие реального объекта управления, затруднительное ручное управление контроллером, невозможность или трудность построения графиков переходных процессов, отсутствие настройки пропорционально-интегрально-дифференциального регулирования, сравнительно большая цена. Разработанный стенд лишён вышеперечисленных недостатков.

Лабораторный стенд состоит из программируемого логического контроллера, вентилятора, потенциометра, и управляющих кнопок. Вентилятор является имитатором реального объекта управления. На вентиляторе установлена специальная металлическая шторка, которая позволит оценить мощность воздушного потока вентилятора. Ось шторки жёстко связана с осью потенциометра. Используется потенциометр с линейным законом изменения сопротивления. Всё это позволяет наглядно увидеть результат настройки программируемого логического контроллера и изучить переходные процессы.

Управлять стендом можно как аппаратно, так и программно. Единственное, чем нельзя управлять программно – сигнал готовности «Ready», так как производители программируемого логического контроллера установили защиту на данный сигнал.

Для того, чтобы облегчить управление контроллером, было разработано специальное ПО в SCADA-системе «MasterSCADA 4D». SCADA-система – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления.

Чтобы SCADA-система распознала контроллер, необходим OPC-сервер, который является связующим звеном. В OPC-сервере настроен порт подключения, скорость передачи данных, количество битов данных и стоп битов, а также установлена связь переменных SCADA-системы с регистрами ПЛК.

В ходе тестирования разработанного лабораторного стенда было выявлено, что при правильной настройке системы можно приблизиться к значению уставки, минимизировать перерегулирование и увидеть как изменяется мощность воздушного потока и положение шторки в реальном времени, что и является основной задачей данного устройства. В ближайшее время планируется добавить ещё один контроллер, а также усовершенствовать конструкцию изделия, сделав её более эргономичной.

Увеличение компрессии больших графов с сохранением операбельности

Крашенинников К.Г.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Зайцев В.Е.

МАИ, Москва

kostia_k@bk.ru

Продолжая исследования в области сжатия графов[1][2], автор получил результаты, позволяющие сжимать большие графы, по сравнению с классическим алгоритмом Boldi-Vigna.

В докладе предлагается модификация алгоритма сжатия графов Boldi-Vigna[3][4], повышающая коэффициент компрессии графа.

Оригинальный алгоритм Boldi-Vigna проходит по графу окном просмотра и сжимает входящие в него списки смежности. Для каждой вершины i находится, если существует, такая вершина j , при сжатии относительно которой размер полученных данных будет минимальным. Алгоритм сжатия рассматривает отдельно сжатие общей части – вершин, входящих как в i -й список смежности, так и в j -й, и дополнительных – вершин i -го списка смежности, не входящих в j -й список.

В отличие от оригинальной версии алгоритма, модифицированная версия использует такой набор вершин $\{j_0, j_1, \dots, j_{n-1}\}$, при котором достигается максимум коэффициента сжатия для данного алгоритма. Другими словами модифицированный алгоритм рекурсивно применяет обычный алгоритм Boldi-Vigna к дополнительным вершинам списка смежности, пока это позволяет повысить степень сжатия.

Общие части представляются как битовые маски списка смежности узла i , которые в дальнейшем сжимаются при помощи алгоритма RLE. Для сжатия дополнительных элементов используется сначала разностное кодирование, а после – интервальное кодирование. Затем сжатые данные объединяются и записываются в файл посредством битового кодирования. В результате получаем бинарный файл, где каждое окно и каждый список смежности представлены независимо. Тем самым достигается возможность локальной обработки графа без полной его декомпрессии.

Полученный алгоритм эффективно распараллеливается, и позволяет использовать как CPU, так и сопроцессоры, реализующие массовый параллелизм.

В докладе представлена зависимость коэффициента сжатия относительно размера графа. Для тестирования используются неориентированные разреженные графы, сгенерированные на основе моделей R-MAT и SSCA2.

Литература

1. Крашенинников К.Г. Исследование возможностей использования гетерогенных вычислительных систем для ускорения алгоритма сжатия разреженных графов. Материалы XI Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016), 25–31 мая 2016 г., Алушта. — М.: Изд-во МАИ, 2016. — 600 с.: ил.
2. Крашенинников К.Г. Использование гетерогенных вычислительных систем для ускорения алгоритма сжатия разреженных графов. Гагаринские чтения – 2016 : XLII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: В 4 т. Т. 1: М.: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2016. 690с
3. Paolo Boldi, Sebastiano Vigna. The WebGraph Framework I: Compression Techniques. Proceedings of 13th international conference on WWW, page 595-602, May 17 - 20, 2004.
4. Paolo Boldi, Sebastiano Vigna. The WebGraph Framework II: Codes For The World-WideWeb. Proceedings of the Conference on Data Compression, Page 528, March 23 - 25, 2004.

Разработка программной системы выделения именованных сущностей на основе правил

Кузьмина А.И.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

nitonok@gmail.com

В настоящее время растет необходимость в автоматизированном анализе текстов, одной из основных целей которого является автоматическое извлечение структурированных данных из неструктурированных или слабоструктурированных источников.

Компьютерная лингвистика занимается изучением математических моделей, с помощью которых возможно описание естественных языков. Основной задачей компьютерной лингвистики является разработка компьютерных программ для автоматической обработки текстов на естественном языке.

Важной подзадачей обработки текстов и извлечения информации из них является задача извлечения именованных сущностей. Именованной сущностью считается слово или словосочетание, предназначенное для конкретного и вполне определенного предмета, выделяющего этот предмет из ряда однотипных предметов. Задача извлечения именованных сущностей - это распознавание и выделение слов или словосочетаний в тексте, являющихся именованными сущностями, и классификация выделенных именованных сущностей по предопределенным категориям, обычно это имена людей, названия организаций, топонимы и другие.

Извлечение именованных сущностей находит широкое применение во многих областях, связанных с обработкой и извлечением информации из текстов на естественных языках, таких как классический и кросс-языковой информационный поиск, создание диалоговых систем и систем "вопрос-ответ", извлечение фактов, оценка тональности текстов, синтез и распознавание речи.

Особенности естественно-языковых текстов не позволяют в полной мере создать универсальное средство для решения задачи выделения именованных сущностей, не привязанных к конкретному языку, предметной области и т.д. Поэтому была разработана система выделения именованных сущностей из текстов на русском языке на основе создания грамматических правил выделения именованных сущностей из текстов и их классификация с помощью дополнительных расширяемых словарей и справочников. Использование вручную написанных грамматических правил выделения именованных сущностей обеспечивает надежность и корректность выделения кандидатов в именованные сущности, а наличие расширяемых словарей и справочников позволяют системе определить класс именованной сущности.

В разрабатываемой системе выделение именованных сущностей в тексте происходит в три этапа:

1. Подготовка данных для проверки.

Исходный текст разбивается на массив лексем по признаку пробела между ними. Знаки пунктуации при этом остаются в составе проверяемых лексем.

2. Отбор лексем, наиболее вероятно являющихся именованными сущностями.

Производится пошаговая проверка всех элементов массива лексем. Отбор лексем производится по следующим признакам: лексема начинается с буквы верхнего регистра; в лексеме присутствуют символы-цифры; лексема обрамлена кавычками.

Соседние выбранные лексемы объединяются в одно словосочетание. Лексемы, которые располагаются непосредственно рядом с выбранными лексемами, но не являющиеся возможными именованными сущностями, присоединяются к таким словосочетаниям. Причиной для неприсоединения соседних лексем могут быть знаки пунктуации, указывающие на разделение или окончание предложений.

3. Проверка по словарям и справочникам.

Последним этапом выделения именованных сущностей является проверка выделенных лексем по словарям и справочникам именованных сущностей. Последовательность проверок по различным словарям в определённом порядке выделяет из сформированных словосочетаний именованные сущности, независимо от их грамматической формы. Сущности разбиваются на следующие классы: персона; организация; местоположение; другое.

Результатом работы алгоритма является список выделенных именованных сущностей с указанием их классов, например:

"Сегодня президент компании [Организация Tesla] [Персона Илон Макс] сообщил, что компания [Организация Tesla] завершила в [Местоположение Австралии] сборку крупнейшей в мире литий-ионной батареи.

В дальнейшем наборы правил, словари и справочники могут расширяться, чтобы обеспечить более корректное и верное выделение именованных сущностей, в том числе и многосоставных, а также будет проведена оценка качества работы системы, которая позволит определить направления дальнейшей доработки и усовершенствования системы.

Разрабатываемая система может использоваться при решении любых задач обработки текстов на русском языке, а также на его основе впоследствии может быть создана библиотека для использования в других программных комплексах.

Список литературы:

1. Nadeau D. and Sekine S. A survey of named entity recognition and classification [Journal] // *Linguisticae Investigationes*. - Amsterdam, Netherlands: John Benjamins Publishing Company, 2007. - Vol. 30. - P. 3-26.
2. Rau, Lisa F. Extracting Company Names from Text - Proc. Conference on Artificial Intelligence Applications of IEEE, 1991.
3. Нехай И.В. Применение n-грамм и других статистик уровня символов и слов для семантической классификации незнакомых собственных имен. - Сборник докладов "Диалог", 2012. - том 1, 477 с.

Обзор ансамблевых методов кластеризации категориальных данных для пользовательских интерфейсов

Леонов А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Падерно П.И.

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

anton.leonov18@gmail.com

На сегодняшний день алгоритмы кластеризации категориальных данных применяются в различных областях науки, таких как машинное обучение, распознавание образов, обработка изображений. Одним из возможных применений таких алгоритмов является построение классификации пользовательских интерфейсов (ПИ). Такая классификация позволила бы использовать характеристики класса ПИ [1] для решения задачи определения профессионально-важных качеств.

К сожалению, алгоритмы кластеризации категориальных данных (например, k-modes [2], ROCK [3], CLOPE [4]) могут формировать различные кластеры на одних и тех же наборах данных. Таким образом, возникает проблема интерпретации результатов кластеризации, а также определения качества кластеризации. Для решения данной задачи применяются специальные ансамблевые методы кластеризации [5].

Любой ансамблевый метод включает в себя два основных шага. Первый – генерация кластеров. На данном этапе применяются несколько различных алгоритмов кластеризации или один алгоритм с различными параметрами для одного набора исходных данных. В результате получается набор кластеров, который подается на второй шаг ансамблевого метода, который называется шагом согласия. На этом этапе ко всем элементам кластеров

применяется функция согласия, которая позволяет построить итоговое распределение объектов по классам [5].

На сегодняшний день существует пятнадцать различных групп ансамблевых методов кластеризации. Такое многообразие методов объясняется огромным количеством алгоритмов кластеризации и различными функциями согласия [5].

В данной работе приведен краткий обзор существующих ансамблевых методов, которые могут быть применены для построения классификации ПИ. Возможность применения того или иного метода была определена на основе способа представления ПИ (линеаризованное дерево, построенное по методике FODA [1]), а также реализованных алгоритмов кластеризации (k-modes, ROCK, CLOPE). В результате анализа групп ансамблевых методов были выбраны следующие: ансамблевый k-means метод; расширенный ансамблевый метод, основанный на накоплении данных (EEAC); метод ансамбля кластеризации с квадратичной ошибкой (SEAM); ансамбль кластеров, основанный на точном методе (EXAMCE), метод повторного отбора и адаптации, метод обобщенного скорректированного индекса (ARImp).

Для проверки работоспособности выбранных алгоритмов имплементирована программа на языке Java версии 8. Исходные данные в виде объектов кластеризации читаются из файла (каждая строка файла представляет собой набор характеристик, разделенных запятыми). Далее к ним применяются алгоритмы кластеризации и формируется набор кластеров для применения функции согласия (промежуточный результат кластеризации записывается в файл). Результирующие кластеры также записываются в файл, чтобы наглядно определить отличия от промежуточного этапа кластеризации.

В результате проведенной работы был выполнен обзор существующих ансамблевых методов кластеризации категориальных данных, выявлены их достоинства и недостатки, определены методы, подходящие для кластеризации ПИ, реализована программа, демонстрирующая работу выбранных методов.

1. Леонов А.В. Алгоритм преобразования FODA-дерева пользовательского интерфейса // Гагаринские чтения – 2017: XLIII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017. С. 760.

2. Huang Z. Extensions to the k-Means Algorithm for Clustering Large Data Sets with Categorical Values // Data Mining and Knowledge Discovery. 1998. Т 2. № 3. С. 283 – 304.

3. Guha S., Rastogi R., Shim K. ROCK: a robust clustering algorithm for categorical attributes // Information Systems. 2001. № 25. С. 512-521.

4. Yang Y., Guan X., You J. CLOPE: a fast and effective clustering algorithm for transactional data // Knowledge Discovery and Data Mining. 2002. С. 682 – 687.

5. Sarumathi S., Shanthi N., Sharmila M. A Comparative Analysis of Different Categorical Data Clustering Ensemble Methods in Data Mining // International Journal of Computer Applications. 2013. Т 81. № 4. С. 46 – 55.

Методы компьютерного зрения в задачах распознавания дорожно-транспортной инфраструктуры по потокам данных с БПЛА

Максимова В.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Крапивенко А.В.

МАИ, Москва

mavsoleum13@gmail.com

За последние 20 лет темп жизни в мегаполисах вырос в среднем на 20-30%, а количество автомобилей почти в 4 раза. В данных условиях важной задачей является организация дорожного движения для обеспечения максимальной безопасности его участников. Однако регулярный мониторинг дорог с помощью специально оборудованных автомобилей, с точки зрения эффективности, экономичности и экологичности, является не идеальным решением, которое усугубляется интенсивностью движения и многокилометровыми пробками. В связи

с этим закономерно встает вопрос наличия альтернативных способов мониторинга и анализа.

В работе предлагается решение представленной задачи мониторинга городской инфраструктуры с использованием БПЛА, что также позволяет оценить обстановку с более обзорного ракурса и проанализировать дополнительные свойства объектов.

В данном подходе существует ряд задач и связанных с ними проблем, одной из которых является распознавание объектов в режиме реального времени: пешеходов, дорожных знаков и так далее. Для решения этой задачи предлагается модернизация каскадного метода VeryFast [1], основанного на многомасштабном детекторе и использование интегральных представлений изображений, гистограммы направленных градиентов (HOG) [2] и цветового пространства LUV. Реализация параллельной работы метода осуществляется с помощью технологии вычислений на GPU CUDA.

Метод ChnFtrs (ChannelFeatures) [3] составляет основу алгоритма VeryFast и заключается в детектировании объектов на изображении, разбитом на N каналов. В ходе экспериментов, максимальная точность детектирования была достигнута на 10 каналах: 3 канала цветового пространства LUV, 6 направлений вектора градиента и канал с градиентным значением исходного изображения. Далее параллельно для каждого канала вычисляется его интегральное представление. Затем строится двухуровневое дерево решений из слабых классификаторов, по которому создается сильный классификатор в виде линейной комбинации весов. Обучение таких деревьев проводится дискретным алгоритмом AdaBoost [4]. Модернизацией алгоритма является использование полученных от БПЛА по CAN-интерфейсу координат местоположения аппарата, с помощью которых рассчитывается расстояние до объекта и его размер в пикселях изображения, что позволяет выявить на кадрах видеопотока области интереса и соответствующие им размеры окон детектирования.

Поскольку рассматриваются БПЛА малых и средних размеров (весом до 25кг), скорость их полета не превышает 460 км/ч, а высота полета может варьироваться от 50 до 1050 метров. При таких параметрах, модуль позиционирования ГЛОНАСС/GPS выдает погрешность не более 3-5 метров, то есть не более 1-2 пикселей на окно детектирования, что приемлемо для данного класса задач.

Организация вычислений на GPU достигается путем установки на БПЛА внешнего вычислительного модуля, основанного на платформе NVIDIA JETSON TX1. Данная платформа совместно с камерой не превышает допустимой полезной нагрузки и, при низком энергопотреблении (~10 Вт), предоставляет значительные вычислительные мощности первичной обработки.

Полученные результаты демонстрируют качественное распознавание объектов при высоком быстродействии, что говорит об эффективности предлагаемого решения и его применимости в режиме реального времени.

1. Benenson R., Mathias M., Timofte R. Pedestrian detection at 100 frames per second // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2012. United States: IEEE Computer Society.
2. Dalal N., Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2005. United States: IEEE Computer Society.
3. Dollár P., Tu Z., Perona P., Belongie S. Integral channel features // British Machine Vision Conference (BMVC). 2009.
4. Cai C. C., Gao J., Minjie B., Zhang P., Gao H. Fast Pedestrian Detection with Adaboost Algorithm Using GPU // International Journal of Database Theory and Application. 2015. vol. 8, num. 6, pp. 125–132.

Разработка и тестирование программного обеспечения информационной системы налогового учета

Маликова Н.Ш.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.

УГАТУ, Уфа

malikova.n.sh@gmail.com

Переход общества к постиндустриальной эпохе базируется на информационных ресурсах, в результате чего повышаются требования к уровню труда производственного персонала. Современные производственные и сервисные технологии, производство продукции и услуг, немислимы без информационных технологий, обеспечивающих потребности в информации управленческих и других функциональных подразделений предприятий [1]. Без автоматизации систем управления и налогообложения сложно представить активно развивающееся предприятие.

Проблемы, связанные с учетом различных налогов и оформлением документации по ним, с каждым годом становятся более актуальными. Разработка модулей информационных систем, поддерживающих налоговый учет в системе представляет большой интерес, т.к. налоговое законодательство меняется в нашей стране как минимум один-два раза в год. Международные системы учета предприятий включают в себя только те модули, которые являются типичными для большинства компаний в обслуживающей стране. В нашей стране российской локализацией занимается предприятие ООО "САП СНГ". В рамках консалтинговых услуг организация реализует необходимые для компаний программы. В большинстве случаев стоимость данных услуг очень высокая и задачи по реализации необходимых программ ложится на плечи информационно-технических отделов предприятия.

Программное обеспечение решения проблем бухгалтерского и налогового учета строится с учетом этапов обработки и интеграции учетных задач. Данные связи значительно упрощают работу пользователям.

Разработка ведется на АВАР/4 - языке программирования высокого уровня, разработанного немецкой компанией SAP и предназначенного только для работы с реализуемым ей программным обеспечением.

Часть программ, для типичных операций во многих организациях предоставляется в рамках российской локализации, однако специфичные процессы не входят в стандартные решения. Пример: нет стандартного решения для построения отчетности по акциям.

Для того, чтобы сформировать декларацию по акциям предварительно необходимо ввести систему документы, это производится стандартными функциями. Далее сформировать реестр по прямогонному бензину. Данный реестр необходим для того, чтобы определить сколько предприятие может принять к вычету акциз. Данную программу необходимо реализовать. Следующая программа необходима для учета экспортных операций. В алгоритм программы должен быть заложен анализ даты отгрузки подакцизного товара на экспорт, именно от него зависит сумма исчисляемого налога. Последний этап - формирование декларации. Система должна позволять формировать отчетность как в системе, т.е. экранные формы, так и выгрузку в печатную форму и файл в формате xml для передачи в налоговые органы.

Таким образом, для реализации отчетности по акциям необходима реализация трех программы, представляющих собой динамические отчеты.

Предварительно транзакции тестируются консультантом методом черного ящика. Создаются тестовые примеры и анализируется реакция программы на введенные данные.

На конечных этапах проекта проводят интеграционное тестирование - тестирование на реальных данных за прошлые периоды в тестовых системах.

Данный этап максимально показывает возможности внедряемой системы и то, что получит заказчик на выходе при приеме проекта.

При построении отчетности по налогам, конечным результатом является декларация. По ее работе можно проверить корректность всего комплекса программ. Результат можно сверить с данными бухгалтерского учета по оборотным ведомостям определенных счетов, во избежание разногласий в учете и отсутствие проблем при аудиторской проверке.

Основная задача внедрения новой системы SAP - решать существующие проблемы, при этом затрачивая минимум времени и наименьшее вмешательство человека, тем самым повышая эффективность работы пользователей, а, следовательно, и предприятия в целом.

Литература

1. Карминский А.М., Черников Б.В., ИС в экономике: В 2-х ч. Ч.1. Методология создания: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2006. 336 с.

Лицензирование ПО для облачных сервисов

Малиновский И.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

ilyamalinaya@mail.ru

Идеи и концепции облачных вычислений изначально начали появляться ещё в далёкие 70е годы XX века. Но в то время, это так и оставалось далёкой от реализации идеей: отсутствовала общедоступная инфраструктура сети.

Первые реализации облачных сервисов появились уже в XXI веке, в 2005-2006 годах. И это ознаменовало бурный рост данной области: различные компании начали предоставлять свои вычислительные мощности. Пользователю такого сервиса открываются практически безграничные возможности: сокращение затрат, гибкость в использовании ресурсов. Широкие возможности так же открываются и для бизнеса. Например, облачные вычисления позволяют организациям быстро и легко масштабировать свою деятельность в соответствии с целями, стоящими перед ними, независимо от задачи, будь то выход на новые рынки, привлечение или удержание новых заказчиков, осуществление слияния или поглощения, сокращение время выпуска на рынок новых продуктов и услуг.

При всех плюсах новой платформы, есть одна существенная проблема, которая не имеет простого и очевидного решения - это лицензирование приложений на облачной платформе. Если рассматривать систему «разработчик-потребитель ПО», то в конечном итоге можно прийти к простому выводу, что разработчик заинтересован в продаже своего ПО, а пользователь в покупке (естественно в условиях потребности в данном ПО). И тут возникает проблема: разработчик хочет получить возмещение своих трудозатрат, тогда как потребитель – стремится эти затраты сократить. На лицо – конфликт интересов. В данной ситуации именно функционал лицензирования сможет помочь свести на минимум возможность перевеса в ту или иную сторону.

В традиционных приложениях сегодня используются различные средства защиты, которые разработчики внедряют в свой продукт. И может быть с ними всё ещё не так плохо (тезис: трудозатраты на взлом любого приложения не всегда соизмеримы с результатом). С ОТ всё несколько сложнее. Пример: при покупке ПО продавец может выдать лицензию на 1 станцию. В случае если пользователь будет использовать купленное ПО только лишь на своём компьютере – проблем не возникнет. Но переход в виртуальную или облачную среду открывает возможность перехода на модель для каждого хоста, где лицензирование всего физического хост-сервера позволяет запускать неограниченное количество экземпляров. Это кажется хорошим на бумаге, но, по правде говоря, это означает экономию только в том случае, если возможны управление размещением виртуальных машин (VM) и максимизация их инфраструктуры.

Сегодня, при использовании облачных технологий в процессе лицензирования, возникает целый новый стек возможностей: Infrastructure as a Service, Platform as a Service, Software as a Service. Разработчики применяют разные техники для определения стоимости

условной единицы лицензирования: будь то пожизненная лицензия на использование своего ПО или с применением роялти.

Единственное, что объединяет эти различные модели лицензирования - это попытки максимизировать доход, и, естественно, разработчики программного обеспечения рассматривают использование своих продуктов в облаке как один из многих вариантов расширения прав на лицензирование, что представляет собой возможность для увеличения доходов.

В связи с возникшей проблемой, необходимо придти к надёжному решению, которое устроит как производителей ПО, так и потребителей. И сегодня это возможно. В своей предыдущей работе [1], мной была предложена концепция лицензирования и защиты сетевого ПО, что решает указанную задачу только частично и только для сетевых приложений. Для облачных вычислений она уже не подходит.

Концепция - идея, которая представлена в этом тезисе, решает поставленную задачу и заключается в следующем: необходимо реализовать комплекс приложений с архитектурой клиент-сервер, где клиенту будет отведена роль наблюдателя за приложением, а на сервер будет возложено требование следить за всеми обращениями клиентов и регистрация новых клиентов, несомненно, с использованием средств продвинутой криптографии. При этом сам сервер может быть установлен в локальной сети, но обязательно должен быть связан с внешним сервисом, который на основе имеющейся информации будет принимать решение о том, стоит ли приостановить какую-либо лицензию на вычислительной машине или нет. Внешние проверки могут осуществляться периодически (например, 1 раз в неделю) или при каждом запуске. Такая модель позволит лицензировать в основном сетевое ПО. Однако, с её помощью можно регистрировать так же и обычное, локальное (естественно, с некоторыми оговорками).

В конечном итоге, система должна состоять из клиентской библиотеки, локального сервера лицензирования и внешнего сервера лицензий, безусловно, размещённого на облачных мощностях.

Подобный комплекс сможет найти потребителя, в ближайшее несколько лет она будет завершена и сертифицирована для последующей продажи в соответствии законами РФ.

Литература

1. Сборник XLIII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения», М.: МАИ, с. 767, 2017

Экспертная система адаптивного обучения Монап

Мамонова В.С.

КНИТУ-КАИ, Казань

limegamind@mail.ru

Деятельность интеллектуальной экспертной системы основана на последовательном, поэтапном формировании у обучаемого новых знаний и контроль уровня сформированности посредством проверки решений учебных задач. С помощью таких проверок строится адаптивное формирование навыков решения учебных задач в рамках определенной предметной области обучения, в рамках данной работы это изучения языка XAML.

Экспертная система содержит непосредственно саму интеллектуальную систему МОНАП, а также вспомогательный теоретический материал, необходимый для изучения ПО.

Теоретический материал для изучения языка XAML – это техническая документация, доступная на официальном сайте. [1] На сайте представлен материал, систематизированный по объектам языка и в целом дающий понятие о том, что из себя представляет язык и как им пользоваться. Язык XAML помогает упростить и сделать понятнее процесс реализации интерфейса для пользователя в приложениях типа .NET Framework. Средства этого языка организуют рабочий процесс для нескольких участков таким образом, что позволяет

нескольким разработчикам совместно создавать интерфейс пользователя и логику в приложении, при этом орудя различными средствами программирования [2].

Процесс обучения учащегося в экспертной системе МОНАП базируется на одной из многих теорий обучения, а именно на теории поэтапного формирования умственных действий. Главные принципы этой теории легли в основу проектирования рассматриваемой ЭС, которая может рационально управлять процессом усвоения знаний, и дополнительно приобретать недостающие умения и знания. Процесс обучения в ЭС контролируем и управляем. На каждом шаге обучения выполняется следующая последовательность действий:

- 1) выдача задач с соответствующими уровню обучению свойствами;
- 2) обучаемый отвечает на поставленную перед ним задачу, система проверяет правильность его ответов, а в случае ошибки выдает объяснения;
- 3) оценка полученных навыков обучаемого, исходя из которой принимается решения о необходимости дальнейшего обучения;
- 4) в случае принятия решения о продолжении обучения, определяются свойства для выдачи следующей задачи.

При организации самого процесса обучения используется алгоритмический подход. Эксперт-преподаватель на основе алгоритмического подхода разрабатывает алгоритмическое предписание, которое представляет из себя множество простейших операций, последовательность выполнения этих операций приводит к получению верного решения.

Экспертная система МОНАП для каждой ПО организуется следующим образом:

1. Отбор среди множества ПО конкретной предметной области обучения.
2. Разработка среды обучения, согласно выбранной ПО, настройка этой среды на обеспечение адекватности управления обучающим процессом.
3. Разработка и создание баз знаний в виде справочников.

После того, как выбрана ПО для обучения, полностью описана учебная среда, необходимо задать знания среды. Они строятся на основе сформулированных правил. В экспертной системе МОНАП правило желательно должно строиться следующим образом: ЕСЛИ $\langle A \rangle$, ТО $\langle B \rangle$, где A – это условие, по которому система ищет необходимое правило в базе знаний, а B является действием, которое выполняется при успешном результате поиска. Но если правила ПО невозможно сформулировать в таком виде, то разрешена иная, более сложная формулировка. Без правил невозможно разрабатывать учебные задачи, выдавать объяснения как комментарии к совершенным обучаемым ошибкам.

Дальнейшим этапом является создание множества учебных задач. Для каждой учебной задачи определены используемые, сформированные на предыдущем этапе правила и количество их использований в каждой задаче.

Все задачи группируются на классы и подклассы, определяющие их содержимое и спецификацию. Группировку задач на классы можно производить по уровню сложности класса. Внутри класса создаются подклассы. Для каждой задачи подкласса количественное использование каждого правила различно, к тому же есть задачи с самым простым и самым сложным уровнями понимания и синонимичные задачи, внешне различные, но использующие одинаковый набор правил для решения. Организация свойств задач таким образом обеспечивает адаптивность в процессе управления обучением.

Заключение

Экспертная система обучения МОНАП используются для адаптивного обучения учащихся различным предметным областям. Система обеспечивает индивидуальный и интеллектуальный подход к обучению каждого учащегося за счет особого принципа формирования задач и их группирования на классы по тому, как сложно их решить, дальнейшего вариативного процесса выработки умений в зависимости от успешности освоения знаниями ПО обучения.

Использование не только системы МОНАП, но и других экспертных обучающих систем обеспечивает инновационное обучение в рамках выбранных предметных областей.

Литература

1. XAML. Основные сведения о языке. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru/library/ms752059\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru/library/ms752059(v=vs.110).aspx) (дата обращения 10.01.2018)
2. Ризаев И.С. Теория принятия решений: учеб. пособие, Казань, 2014, 314 с.

Устройство диагностики состояний пчелиных семей по их акустическому шуму

Марков Ю.Е.
МАИ, Москва
shkolnik94@yandex.ru

В современном обществе информационные технологии охватили практически все сферы человеческой деятельности, решая вопросы автоматизации, произведения расчетов, анализа событий, безопасной и быстрой работой с информацией. Однако системы управления помогают не только облегчить жизнь людям, но и наладить контакт с животными. Уже существуют подобные технологии коммуникации, например, английские ученые нашли способ при помощи устройства-переводчика распознавать подаваемые дельфинами сигналы.

В данной работе будет освещена не менее актуальная на сегодняшний день тема - изучение состояния пчелиных семей по спектру издаваемых звуков.

Большой интерес представляет звуковой фон, который пчёлы поддерживают в улье. С одной стороны, по звуковому фону можно определить акустические коммуникации пчел внутри улья, а с другой – можно узнать их физиологическое состояние. Детальным изучением связей между состоянием пчёл и издаваемым ими звуком и его характеристиками занимался русский энтомолог и физиолог Е. Еськов. На результаты его детального изучения опирается современное представление о структуре звукового фона улья.

Автором данной работы предложено создать устройство диагностики состояния пчелиных семей по их акустическому шуму. Данное устройство будет считывать звук с микрофона, расположенного в улье и по результатам вычислений выдавать диагностическое сообщение о состоянии пчел и рекомендациям по уходу. Разработка такого устройства будет оправдана, поскольку по интенсивности звукового фона внутри улья, по его спектральной и временной структуре можно будет диагностировать состояние семей пчел в режиме реального времени. Другими словами, будет доступна информация об изменениях микроклимата гнезда – перегрев или замерзание; о том, насколько активны пчелы; о подготовке пчелиных семей к роению; о потере матки семьи; об отношении к новой матке – положительное или отрицательное, а также можно будет выявить семьи, которые заражены.

В заключении хочу обратить внимание на тот факт, что на сегодняшний день подобного устройства нет в свободном доступе, поэтому данный проект актуален и получит большой спрос при реализации.

Об одном подходе к восстановлению временных рядов геомагнитных данных

Мартюшова О.В.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Воробьева Г.Р.
УГАТУ, Уфа
olesja.work@mail.ru

В настоящее время околоземное пространство Земли представляет собой сложную многоуровневую систему с непрерывно меняющимися малоизученными параметрами, динамика которых во многом определяет эволюционные или иные процессы в био- и экосфере.

Одной из важнейших компонент околоземного космического пространства является магнитосфера Земли, в которой под воздействием естественных и антропогенных факторов могут возникать опасные для био- и техносферы вариации и аномалии.

Главным способом профилактики неблагоприятного воздействия геомагнитных факторов на био- и техносферу является прогноз и мониторинг геомагнитной обстановки. Регистрация параметров геомагнитного поля традиционно ведется как на поверхности Земли, так и из космоса. Так, среди наземных инструментов важнейшими являются магнитные обсерватории и магнитовариационные станции, регистрирующие как полный вектор магнитного поля, так и его вариации. Магнитные обсерватории – это научные учреждения, в которых производятся параметрические наблюдения магнитосферы Земли и необходимые для них астрономические. [1, 4]

Однако исходные временные ряды геомагнитных данных содержат пропуски, вызванные ошибками при их записи или измерении, а также невозможностью регистрации, за счет несовершенства, используемых магнитными станциями, аппаратуры и каналов данных. Случайные «выбросы» за нормальное значение (артефакты) и пропуски геомагнитных данных являются необратимыми и могут привести к потере важной (зачастую критичной) информации о геофизических явлениях и процессах. Предпочтительным и обоснованным решением данной проблемы является заполнение пропусков. Однако, ошибочный выбор метода заполнения пропусков может не только не улучшить, но и существенно ухудшить результаты обработки и анализа геомагнитных данных. В этой связи возникает актуальная научная задача выбора метода восстановления пропуска в зависимости от его характера и природы возникновения.

Проведя анализ геомагнитных данных используя различные методы сглаживания вариационного ряда, можно сделать вывод, что простая модель скользящего среднего обладает таким нежелательным свойством, как одинаковое рассматривание последних k наблюдений и полное игнорирование всех предыдущих наблюдений.

Медианное сглаживание в свою очередь позволяет добиться более устойчивых результатов к выбросам с учетом больших отклонений в данных, а также позволяет получать более гладкие кривые временного ряда геомагнитных данных, по сравнению со скользящим средним и в следствии этого вывести линейную компоненту.

Модели простого и двойного экспоненциального сглаживания представляют собой простые инструменты прогнозирования. [3] Они не требуют глубоких знаний математики или статистики. Особенностью моделей является возможность выбора коэффициентов сглаживания, что придает им некую гибкость в связи с предоставлением выбора между значимостями ближайших и удаленных наблюдений.

Список использованной литературы:

- 1) Воробьев А.В., Воробьева Г. Р. Применение геоинформационных систем для мониторинга и аналитического контроля параметров космической погоды, геомагнитного поля и его вариаций // Информация и космос. 2016. № 1. С. 115-122
- 2) Бокс, Дж. Анализ временных рядов прогноз и управление М.: Мир, 1974. -604 с.
- 3) Кулакова О. Метод экспоненциального сглаживания. URL: <http://www.cis2000.ru/Budgeting/Mailing/ExponentialSeries.shtml> (дата обращения 11.11.2017).
- 4) Воробьев А.В., Воробьева Г. Р. Веб-ориентированная 2D/3D-визуализация параметров геомагнитного поля и его вариаций // Научная визуализация. 2017. Т. 9, № 2. С. 94 – 101

Анализ алгоритма Хаффмана с использованием трансформации Барроуза-Уиллера и RLE для сжатия данных без потерь

Масликов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Лукин В.Н.

МАИ, Пушкино

temaslikov@gmail.com

В современном мире существуют несколько различных подходов к архивации данных без потерь, но ни один из них нельзя назвать совершенным. Основными свойствами какого-либо подхода являются качество сжатия, скорость кодирования/декодирования, объём требуемой памяти и многообразие природы входных данных, с которыми данный метод сможет работать. Одно семейство алгоритмов имеет высокое качество, но довольно медленно, другим важна скорость, третьи лучше остальных методов по всем критериям, но предназначены только для определённого формата данных (например, изображения). Цель этой работы рассмотреть алгоритм Хаффмана с использованием предварительной обработки данных методом преобразования Барроуза-Уиллера, а также оценить его качество.

Алгоритм Хаффмана известен как один из первых алгоритмов эффективного сжатия данных. Его идея состоит в кодировании часто встречающихся символов меньшим количеством бит с сохранением информации однозначного декодирования символов, за счёт чего и будет достигаться компрессия. В классическом варианте алгоритм проходит по всему файлу, составляет таблицу частот символов и на его основе строит дерево Хаффмана, по прохождении которого будут кодироваться и декодироваться символы. Главное его свойство - сохранение префиксности кода (то есть ни одно кодовое слово не является префиксом другого). Так, если часто встречающийся символ 'А' будет иметь код "0", то все последующие символы будут начинаться с единицы, и если после очередного декодирования символа алгоритм встретит ноль, то это гарантированно будет тот самый символ. Требует хранения частот символов, но является одним из немногих алгоритмов, который не увеличивает размера исходных данных в худшем случае.

Метод Хаффмана широко применяется при сжатии данных, однако обычно его применяют как связку с другими алгоритмами. На самом деле можно преобразовать исходный текст таким образом, что алгоритм будет работать гораздо эффективнее. Это достигается трансформацией Барроуза-Уиллера (BWT). Весь текст делится на блоки и каждый блок меняется таким образом, что повторяющиеся подстроки образуют на выходе идущие подряд последовательности одинаковых символов, причем BWT гарантирует полное обратное преобразование. Так, слово "ЛОГОВО", например, после преобразования превратится в "ОООГЛВ". При больших же блоках будет строка с большим числом групп из идущих друг за другом одинаковых символов, например "aaabbbbaaacccddddd". Одна трансформация методу Хаффмана никак не поможет. Однако, можно применить метод run-length encoding (RLE), заменяющий повторяющиеся символы на один символ и число его повторов. И на выходе получится "3a3b2a3cd", что в больших блоках, существенно сократит исходный текст.

Эта модификация алгоритма применяется в различных архиваторах, например bzip2, и немного превосходит реализации алгоритма LZN по качеству сжатия при аналогичной скорости. Если сравнить результаты работы bzip2 с gzip, то степень сжатия первой утилиты будет больше, правда и работать будет медленнее.

Повышение эффективности детектирования эксплойтов в сетевом трафике на шлюзе прикладного уровня

Машняга Н.А., Нарсудинов А.С.
Научный руководитель — Браун С.А.
МАИ, Москва
slinikma@gmail.com

В современном мире существует множество различных видов сетевых атак, направленных на компрометацию чувствительных данных: учётные записи, счета клиентов банков, приватные ключи от переписок, личные файлы и т.п. Разработчики при создании своих приложений стараются учесть все возможные уязвимости, однако из-за большого разнообразия таких атак, а также из-за постоянного их увеличения, вероятность пропустить такую уязвимость достаточно велика. По этой причине используются специальные шлюзы прикладного уровня, которые предварительно проверяют сетевой трафик на наличие различных эксплойтов. К сожалению, одной из ключевых проблем шлюзов прикладного уровня является скорость и качество детектирования таких эксплойтов.

Для тщательного поиска атак в трафике шлюз прикладного уровня использует библиотеки регулярных выражений, сложность алгоритмов которых имеет не линейную сложность. Неправильно составленное регулярное выражение для детектирования эксплойта в определённых случаях может иметь экспоненциальную сложность, которую злоумышленники могут использовать для ReDoS атак. Более того, для комфортного использования пользователями высоконагруженных веб-сервисов, время задержки является очень важным критерием. Использование шлюза прикладного уровня для таких сервисов может стать узким местом для времени задержки. В связи с этим возникает необходимость поиска оптимального сочетания качества детектирования и скорости работы шлюза.

В рамках решения этой задачи, мной был произведён анализ существующих библиотек регулярных выражений и механизм их использования в шлюзах прикладного уровня. В результате анализа были определены наилучшие кандидаты, а также оптимизирован механизм их использования в готовом решении. Основное внимание в работе было уделено проблеме бэктрэкинга и сравнению скорости работы PCRE и PEG библиотек регулярных выражений, а также рассмотрена возможность использования многопоточной фильтрации трафика.

Распознавание действий людей на видеопоследовательностях с использованием нейронных сетей глубокого обучения

Мельниченко М.А.
Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Визильтер Ю.В.
МАИ, Москва
melnichenko-mixail@mail.ru

На данный момент самыми перспективными методами по обнаружению объектов на изображениях, а, следовательно, и на видео ряде, являются методы с использованием сверточных нейронных сетей (СНС). СНС входят в число технологий глубокого обучения (deep learning), является одним из лучших методов по обнаружению, распознаванию и классификации объектов на изображениях, устойчива к повороту и сдвигу распознаваемого объекта. Обучение происходит классическим методом обратного распространения ошибки.

Цели исследовательской работы:

1 - Провести анализ методов распознавания действий людей на видеопоследовательностях, с помощью нейронных сетей глубокого обучения; 2 - Разработать архитектуру глубоких конволюционных сетей для различных методов распознавания действий людей на видеопоследовательностях; 3 - Сравнить полученные методы и выявить наилучший подход для распознавания действий людей.

В качестве исходных данных были использованы:

- широко известная нейронная сеть Convolutional Neural Networks (CNN) AlexNet[5];
- публичная база данных КТН, состоящая из 6-ти классов действий, совершённых 25 ю персона с общей продолжительностью 2 часа 7 минут 3 секунды;
- разработка и обучение топологий СНС осуществлена в среде моделирования НС «Caffe»

В результате анализа научной литературы выявлено, что передовыми методами по распознаванию действий людей являются: 1 - метод основанный на использовании динамического изображения [1,2], в котором СНС обрабатывает динамическое изображение, сформированное из статических изображений некоторого временного интервала; 2 - метод основанный на использовании 3DCNN [3], в конволюционных слоях которых используются временные фильтры, тем самым карты признаков составляются с учётом временной динамики; 3 - методы, основанные на совместном использовании CNN с LSTM (Long short term memory) сетями [4], разновидности рекуррентных сетей, обладавших ячейками с длинно-короткой памятью; 4 - методы, основанные на использовании скелета человека с CNN и LSTM сетями.

В ходе реализации метода, основанного на использовании динамического изображения, произведён анализ методов формирования динамических изображений, в результате выявлено, что наилучший метод объединения изображений для базы данных КТН является иерархическое объединение с возвращением тёмных значений. Который показал прирост результат на 10,37%, относительно распознавания действий людей без использования динамического изображения, и 4% по отношению к другим методом формирования динамического изображения.

В методе, основанном на совместном использовании CNN и LSTM сетей предложен метод обучения с учётом важности кадров в видеопоследовательности, и предложена структура LSTM слоя для конволюционных слоёв. Тем самым достигнута структура сети, которая запоминает не только накопившуюся информацию на выходе, а и внутреннее состояние, что позволит обеспечить прирост правильной классификации относительно предыдущих структур сети, где LSTM слои располагались только за полносвязными слоями.

Произведена реализация каждого метода, а именно: сформированы структуры нейронных сетей; сформированы обучающие, тестовые и валидационный выборки; проведено обучение сетей в среде моделирования «Caffe» – с учётом специфики каждого метода. Выявлено, что метод основанный на использовании динамических изображений показал лучший результат на базе данных КТН, равный правильной классификации с точностью 0.9743. Что на 7% лучше, чем остальные рассмотренные методы.

Литература:

1. H. Bilen, B. Fernando, E. Gavves, A. Vedaldi, S. Gould. Dynamic Image Networks for Action Recognition. In Proc. CVPR, 2016.
2. B. Fernando, P. Anderson, M. Hutter, S. Gould. Discriminative Hierarchical Rank Pooling for Activity Recognition. In Proc. CVPR, 2016.
3. Shuiwang Ji, Wei Xu, Ming Yang, Kai Yu. 3D Convolutional Neural Networks for Human Action Recognition. In Proc. IEEE, 2012.
4. S. Ma, L. Sigal, S. Sclaroff. Learning Activity Progression in LSTMs for Activity Detection and Early Detection. In Proc. CVPR, 2016.
5. Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G.E.: ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In: NIPS, vol. 1, 2012.

Применение генетических алгоритмов для оптимизации инвестиционного портфеля

Мишин А.С.

Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Аверкин А.Н.

МАИ, Москва

mishinsasha111@mail.ru

Проблема оптимизации инвестиционного портфеля занимает одно из ведущих мест в современной жизни. Основываясь на теории инвестиций самыми эффективными являются те портфели, которые одновременно приносят максимальную прибыль при заданном уровне риска, и минимальный риск при заданном уровне прогнозируемой доходности. Задача создания инвестиционного портфеля относится к классу оптимизационных задач, которые трудно решаются традиционными методами.

В последние десятилетия развились и показали свою универсальность так называемые эволюционные алгоритмы. Одними из наиболее эффективных эволюционных алгоритмов в настоящее время является стандартный генетический алгоритм (ГА).

В основе ГА находятся три основные операции, которые применяются к множеству хромосом.

1. скрещивание
2. мутация
3. Селекция

В ходе своей работы ГА генерирует решения задачи, все более приближающиеся к оптимальным. А также накапливается и обрабатывается статистическая информация о поверхности отклика целевой функции, что приводит к возрастанию вероятности сгенерировать оптимальное решение

Преимущества ГА.

- Концептуальная простота
- Широкая применимость
- Менее жесткие требования при решении реальных задач
- Потенциальное использование априорных знаний и гибридизация с другими

методами

- Параллелизм
- Устойчивость к динамическим изменениям
- Способность к самоорганизации
- Решение проблем, для которых отсутствует опыт решений

Актуальность работы обусловлена тем, что в последнее время возрастает интерес к использованию ГА, о чём свидетельствует растущий объем публикаций.

Список Литературы:

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: Учебное пособие. Под ред. В.М. Курейчика. - Ростов-на-Дону: ООО "Ростиздат", 2004. - 400с.
2. Курейчик В. М. Генетические алгоритмы и их применение. Таганрог: Изд-во ТРТУ, издание второе, дополненное, 2002. - 242с.
3. Anthony Brabazon, Michael O'Neill. Biologically Inspired Algorithms for Financial Modelling. - Springer, 2006, 275 p.
4. O.Pictet et al. Genetic Algorithms with collective sharing for Robust Optimization in Financial Applications. - Working Papers, 1996, 16 p.

Разработка модуля администрирования и конфигурирования для биометрической платформы

Нарсудинов А.С., Машняга Н.А.
Научный руководитель — Браун С.А.
МАИ, Москва
grukas1@gmail.com

При проектировании высоконагруженных распределенных систем часто встает проблема управления этими системами, такие как: администрирование, конфигурирование, мониторинг. Данная проблема может показаться на начальном этапе разработки и эксплуатации незначительной, однако с увеличением нагрузки на систему и, следовательно, возрастающим количеством вычислительных узлов в распределенной системе, проблема может стать довольно серьезной и занимать довольно много человеческих ресурсов для поддержания системы в работоспособном состоянии. В рассмотренном случае система изначально строилась с наличием модуля администрирования и конфигурирования в виду некоторых требований к системе, связанных с требованиями к отказоустойчивости.

Перед мной стояла задача разработки модуля администрирования и конфигурирования для одной из таких платформ, в разработке которой мне довелось поучаствовать. Биометрическая платформа (БП) представляет собой систему предназначенную для обработки и хранения большого объема биометрических данных. Очевидно, что такую систему нужно проектировать изначально, как отказоустойчивый кластер (High-Availability cluster, HA cluster). Данное требование ставит к модулям системы следующие требования: должен быть относительно простой способ запуска, остановки, принудительной остановки, и проверки состояния приложения. На практике это означает, что приложение должно иметь интерфейс командной строки или скрипты для управления им, в том числе для работы с несколькими запущенными экземплярами приложения.

Для решения возникших сложностей были рассмотрены имеющиеся на рынке свободного программного обеспечения решения. В качестве модуля, обеспечивающего координацию прочих модулей БП был выбран кластер Apache Zookeeper. В качестве графического пользовательского интерфейса и средства управления использовался Apache Ambari. Для целей мониторинга и визуализации данных, таких как бизнес-метрики: количество успешных верификаций, количество регистраций; так и технической информации: утилизация CPU, потребление памяти и т.п. использовались как внутренние механизмы Apache Ambari, так и средства grafana.

В данный момент данный модуль конфигурирования и администрирования позволяет быстро добавлять новые компоненты в систему, увеличивать количество экземпляров определенных модулей БП или, если необходимо, переносить их между хостами кластера, координировать нагрузку между модулями БП, в случае непредвиденных сбоев, агрегировать технически и бизнес-метрики БП - то есть решает все задачи, поставленные перед ним.

О внедрении интегрированной системы геометрического моделирования и инженерного анализа

Никонов Ю.Ю.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Столярчук В.А.
МАИ, Москва
nikonovyura95@gmail.com

Внедрение современной организации опытно-конструкторских работ путем создания единого информационного пространства испытывает сейчас значительные трудности на многих отечественных авиационных компаниях. Методы работ с использованием средств автоматизированного проектирования (сюда входят системы геометрического

моделирования и системы инженерного анализа) уже давно вошли в стойкий конфликт с традиционной организацией работ на предприятиях.

На текущий момент далеко не все предприятия, занятые опытно-конструкторскими разработками, используют концепцию единого информационного пространства. Отделы работают большей частью с бумажными носителями информации. Документацию приходится транспортировать, согласовывать и применять в разных местах и в разное время. Данные проектирования и расчетов хранятся в бумажном виде локально в каждом подразделении; доступ к ним можно получить только посредством служебных обращений структур предприятия, нуждающихся в этой информации.

Сами расчеты чаще всего ведутся на двухмерных моделях деталей, без использования систем инженерного анализа (CAE-систем). Да и сами программные средства автоматизированного проектирования различны у разных отделов, что влечет за собой сложность проверки и согласования данных между структурами.

Подобная организация работ приводит к следующему:

1. Время на передачу данных очень велико из-за бумажного вида взаимодействия, удаленности подразделений друг от друга, локального хранения данных.

2. Увеличенное время на передачу данных обусловлено также отделением процесса геометрического моделирования от инженерного анализа объекта, за счет чего возрастает трудоемкость создания объекта. Увеличивается и время расчета за счет слабого использования CAE-систем, основанных на методах конечного элемента (МКЭ).

3. Из-за увеличенного времени передачи данных и расчета изделия теряется актуальность данных. Отделения конструирования и детальной прочности в один и тот же момент времени могут иметь возможность работать с разными ревизиями одной и той же детали (естественно у конструктора последняя ревизия). В результате, расчетные данные деталей предыдущих ревизий уже не актуальны.

Для решения этих основных проблем приходится менять сам принцип взаимодействия между подразделениями, модифицировать программные средства, при этом, где-то внедрять с нуля, что не может не вызывать определенную реакцию отторжения среди персонала.

Накопленный опыт дает возможность сформулировать требования к организации опытно-конструкторских разработок на современном уровне.

1. Все виды деятельности структур должны выполняться в электронном виде. В том числе задания технических требований, данные геометрических объемных моделей, расчетов, и т.д.

2. Все данные на протяжении всего жизненного цикла изделия должны храниться в электронном виде в единой базе PDM (например Teamcenter)[1]. Такой подход позволит всем участникам процесса иметь в любом месте и в любое время доступ к актуальным данным.

3. Внедрение унифицированных средств геометрического моделирования[2] и инженерного расчета с интеграцией имеющихся программных средств и методологий.

В качестве средств геометрического моделирования можно привести систему NX, а средств инженерного расчета: Simcenter 3D и FloEFD for NX[3]. Благодаря унифицированным средствам проектирования процесс согласования данных ускорится. Так же использование программных средств с МКЭ позволит проводить расчеты быстрее.

Библиография:

1. Teamcenter 9.1. Толстый клиент. Руководство по работе с интерфейсом. Siemens 2011.
2. Практическое использование NX. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с
3. Технология FloEFD [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cadflo.com/fileadmin/user_upload/user_day_2013/EFD_Technology.pdf (дата обращения 16.02.2017)

Создание информационного чат-бота на платформе ASP.NET Core

Новиков А.А.

Научный руководитель — Егорова Е.К.

МАИ, Москва

bashargrey@gmail.com

В обширном информационном поле современному человеку необходимо оперативно получать достоверную информацию из множества источников. Для автоматизации данного процесса отлично подходит чат-бот, который можно использовать в любой программе обмена мгновенными сообщениями. Он позволяет значительно ускорить процесс сбора полезной информации. Управление чат-ботом происходит при помощи простых и понятных пользователю команд.

Развитие криптовалютной индустрии является одной из самых популярных тем на данный момент. Криптовалюта – это вид цифровой валюты, созданный и контролируемый при помощи криптографических методов. Исходя из высокой актуальности данной темы, было решено создать чат-бота, предоставляющего доступ к свежей информации. Он позволяет быстро найти и узнать курс интересующей криптовалюты, ознакомиться с последними новостями индустрии, а для начинающих имеется словарь основных терминов и понятий.

С точки зрения разработчика чат-бот является веб-приложением, поэтому для его создания была выбрана производительная и популярная платформа ASP.NET Core, которая отлично решает поставленные задачи. Специализированная среда разработки Microsoft Bot Framework с открытым исходным кодом позволяет без лишних сложностей создавать приложения автоматического взаимодействия с пользователями через текстовые сообщения, Telegram, Skype или иные популярные сервисы.

Для обработки голосовых запросов от пользователя использовался облачный сервис распознавания речи SpeechKit Cloud, позволяющий выделить из предложения намерение пользователя и параметры запроса. Для хранения информации о пользователе был выбран ElastiCache. При помощи платформы Microsoft Azure производилась настройка законченного приложения и его интеграция с различными мессенджерами.

Разработка программного обеспечения для расчета параметров проточной части турбореактивного двухконтурного двигателя

Перепечко С.В.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Москва

gungravewow@rambler.ru

Турбореактивный двухконтурный двигатель (ТРДД) был разработан еще в прошлом столетии, но его модификации происходят и по сей день. Сегодня при выполнении такой операции, как создание авиационного двигателя, не обойтись без IT технологий, обеспечивающих доступ ко всем расчетным данным. В связи с этим была поставлена задача разработать программное обеспечение, которое позволит упростить процесс работы над производством ТРДД.

Разработанное программное обеспечение реализовано в виде расчетных независимых модулей: совокупность из нескольких DLL-модулей, написанных на языке программирования C# 7.0 на платформе .NET Framework 4.6.2. Для обеспечения их взаимодействия разработан интеграционный модуль. Для комфортного оперирования с программным комплексом разработан представительный модуль с применением современной технологии Windows Presentation Foundation (WPF), которая позволяет организовать удобный, расширяемый и гибкий оконный пользовательский интерфейс, обеспечивающий комфортную работу пользователя.

Интеграционный модуль обеспечивает управление работой расчетных модулей, передачу информации от одного расчетного модуля в другой, а также перенаправление расчетных данных из DLL-модулей в представительный модуль в согласованном для пользователя формате. Представительный модуль предназначен для отображения данных, полученных от интеграционного модуля, непосредственно в пользовательском интерфейсе.

Каждый DLL-модуль состоит из функций расчета, которые возвращают рассчитываемые значения той или иной характеристики проточной части ТРДД, каждая из которых, в свою очередь, соответствует расчетному числовому значению. Когда все необходимые математические расчеты произведены, они передаются через интеграционный модуль в представительный: для последующего оперирования с ними пользователем.

В итоге разработанное программное обеспечение позволяет поднять на более высокий уровень процесс проектирования проточной части ТРДД, что значительно ускоряет процесс разработки «сердца» летательных аппаратов.

В настоящее время комплекс проходит тестирование на одном из авиационных предприятий.

Программный комплекс для автоматического установления связи с системой распределенных вычислений

Поваляев П.П.

Научный руководитель — профессор, к.ф-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Одинцово

pavel.povalyev@gmail.com

Цель данной работы – разработка программного комплекса, главной задачей которого является автоматизация процесса установки и настройки облачной платформы, а также клиент-серверного приложения Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (BOINC) по разработке системы распределенных облачных вычислений BOINC. На сегодняшний день при установке и настройке облачной платформы необходимо потратить много временных ресурсов. Для того, чтобы уменьшить расход времени на данные операции, было принято решение разработать сервис для автоматического установления связи с системами облачных и распределенных технологий. Программный комплекс предоставляет следующий функционал: автоматическую установку и настройку платформ для облачных и распределенных вычислений, связь и взаимодействие пользователей с данными платформами, а также обработку и хранение информации в ходе распределенных вычислений. Для реализации данной системы был выбран скриптовый язык программирования BASH, данная программа реализована при помощи скриптового консольного приложения. Для написания данного комплекса, выполнена следующая работа: определение дистрибутива, скачивание и установка пакетов и библиотек, конфигурирование и сборка сервера, создание проекта, настройка WEB-страницы, проверка функциональности проекта в рамках сервера BOINC, разработана программа на языке программирования BASH, тестирование разработанной программы. Разработанный комплекс написан на скриптовом языке программирования BASH. При запуске программного комплекса производится: проверка дистрибутива, настройка под определенный дистрибутив, настройка портов, сервисов и config, добавление репозитория и библиотек, скачивание и установка пакетов и библиотек, конфигурирование и сборка сервера, создание проекта, настройка WEB-страницы, проверка функциональности проекта в рамках сервера BOINC. В настоящее время разработанный программный комплекс проходит тестирование на кафедре «Математика». Использование данной системы позволяет автоматизировать деятельность кафедры, значительно сокращая время, затрачиваемое сотрудниками на выполнение установки и настройки облачной и распределенной систем, а также позволяет провести гибкую настройку платформ для определенного количества человек, участвующих в проекте.

Создание Telegram-бота для доступа к сервисам автоматизированного анализа текста

Попов С.С.

Научный руководитель — доцент, Полицына Е.В.

МАИ, Москва

sergey1404sergey@mail.ru

Создание Telegram-бота для доступа к сервисам автоматизированного анализа текста

В целях расширения возможностей мессенджера Telegram разработчики создали платформу для создания ботов. Бот (сокращение от «робот») – это программа, которая автоматически, по команде или по заданному расписанию совершает предписанные ей действия. Наибольшее распространение получили чат-боты, которые способны завязать и поддержать разговор с пользователем. Кроме того, боты могут выполнять практически любые задачи: перевод текстов, комментирование, рассылки и информирование, обучение, тестирование, поиск, развлечения (игры, викторины и т.д.), взаимодействия с датчиками и другими сервисами, доступными в сети Интернет. Тем самым Telegram-бот способен освободить человека от рутинной, ежедневной работы и сделать это в простой привычной многим пользователям форме.

Человеку постоянно приходится работать с текстовыми данными, как при выполнении профессиональных задач, так и многих повседневных задач. Существует множество полезных систем, сервисов, инструментов автоматизированного анализа текстов на разных языках, но часто они оказываются достаточно специализированными и недоступными для широкого круга пользователей.

Портал «Автоматизированный анализ текста» <http://textanalysis.ru/> был создан для получения более полной информации о теоретических основах компьютерной лингвистики и результатах исследований в этой области.

Комплекс инструментов автоматизированного анализа текстов позволяет решать разные задачи обработки текстов на русском языке, такие как: статистическая обработка, морфологический анализ, синтаксический анализ, классификация, выделение ключевых слов и др. Анализ текста в открытой системе автоматизированной обработки текстов <http://textanalysis.ru/jce/details/sistema-analiza-tekstov> включает в себя три основных направления обработки текста: лингвистической, аналитической и статистической. Все инструменты обработки привязаны к основным этапам автоматизированного анализа текста: графематическому, морфологическому, синтаксическому семантическому. На вход инструментам базовой обработки поступает загруженный пользователем текст, на выходе получаются результаты статистического и лингвистического анализа.

Портал «Автоматизированный анализ текста» является специализированным ресурсом, который не очень часто посещается широким кругом пользователей, кроме того работа сервисов направлена на обработку информации, представленной в виде отдельных файлов, что не всегда удобно при работе с мобильного устройства, а в iOS работа с файлами на уровне пользователя вообще недоступна.

Telegram-бот подходит для упрощения процесса обработки текстов на мобильном устройстве, бот работает в режиме вопрос-ответ в чате. Для того, чтобы осуществить анализ текста достаточно:

1. Активировать бота.
2. Бот предложит на выбор четыре сервиса. Выбрать из диалогового окна необходимый сервис: статистический анализ, лингвистический анализ, получение ключевых слов, классификация текстов.
3. После выбора сервиса появится следующее меню для выбора инструмента.
4. Выбрать из диалогового окна инструмент обработки.
5. Сообщением отправить боту текст для обработки.
6. Бот вернет в виде сообщения результаты анализа.

При изменении или добавлении новой функциональности в Telegram-бот интерфейс взаимодействия не требует изменений, кроме добавления новых кнопок разных типов, что существенно упрощает его использование.

Чат-бот мессенджера Telegram значительно уменьшит порог вхождения за счет простоты использования и отсутствия необходимости установки дополнительного программного обеспечения на мобильное устройство. Пользователи смогут применять функциональность комплекса инструментов автоматизированного анализа текстов для решения любых задач.

Реализация кроссплатформенного фреймворка для автоматического анализа естественно-языкового текста

Поречный А.С.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

alex.porechny@mail.ru

Компьютерная лингвистика – наука, объединяющая лингвистику, математическое моделирование и применение средств вычислительной техники. Одно из направлений компьютерной лингвистики - обработка естественного языка (ЕЯ) (Natural Language Processing, NLP). Развитие NLP привело к появлению компьютерных систем, основанных на машинном переводе, а распознавание и синтез звука и текста позволяет создавать языковые интерфейсы, удобные и более естественные для человека.

В настоящее время стремительно развиваются инструменты разработки программного обеспечения (ПО), поэтому ранее разработанные программные модули, представляющие результаты теоретических исследований в области NLP, быстро устаревают и теряют возможность интеграции с новыми популярными средствами разработки ПО.

Одним из примеров этого является инструмент морфологического анализа текста, реализованный на языке программирования C++, представленный в виде DLL библиотеки - MorfSdk [1], разработанный на базе кафедры ПВК МАТИ Гириным Б. Б., 2005-2008 годах [2]. MorfSdk является легковесной и быстрой библиотекой, однако, она скомпилирована под 32-разрядную операционную систему (ОС) Windows, что лишает возможности использовать ее на других платформах. По данным различных статистических агентств, например, statcounter.com ОС Windows имеет 36% рыночной доли [3], таким образом разработанное ПО с применением MorfSdk может быть доступно примерно трети всех пользователей ПК.

При необходимости использования библиотеки при разработке на других языках программирования не всегда возможна ее эффективная интеграция с многими современными средствами. Например, в языке Java существует механизм Java Native Interface (JNI) для работы с ранее скомпилированными библиотеками, однако частое обращение через JNI значительно увеличивает время работы ПО. В инструменте выделения словосочетаний и исследования понятий SPN (Search Possible Notions) время получения морфологических характеристик многократно превышает время работы самого инструмента из-за частого обращения к библиотеке MorfSdk через JNI [4].

Кроме того, зачастую инструменты разных этапов анализа текста являются не связанными между собой, написанными на разных языках и т.д., по этой причине часто проблематично связать их или заменить отдельный компонент на другой более эффективный.

В связи с этим было решено создать кроссплатформенный фреймворк для анализа текста, содержащий реализацию все основные этапы анализа текста (графематический, морфологический, синтаксический), а также иметь возможность подключения новых инструментов семантического этапа или замены имеющихся в комплексе на более эффективные.

Разработана общая архитектура фреймворка, включающая реализацию каждого этапа анализа текста: JParser – для графематического анализа текста, JMorfSdk – для морфологического анализа, GAMA (graphematic and morphological analysis) - инструмент, объединяющий две предыдущих анализа, инструменты для синтаксического анализа, поиска синтаксических и смысловых связей, а также инструменты для выделения словосочетаний, подсчет частоты встречаемости словосочетаний, поиска возможных понятий. В настоящее время фреймворк предназначен для работы с текстами на русском языке, но спроектированная архитектура позволяет реализовать поддержку других языков.

Разрабатываемый фреймворк является частью комплекса инструментов автоматизированного анализа текстов [5], используются в сервисах на портале "Автоматизированный анализ текста" [1].

Реализация модульной архитектуры фреймворка позволяет с минимальными трудозатратами поддерживать систему на современном уровне развития технологий, учитывать последних достижения в области языков программирования и программных систем. Создание кроссплатформенного фреймворка с набором инструментов автоматического анализа естественно-языкового текста позволит использовать его как при разработке ПО для проведения исследований в области лингвистики, так и прикладного ПО для массового рынка.

1. Официальный сайт портала "Автоматизированный анализ текста" [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://textanalysis.ru/jce/details/our-instr/>, свободный – Заглавие с экрана – (Дата обращения 09.02.2018)

2. Гирин, Б. Б. О разработке языка описания алгоритмов анализа текста // XXXI Гагаринские чтения. Тезисы докладов Международной молодежной конференции. М.: МАТИ, 2005

3. Официальный сайт портала "Statcounter" [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://gs.statcounter.com/os-market-share/>, свободный – Заглавие с экрана – (Дата обращения 09.02.2018)

4. Поречный, А.С. Реализация поиска понятий с помощью выделения словосочетаний из текста / Проблемы компьютерной лингвистики и типологии: Сборник научных трудов / Под ред. А.А. Кретьева. – Вып.6. – Воронеж, 2017

5. Балакирев, Н. Е. Подход к созданию комплекса инструментов автоматизированного анализа текстов на русском языке / Н. Е. Балакирев, Е. В. Полицына - Вестник ВГУ, серия: системный анализ и информационные технологии, 2016, №2 – с.98–105

Grub4dos – автоматизация установки

Приходько Д.И.

Научный руководитель — доцент, к.воен.н. Терновсков В.Б.

РГУ им. А.Н. Косыгина, Москва

mitry1205@mail.ru

Во всех отраслях экономики постоянно растет необходимость обработки эмпирической информации абсолютно свободной от природы, текстуры и структуры. Зачастую в практике отсутствуют твердо стандартизированные форматы входных сведений, тем самым усложняя процедуру внесения исходных сведений в систему компьютера. Недокументированным возможностям адаптивного варианта симбиоза архитектуры аппаратной части системы с драйверами и интерфейсов для их взаимодействия посвящен наш краткий обзор. На сегодняшний день существует бесчисленное множество загрузчиков как bios так и uefi, однако самая большая проблема кроется в том, что зачастую необходимо иметь несколько установщиков для многих ПК, и приходится включить в дистрибутивы ОС поддержку как bios, так и uefi (здесь уместно отметить, что для этого нужен режим legacy support, что означает наличие csm в efi).

GRUB4dos - универсал своего дела, работает со всеми старыми и новыми системами, а при особом желании может быть загружен прямо в системе (здесь подразумевается dos

системы). Может загружать довольно большой спектр систем – начиная как с Windows, заканчивая довольно простыми системами, как например dos .

С учётом того, что у него довольно мощные возможности конфигурирования (а точнее описания), и при этом достаточная простота и при этом наличие дополнительных специальных тонкостей, его можно рекомендовать как профессионалам, так и рядовым пользователям, которые ценят простоту и эффективность, а также тем, кому необходимы весьма изящные решения.

Подбор оптимального решения основывается на базе парадигмы рациональности, транзитивности; неограниченности; самостоятельности.[6] Данная теория применима лишь при рассмотрении линейных процессов с «медленными» фазовыми режимами [4]. Разработанная адаптивная архитектура программного комплекса может быть применена практически во всех отраслях экономики для решения научно-технических, экономико-статистических и организационно-технологических задач.

Literature

1. Andrew Troyelson. C#5.0 programming language and .NET 4.5 platform. Prod. Williams. 2015
2. M. McDonald. WPF: Windows PresentationFoundation in .NET 4.5 with examples on C#5.0 for professionals. Prod. Williams. 2015
3. Erich Gamma, Richard Helm, Ralf Johnson, John Vlissides. Methods of object-oriented design. Design patterns. Prod. St. Petersburg. 2016
4. Demidov L.N., Ternovskov V.B., Grigoriev S.M., Krakhmalev D.V. Information Knorus Uchebnik\moskva technologies, 2017.
5. V. P. Poles. Development of INFORMATION PREPARATION in the context of the STRATEGY of NATIONAL SECURITY of the RUSSIAN FEDERATION the Science city science production society. 2016. No. 2. Page 46-51.
6. Podshivalov G.K., Ternovskov V.B. Economic security of STRATEGIC DECISIONS In the collection of articles on materials of an annual All-Russian scientific and practical conference. 2016. Page 35-45

Создание инструмента выделения ключевых элементов текстов на русском языке

Пряженцева А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

elis94@yandex.ru

Одной из задач в компьютерной лингвистике является задача выделения содержательной части текста. Для выделения главной мысли текста, его классифицирования, поиска по массиву текстов и т.д. часто используются методы нахождения ключевых элементов, которыми могут быть такие структурные единицы языка как морфема, слово, словосочетание, предложение и т.д., наиболее значимые и существенные для понимания содержания текста. Если сравнивать эти элементы между собой, то ключевые слова называют предметы, действия и их признаки менее точно, как и смысл самого текста, чем связанные в словосочетания и предложения [1]. Поэтому целесообразно рассматривать методы выделения ключевых словосочетаний и предложений. Методы выделения ключевых словосочетаний можно разделить на группы по способу формирования ключевого словосочетания (пары слов по совместному употреблению и синтаксической связи) и по использованию различных числовых параметров: по частоте употребления в тексте и по индексу тематической маркированности (ИнТеМу) [2].

Для сравнения результатов работы перечисленных методов был подготовлен набор текстов, в которых вручную выделены ключевые слова и словосочетания и проведен опрос

респондентов. Результаты опроса были обработаны, и получен усредненный набор ключевых словосочетаний.

Анализ полученных результатов показал, что при использовании статистических методов в результаты отбора вместе с ключевыми элементами попадает «информационный мусор». Методы с использованием синтаксической связи устраняют данный недостаток, но более сложны в реализации, чем статистические методы.

Поэтому, для решения задачи выделения ключевых элементов текста актуальна разработка интегрального метода, который будет включать основные преимущества существующих методов. На основе применения такого интегрального метода построен алгоритм выделения ключевых предложений по информационному весу: чем больше в предложении ключевых словосочетаний, тем больше его информационный вес. И, как следствие, возможно решение задачи автоматического составления рефератов.

На базе предложенного интегрального метода был создан программный инструмент, который обеспечивает:

- выделение ключевых словосочетаний;
- анализ и сравнение полученных данных;
- автоматическое создание реферата с возможностью его редактирования.

Разработанный инструмент может использоваться для создания и совершенствования терминологических ресурсов, а также для эффективной обработки документов в информационно-поисковых системах. Его использование значительно сокращает время работы над составлением реферата, а возможность редактирования позволит изменять полученный реферат на усмотрение пользователя.

1. Башкова, Л. Р. Ключевой элемент в семантической структуре поэтического текста: монография. / Л.Р. Башкова, Ю.В. Холодкова, Ю.А. Баландина – Прага : Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2017. – 262 с.;

2. Кретов, А.А. Метод формального выделения тематически нейтральной лексики / А.А. Кретов // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2007. – № 1. – С. 81-90.

Сравнительный анализ процессного и проектного подходов к управлению предприятием

Разбаш Р.В., Глудкина М.С., Дрягин И.О.

МАИ, Москва

rrazbash@mail.ru

Одним из важных решений в процессе управления предприятием является выбор подхода к управлению, в зависимости от специфики области работы компании. Для проведения сравнительного анализа проектного и процессного подхода к управлению предприятием необходимо понимать основные элементы, использующиеся в каждом из них.

Бизнес-процесс – это комплекс взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определённого продукта или услуги для потребителя.

Проект – это ограниченное по времени предприятие, предназначенное для создания уникальных продуктов, услуг или результатов.

Не смотря на то, что на практике во многих областях деятельности процессный и проектный подходы используются параллельно, для наиболее качественного и оптимального применения этих подходов необходимо хорошо понимать их различия.

Проводя сравнение данных подходов к управлению предприятием, отметим следующие различия в рассматриваемых подходах:

1. Проектный подход в большей степени предназначен для уникальной деятельности. Он рассчитан для создания продуктов, которые не имеют аналогов или значительно отличаются от существующих. Процессный подход чаще всего применяется для анализа текущей деятельности компании и рассчитан на цикличные процессы.

2. В проектном подходе определенные временные и материальные ограничения. При процессном подходе проводится исследование единого комплекса бизнес-процессов, а не каждого отдельно взятого бизнес – процесса.

3. В каждом из подходов применяются различные методы, позволяющие эффективно использовать их на практике. Для проектного подхода данными инструментами являются: сетевой график и диаграмма Ганта, для процессного подхода – организационные структуры, реализованные в различных нотациях описания бизнес-процессов.

Рассматриваемые подходы имеют много общих черт. Например, в проектном подходе отражаются некоторые черты процессного подхода. Проектная методология переняла у процессного подхода декомпозицию основной задачи на более мелкие цели, с целью упрощения отслеживания временных и материальных ограничений по каждой фазе.

Применение платформы KNIME для проведения лабораторных практикумов по изучению методов Machine Learning

Раскатов И.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Виноградов В.И.

МАИ, Москва

ivanraskatov@yandex.ru

Изучение алгоритмов машинного обучения требует от студентов освоения и использования специализированной программной среды, позволяющей применять их на практике. В настоящее время на рынке программного обеспечения присутствует большое количество продуктов, похожих по своим возможностям и спектру решаемых задач в области анализа данных, например: Weka, RapidMiner, KNIME, Deductor, STATISTICA и др. Поэтому так важно при выборе программной среды для обучения учитывать ее доступность, простоту освоения и пользования, широту возможностей по применению алгоритмов машинного обучения, ведь от правильного выбора программного обеспечения зависит качество обучения студентов и использование выбранной платформы в дальнейшей профессиональной деятельности студентов.

Описание среды Kknife:

Концепция Big Data подразумевает обработку огромных объемов неструктурированных данных, требующих выявления неявных связей между объектами и группами объектов в наборах данных, для решения прикладных задач на основе получаемых результатов анализа данных алгоритмами машинного обучения. Важной отличительной чертой среды Kknife является модульный принцип работы с данными. Среда позволяет применять достаточно большой набор методов для анализа данных, предлагая пользователю свыше 1 тысячи различных операций для анализа данных с применением встроенных средств, а также с применением сторонних модулей на языке Python, языке R. Таким образом, у пользователя есть возможность выбора способа решения своих задач. Среда Kknife обладает хорошими возможностями по визуализации процесса работы с данными, включающими в себя понятный интерфейс индивидуально проектируемый для решения каждой задачи по принципу создания так называемых Workflow или рабочих процессов, наглядно демонстрирующих все этапы работы среды с данными:

Доступ к данным: Считывание данных может осуществляться из множества различных типов файлов, поддерживаемых встроенными средствами (дополнительными модулями), например использование .xlsx, .txt, .xml форматов или файлов .csv , .arff , создаваемых в сторонних платформах, таких как Weka.

Трансформация данных: Переформатирование данных в файлах для понятного платформы и алгоритму формата встроенными модулями.

Предварительная группировка числовых данных в интервалы по заданным критериям пользователя.

Предварительная обработка текста, удаление лишних слов, знаков препинания, чисел, шумовых элементов, усложняющих смысловой анализ.

Объединение нескольких таблиц, имеющих разные структуры в единую, путем исключения или дублирования отличающихся элементов с помощью узлов типа Joiner.

Разбиение данных путем фильтрации.

Анализ данных:

Применение алгоритмов машинного обучения, построение деревьев принятия решений, оценка точности прогнозирования.

Выделение ключевых терминов и словесных конструкций при анализе текста

Цветовое выделение таблиц и деревьев принятия решений, в зависимости от значений может быть выполнено с помощью Color Manager

Вычисление статистических данных, таких как: Min/Max, Медиана, Среднее квадратичное отклонение, Дисперсия и др.

Визуализация:

Построение графиков, интерактивных таблиц и др.,

Создание облака тегов по результатам анализа текста,

Вывод данных в единый отчет

Вывод изображений графиков,

Облаков тегов в графическом формате

Запись результатов в базы данных

Сохранение модели анализа данных, для последующего использования

Платформа Knime также дает пользователю возможность разработки собственных узлов для WorkFlow , а также шаблонов WorkFlow путем использования встроенного модуля разработчика. Работа модуля основана на применении генератора простых графических интерфейсов пользователя, например, RGG, в зависимости от языка разработки, таких как, R, Python, Groovy, MatLab. Модуль позволяет пользователю, не обладающему достаточными навыками разработчика создавать шаблоны и узлы используя облачное хранилище шаблонов, либо, при наличии навыков, собственные шаблоны и наборы файлов.

Практическое применение платформы Knime в учебном процессе МАИ можно продемонстрировать на примере набора данных, представляющего собой выборку погодных условий, приближенно имитирующих стандарты METAR, TAF , обуславливающих возможность вылета гражданского самолета из аэропорта. Выборка обладает следующими атрибутами:

Видимость (0;2000m)

Влажность (0;100%)

Температура среды (0;40 C)

Скорость продольного ветра (0;25 km/h)

Скорость поперечного ветра (0;25 km/h)

Состояние взлетно-посадочной полосы (хорошее/плохое)

Коэффициент сцепления с полосой (0; 0.45)

Общие погодные условия

Размер самолета

Модель самолета.

Далее на платформе Knime был выполнен анализ выборки, были обнаружены структурные связи между атрибутами, на основании которых была сформирована прогнозная модель для определения возможности проведения полетов.

Список источников:

Gábor Bakos - KNIME Essentials. PACKT,2013

Rosaria Silipo, Michael P. Mazanetz-The KNIME Cookbook: Recipes for the Advanced User.

Knime press,2012

Построение событийно-сущностных онтологий как основа информационно-аналитических систем

Ридли М.К.

Научный руководитель — доцент, к.ф.м.н. Сошников Д.В.

МАИ, Москва

litridl@gmail.com

Сегодня большинство аналитической работы выполняется вручную: например, аналитик получает задание узнать о деятельности компании Boeing в Азии до 2020 года, выбирает качественные достоверные источники информации, отыскивает релевантные сообщения, изучает патентную активность связанных индийских компаний, изучает сообщения сотрудников Boeing в социальных сетях, и долго обобщает собранные сведения.

В конкурентном анализе считается, что порядка 80% рабочего времени аналитик тратит на сбор, поиск и организацию данных, и только 20% времени – на анализ[1].

Чтобы это изменить, нужна система, автоматически структурирующая тексты из Интернета в виде событийно-сущностных онтологий, которые смогут быть смысловым ядром информационно-аналитической системы. Это позволит формально учитывать «невидимые» ссылки между документами, говорящими об одинаковых или связанных объектах и событиях.

Основные принципы работы системы для построения событийно-сущностных онтологий путём концептуализации неструктурированных текстов таковы:

1. Система автоматически создаёт новые объекты в процессе извлечения сущностей, событий и пространственно-временной информации.

2. Для каждого документа, добытого из сети, применяется группа инструментов естественно-языковой обработки для выделения лексем (лемматизация, стемминг, корни, выделение частей речи) и сущностей. Извлечённые сущности сравниваются и затем проверяются по базе данных канонически сущностей для определения смысла, соответствующего контексту употребления. С помощью тематического моделирования многие сущности отбрасываются. Онтологии связей между сущностями используются для управления процессом фильтрации и в качестве газеттира для улучшенного извлечения сущностей в будущем[2].

3. Система извлекает упоминания из непрерывно поступающих с отслеживаемых Интернет-ресурсов документов. Упоминания событий (факты) помечаются обнаруженным в упоминании временным интервалом, что позволяет с лёгкостью искать одновременно происходившие события и события, запланированные в будущем (выход новых продуктов на рынок, запланированные визиты и т.д.).

4. Извлечение сущностей осуществляется на поддерживаемых системой языках. Имея набор сущностей, утилита извлечения фактов связывает эти сущности с упоминаемыми в тексте событиями. Событиям сопоставляется сниппет: короткий фрагмент текста, доносящий суть события. Для сниппетов анализируется эмоциональная тональность, что позволяет оценивать отношение людей к событиям и объектам.

5. Извлечённые факты подвергаются временному анализу. Культурно-региональные аспекты извлекаются из документа с целью учёта стандартных формат дат и контекста, времени года согласно полушарию, первого дня недели и так далее. Частью контекста является дата и время публикации документа. Далее временные высказывания в документе извлекаются и преобразуются в стандартизированный временной формат со степенью накрытия (год, месяц, 2 недели, несколько часов и т.д.), варьирующейся от секунды до года.

6. Каждое событие помечается типом, временным интервалом, сущностями-участниками, их ролями, просто упомянутыми сущностями, эмоциональной тональностью, и источником. Для повышения качества производится пост-обработка: например, если хакерская группировка упомянута в событии «Кибератака», но не указана её роль, то предположение о том, что она является атакующей стороной, всё равно выдвигается.

Используя систему, опирающуюся на построенные таким образом онтологии, аналитики смогут в реальном времени осуществлять стратегический анализ на основе доступной в сети Интернет информации. Если раньше аналитик занимался преимущественно сбором и синтезом данных, то теперь его главная задача – задавать правильные вопросы и изучать данные для выявления новой информации, трендов и связей, и автоматически формировать из них полезные отчёты.

1. Best R., C. A. (2007). Open Source Intelligence (OSINT): Issues for US Congress. US Congressional Research Service.

2. Загоруйко Г. (1999). Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: ИМ СО РАН.

Обоснование необходимости разработки нового подхода к построению системы управления авиационными работами с использованием беспилотных летательных аппаратов

Салтыкова Е.А.

Научный руководитель — Демченко М.С.

УГАТУ, Уфа

saltykovaevgenia@yandex.ru

В настоящее время развитие информационных технологий в области техники, в том числе и авиационной, не стоит на месте. Так, например, сегодня особенно актуален вопрос использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в гражданском секторе.

В США, Китае и других странах применение беспилотников уже не является чем-то сверхъестественным. Их активно используют в сельскохозяйственной деятельности и мониторинге труднодоступных местностей. В России же данную проблему можно отнести в разряд «развивающихся» и «новых». Однако, некоторые российские компании уже применяют такую технологию в своей деятельности. Зачастую, это предприятия газовой и нефтяной промышленности, использующие БПЛА в качестве средств мониторинга трубопроводов [1].

Также БПЛА может быть использован для различных областей деятельности, например, топографо-геодезическое производство, поисково-спасательные работы, доставка мелких грузовых пакетов в труднодоступные зоны и т.д. То есть, вопрос БПЛА находится в развивающейся стадии, и он будет актуален для ряда предприятий.

Так как БПЛА-технология считается довольно новой, следовательно, она имеет свои недостатки, среди которых можно выделить два основных: слабая нормативно-правовая база и отсутствие информационных систем управления данной технологией. В данной статье будет рассмотрена вторая проблема – необходимость разработки автоматизированной системы управления процессом выполнения авиационных работ с использованием БПЛА.

Процесс управления работами с использованием БПЛА представляет собой выполнение различных операций, которые сопровождаются потоком сопутствующих документов.

На примере уфимской авиакомпании «Лайт Эйр», выполняющей авиационные работы с использованием БПЛА, рассмотрим осуществление данного процесса.

Данная авиакомпания имеет в наличии комплексы с беспилотниками. В состав одного комплекса входит два беспилотника, наземная станция управления (НСУ), катапульта для запуска беспилотника. В работе использует беспилотный летательный аппарат (БПЛА) фирмы ZALA 421-16e. Комплекс с БПЛА на место назначения работ доставляет легковой автомобиль, числящийся на балансе авиакомпании. После проведения работ экипаж либо отправляется на место базирования (если работы не выполнены полностью), либо отправляется в авиакомпанию (если работы завершены полностью).

Взаимодействие между подразделениями компании осуществляется при помощи документооборота и посредством телекоммуникационной связи. Также авиакомпания

взаимодействует с заказчиком, Главным центром Единой системы организации воздушного движения и сервисным центром по техническому обслуживанию и ремонту автотранспорта.

Рассматриваемый процесс довольно сложен и многозадачен. Для оптимизации работы подразделений авиакомпании рекомендуется использование информационных систем управления. Однако, таких систем, «заточенных» под подобные процессы, на сегодняшний день нет.

Как известно, существует большое количество информационных систем управления предприятием (различные ERP-системы), которые несомненно подойдут и данной авиакомпании для решений каких-либо стандартных вопросов предприятия (например, управление финансами), однако, такая система не предусматривает некоторые особенности авиакомпании (БПЛА-технология, которая требует специализированных возможностей управления).

Особенности БПЛА-технологии следующие:

- расчет количества районов работ, площадь работ (т.е. работы с топографическими картами);
- определение мест базирования экипажей;
- расчет рабочего времени экипажа в сутки;
- расчет оставшегося ресурса составляющих частей Комплекса с БПЛА;
- расчет потребного количества топлива для автомобиля на данном участке работ;
- расчет количества вылетов для выполнения заявки Заказчика;
- расчет потребного количества экипажей на данном участке работ;
- расчет потребного количества комплексов с БПЛА на данном участке работ.

Среди информационных систем управления также существуют информационные системы электронных топографических карт, которые так или иначе могут быть полезны в работе с БПЛА. Однако, такие системы настроены только на расчеты основных параметров аэрофотосъемки: длина и ширина участка съемки, высота средней плоскости участка, масштаб аэрофотосъемки, фокусное расстояние аэрофотоаппарата и т.д. Также существует информационные технологии в области аэрофотосъемки с космоса, но это уже более глобальные технологии.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс управления работами с использованием БПЛА является довольно сложным и требует разработки специализированной информационной системы управления. В рассматриваемом процессе такая система значительно упростила и оптимизировала бы работу персонала авиакомпании, сократила время расчета различных показателей и в удобной форме представляла результаты работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. России обещано беспилотное будущее [Электронный ресурс]: Новости ВПК. URL: https://vpk.name/news/13391_rossii_obeshano_bespilotnoe_budushee.html (дата обращения: 10.02.2018).

Постпроизводственное тестирование микросхем памяти типа CO3Y (SRAM) в схемах Система в Корпусе

Самохвалов С.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Брехов О.М.

МАИ, Москва

s.samokhvalov@kaf304-mai.ru

Разработка схем типа Система в Корпусе (CvK, System in a Package, SiP) — перспективное направление, которое позволит повысить уровень интеграции электронных компонентов, что важно при осуществлении импортозамещения.

Постпроизводственное тестирование — неотъемлемый этап разработки подобных систем. Данная работа акцентирует внимание на микросхемах памяти типа Статическое Оперативное Запоминающее Устройство (СОЗУ, SRAM) как на одном из компонентов СвК. Тестирование предполагает установление того, работоспособна микросхема памяти или нет. Для этого требуется подтвердить отсутствие или присутствие неисправностей в памяти.

Основная цель работы — предложить разделение алгоритмов тестирования на группы в соответствии с типами неисправностей для ускорения тестирования. Для достижения цели решены следующие задачи: классификация неисправностей по типам, выявление значимости (ранжирование) каждой из групп.

В микросхемах памяти типа СОЗУ неисправное состояние может достигаться одним обращением к некоторым ячейкам памяти (статическая неисправность) или несколькими обращениями (динамическая неисправность). Две неисправности называют связанными, если эти неисправности неразличимы. С учетом частот появления неисправности разбиты на группы: статические несвязанные, динамические несвязанные, статические связанные, динамические связанные. Каждая группа разбивается на несколько подгрупп по числу задействованных в неисправностях ячеек: одна ячейка, несколько ячеек.

Для определения неисправностей рассмотрены основные алгоритмы тестирования: как классические («шахматная доска» с чередующейся записью 0 и 1 в ячейки; GALPAT с обращениями ко всем возможным парам ячеек и др.), так и тесты «марш», в которых обращения к памяти происходят с последовательным уменьшением или увеличением адреса. Приведено сравнение алгоритмов. Тестам «марш» уделено большее внимание, поскольку их временная алгоритмическая сложность — линейная.

Предложено разделение алгоритмов, ключевая особенность которого — возможность вариации применяемых алгоритмов в зависимости от рассматриваемых групп для уменьшения общего времени тестирования. К примеру, с одной стороны, динамические связанные неисправности на практике встречаются достаточно редко, и их можно исключить для ускорения процесса тестирования. С другой стороны, может потребоваться максимальное покрытие неисправностей, тогда присутствие группы динамических связанных неисправностей необходимо. Применяемые алгоритмы для этих двух случаев отличаются, так как тест для обнаружения динамических связанных неисправностей способствует появлению неисправностей других групп и, следовательно, некоторые тесты можно исключить.

Для разделения алгоритмов в качестве инструмента разработана модель памяти с возможностью внедрения неисправностей на языке SystemVerilog. Список неисправностей хранится в файле с разработанной структурой. Отдельная программа (либо с пользовательским выбором, либо автоматическая с равновероятным случайным распределением) генерирует список неисправностей и выполняет попарную проверку их совместимости. В разработке — использование различных законов распределения для автоматической генерации.

Моделирование проводилось в среде QuestaSim. Взаимодействие происходит на сигнальном уровне передачи. Используемая модель памяти с тактом 20 нс содержит 2^{20} 8-битных слов. Установлено, что скорость выполнения тестов — порядка 18-20 полных проходов по памяти за 1 секунду модельного времени.

Для подтверждения результатов моделирования использован аппаратно-программный комплекс тестирования микросхемы памяти типа СОЗУ, который базируется на плате Terasic DE2-115. Реализована возможность имитировать внедрение неисправностей.

1. van de Goor A.J., Al-Ars Z. Functional memory faults: a formal notation and a taxonomy // Proceedings 18th IEEE VLSI Test Symposium. Montreal, Quebec, Canada. 2000.

2. Bosio A., Di Natale G. March Test BDN: A new March Test for dynamic faults // 2008 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics. Cluj-Napoca, Romania. 2008.

3. Hamdioui S. Testing Static Random Access Memories, Defects, Fault Models and Test Patterns. 1st ed. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2004. 1-221 pp.

4. Harutunyan G., Vardanian V.A., Zorian Y. Minimal March Tests for Unlinked Static Faults in Random Access Memories // VLSI Test Symposium, 2005. Proceedings. 23rd IEEE. Palm Springs, California, USA, USA. 2005.

5. Hamdioui S., Reyes J.E.Q.D. New data-background sequences and their industrial evaluation for word-oriented random-access memories // IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. 2005. Vol. 24. pp. 892-904.

6. Benso A., Bosio A., Di Carlo S., Di Natale G., Prinetto P. Memory Fault Simulator for Static-Linked Faults // Test Symposium, 2006. ATS '06. 15th Asian. Fukuoka, Japan. 2006.

Разработка программной системы устранения сокращений в текстах на русском языке

Сиволова М.А.

Научный руководитель — к.т.н. Полицына Е.В.

МАИ, Москва

m-sivovolova@yandex.ru

Слова в текстах на естественных языках часто сокращаются авторами с различными целями, что сильно усложняет их дальнейший автоматизированный анализ, поэтому важной подзадачей обработки естественного является разработка программной системы устранения сокращений в текстах.

Сокращением слова в словообразовании называют усечение слова, а также часть слова или целое слово, образованное путем такого усечения.

В настоящее время существует несколько электронных словарей, которые решают задачу поиска толкований сокращений. Также существуют программы, которые имеют функцию замены наиболее часто употребляемых слов, буквосочетаний, сокращений из заранее заданных списков. Однако их функциональность не подразумевает выделение сокращений из крупных единиц языка (предложений, текстов) и генерацию словоформ сокращений по заданным параметрам.

При решении задачи устранения сокращений в рамках других задач анализа текстов все сокращения необходимо преобразовывать в слова в полной форме с учетом согласования морфологических характеристик соседних слов, являющихся главными по отношению к искомому.

Для решения этой задачи была разработана программная система устранения сокращений на основе использования словаря сокращений и разработки аналитических правил нахождения сокращений в текстах, определения их типов и формирования развернутых вариантов сокращений.

Программная система устранения сокращений позволяет:

1) распознавать в исходном тексте слова, которые потенциально могут являться сокращениями, с учетом их типов, приведенных в ГОСТ Р 7.0.12-2011 «Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке» [1];

2) формировать развернутый вариант сокращения с использованием словаря сокращений;

3) осуществлять синтез развернутого варианта сокращения с учетом морфологических характеристик соседних к найденному сокращению слов [2] с помощью библиотеки морфологии JMorfSdk [3].

Разработанная система устранения сокращений может найти применение во многих инструментах обработки текстов на естественном языке и обеспечит эффективное функционирование средств обработки текстов всех уровней анализа [4].

На уровне графематического анализа система устранения сокращений позволит повысить эффективность определения структуры входных текстов и их разбора на более простые единицы языка.

На уровне морфологического анализа данная система решит вопрос определения части речи и морфологических характеристик, когда изменяемая часть слова отсутствует.

На этапе синтаксического анализа система даст возможность восстановить синтаксические связи слов в предложении, которые могли быть утеряны вследствие возможной некорректной обработки сокращения.

Для семантического анализа система позволит устранить сокращения, которые потенциально могут входить в набор слов, определяющих основной смысл текста или являющихся значимыми.

Набор аналитических правил, реализуемых в системе устранения сокращений, может быть внедрен в другие программы для анализа текстов как средство базовой обработки текста на естественном языке. Программная система устранения сокращений может применяться в качестве самостоятельного инструмента для автоматического анализа текстов, когда основная цель состоит только в расшифровке сокращений и получении полного текста.

Литература

1. ГОСТ Р 7.0.12-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru> (дата обращения: 10.11.2017)

2. Поречный А.С. Реализация поиска понятий с помощью выделения словосочетаний из текста: статья в сборнике «Проблемы компьютерной лингвистики и типологии: Сборник научных трудов» под ред. А.А. Кретьева. – Вып. 6. – Воронеж, 2017. — 237 с.

3. Поречный А.С. Библиотека морфологического анализа русского языка JMorfSdk [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://github.com/jalexpr/JMorfSdk> (дата обращения: 12.11.2017)

4. Большакова Е.И., Клышинский Э.С. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика. Учебное пособие. М.: МИЭМ, 2011. 272 с.

Разработка математических моделей нелинейных деградационных процессов на основе метода наименьших квадратов

Симонов А.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.

МАИ, Москва

mr.who96@yandex.ru

В настоящее время особое значение имеет переход к обслуживанию технических систем по фактическому состоянию. Здесь важен выбор методов идентификации эксплуатационного состояния систем, а также методы обнаружения деградационных признаков старения при эксплуатации изделий. Оценка степени деградации технических средств позволит произвести своевременный ремонт техники или ее полную замену, уменьшая вероятность критических отказов техники или поломку.

Данная работа посвящена практическим вопросам разработки математических моделей элементов и процессов в электротехнических устройствах на основе метода наименьших квадратов, на примере моделирования нелинейных процессов в электротехнических устройствах. Подготовлен вычислительный эксперимент анализа адекватности информационных средств для определения состояния и параметров электротехнических устройств.

В данной работе рассматриваются деградационные процессы, зависящие от нескольких параметров. Наилучшие результаты в моделировании таких процессов могут быть достигнуты с использованием регрессионных моделей. На основе этих моделей также можно прогнозировать будущие отказы технических средств, что позволит предупредить и предотвратить такие отказы.

Для реализации модели создаётся программный комплекс, обеспечивающий сбор и хранение информации о техническом устройстве, и ее последующую обработку. Для разработки программного комплекса выбран язык программирования C#, а в качестве среды разработки выбрана Microsoft Visual Studio 2015. Метод наименьших квадратов будет реализован с помощью математического пакета Math.NET, содержащего необходимые математические классы и функции.

Кроме этого в качестве средства хранения таблиц будет использоваться система управления базами данных Microsoft SQL Server 2012, где в качестве языка взаимодействия с данными в таблицах используется T-SQL. Для ускорения обработки данных будут использоваться возможности распараллеливания обработки, выполнения программы в многопоточном режиме. Интерфейс программы разрабатывается на основе подсистемы платформы .NET, Windows Presentation Foundation которая предоставляет обширный набор возможностей для построения графических интерфейсов.

Литература

Лисов А.А., Чернова Т.А., Горбунов М.С. Моделирование нелинейных характеристик электротехнических устройств в задачах по упреждению отказов. ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес (Электроника НТБ) №8, 2017г., - _136-140_с.

Разработка информационно-поисковой системы оценки состояния электротехнического объекта

Смирнов А.А.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лисов А.А.

МАИ, Москва

sm.alex.al@mail.ru

В широкой практике эксплуатации электрических машин, для их параметрической экспресс-диагностики может служить анализ частотной характеристики ротора в режиме «выбега», т.е. при отключении электродвигателя от сети. По режиму выбега можно судить о продолжительности безотказной работы привода и даже о состоянии его ведущих элементов.

В настоящей работе предложено использовать информационно-поисковую систему (ИПС), которая представляет собой специализированный программный комплекс. При эксплуатации сложных технических объектов (СТО) построение ИПС опирается на взаимосвязь состояния объектов с консолидированной информацией об их состоянии. Наличие этой взаимосвязи является основой решения задач эксплуатационной надежности различных по номенклатуре технических объектов, в целях упреждения возможных отказов в процессе эксплуатации этих объектов. Код или ключ для обращения в базу данных ИПС представляет собой т.н. «физическую метку» состояния объекта (ФМ), характеризующую совокупность свойств каждого из объектов.

ФМ предопределяется, в частности, деградацией свойств и возникновением при этом сопутствующих явлений. С другой стороны, ФМ отвечает соответствующая консолидированная информация (КИ), определяющая необходимые действия оператора по корректировке состояния объектов и находящаяся в базе данных ИПС. При этом КИ содержит рекомендации по устранению отклонений состояния объектов от нормы и по выбору технически допустимого режима их функционирования, а также расширенный набор паспортных данных для изделия, значение комплексного показателя качества и типовое управляющее решение.

Взаимосвязь ФМ и отвечающей ей КИ является основой накопления и многократного использования информации об объектах, что связано с процессом самообучения ИПС. При этом совокупность значений всех исходных параметров в ее сочетании с КИ также используется для анализа технических и технологических особенностей контролируемых объектов.

В процессе определения состояния электромеханических преобразователей, получают экспериментальные данные частотной характеристики ротора $\omega(t)$. В каждом плановом контроле для неё можно установить аналитическую закономерность, и на основе расчёта оценить состояние ведущих элементов и прогнозировать особенности последующей эксплуатации.

Разработка программного модуля тестирования знаний по астронавигации

Создателем А.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чумакова Е.В.

МАИ, Москва

ASozd1995@yandex.ru

Навигационные системы, используемые на флоте, в авиации и космонавтике, несмотря на наличие удобных и доступных пользовательских интерфейсов, требуют от работающих с ними знания астрономии и навыков их использования. Для подготовки и проверки знаний специалистов – работников этих структур – необходимы пособия по соответствующим областям знаний.

Для решения этой проблемы разработано электронное тестировочное пособие по методам астронавигации, их применению и программным реализациям. Это пособие включает в себя собрание тестовых заданий по астрономическим и навигационным терминам, расчёту параметров для определения текущих координат и направления движения судна штурманом, предназначенных для получения рабочих навыков.

Пособие выполнено в виде веб-приложения, отображаемое практически в любом веб-браузере. Приложение имеет клиент-серверную архитектуру, которое содержит в своём составе базу данных. База данных, построенная по реляционной модели, включает в себя перечень заданий с формулировкой, схематичным графиком, набором вариантов ответа с пометкой «правильный»/«неправильный», поделённых на блоки по тематическим категориям.

Доступ и управление приложением, отображающим запрашиваемые пользователем сведения из базы данных, осуществляется через элементы графического пользовательского интерфейса.

Поскольку доступ к пособию осуществляется через интернет, немаловажным аспектом является обеспечение безопасности и сохранности данных. Это делается путем ограничения доступа к основному приложению и содержанию базы данных.

Для создания веб-приложения выбрана технология Microsoft ASP .NET, а для подключения и доступа к базе данных сервер баз данных Microsoft SQL Server 2012. Объектно-ориентированный язык программирования C#, являющийся частью платформы Microsoft .NET, выбран как основной язык программирования.

Основными преимуществами такого пособия перед остальными являются: универсальное модульное построение, доступность через интернет, мобильность, небольшие временные затраты на внедрение [1].

Литература.

1. Сборник XLIII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения», М.: МАИ, с. 806, 2017.

Инновационный подход к способу предоставления вычислительных услуг на основе «Облачных вычислений»

Сокова Е.А., Суслов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Епанешникова И.К.

МАИ, Москва

Sokova.E.A@yandex.ru

С появлением необходимости создания интегрированного информационного пространства на инновационном предприятии возник ряд проблем: закупка высокопроизводительных, дорогостоящих компьютеров и ПО, расходы на обслуживание виртуальной инфраструктуры, большие вычислительные мощности необходимые для хранения, анализа и обработки данных. Решением этих проблем стали облачные вычисления.

«Облачные вычисления» (англ. cloud computing) — это технология распределённой обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются как Интернет-сервис.

Можно выделить три модели развертывания «облачных вычислений»:

«Публичное облако» - это инфраструктура, которая предназначена для использования одновременно несколькими компаниями. Пользователи данных облаков не имеют возможности управлять и обслуживать данное облако, этими задачами занимается владелец облака. Пользователем предлагаемых сервисов может стать любая компания и индивидуальный пользователь.

«Частное облако» - это инфраструктура более безопасна, чем публичное облако, так как используется одной единственной организацией. Предприятие может управлять, обслуживать и контролировать частным облаком самостоятельно или поручить эту задачу внешнему подрядчику.

«Гибридное облако» - это инфраструктура, которая позволяет использовать услуги публичного и частного облака для решения поставленных задач. Такой тип облаков используется, когда IT-инфраструктура частного облака не справляется с текущими задачами, часть мощностей перебрасывается на публичное облако (например большие объёмы статистической информации, которые в необработанном виде не представляют ценности для предприятия), а также для предоставления доступа пользователям к ресурсам предприятия (к частному облаку) через публичное облако.

Таким образом, «облачные вычисления» позволяют снизить расходы на дорогостоящее оборудование, ПО и на обслуживание информационной инфраструктуры. Также позволяют более экономно распределять мощности. Например, один сервер может исполнять несколько разных операционных систем и приложений, а при необходимости можно перенести на менее загруженный сервер. В отличие от того, что на потребительском рынке «облака» обычно ассоциируются лишь с удалёнными хранилищами, то для конкретного предприятия «облака» позволяют кардинально ускорить внедрение инновационных технологических решений. Соответственно, если предприятие оперативно реагирует на потребности рынка и быстро внедряет новые технологии, такое предприятие получает больше выгоды на рынке. Именно, в случае «облачного» решения, зачастую, процесс внедрения сокращается от нескольких месяцев до нескольких дней, а это в конечном итоге гораздо важнее, чем просто экономия денег.

В условиях жесткой конкуренции промышленные инновационные предприятия особое внимание уделяют защите информации. Угрозы, связанные с возможностью потери или искажения технологических, производственных и коммерческих данных, могут привести к сбою работы предприятия и к финансовым потерям. На практике же стало ясно, что для компании без соответствующей IT- специализации содержание целого штата IT – специалистов, следящих за выполнением стандартов безопасности, дорого и неэффективно, профессиональнее провайдеры за счет своей квалификации делают это гораздо успешнее.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы. Облачные решения, которые предоставляются облачными провайдерами с использованием больших массивов данных, дают предприятию большие возможности для выполнения новых технологических решений и прогноза развития, чем частные инфраструктуры «облака» и являются основным путем для поиска современных инновационных решений.

Список литературы:

1. Александр Герасимов. «Облака» как целевая бизнес-модель трансформации глобальной экономики. LAP Lambert Academic Publishing, 2014
2. Сергей Макаров. Облачные вычисления. LAP Lambert Academic Publishing, 2012

Нейронные сети глубинного обучения для распознавания рукописного текста

Сорокин М.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Аверкин А.Н.

МАИ, Москва

maklas80@gmail.com

Сфера распознавания рукописного текста очень актуальна в настоящее время. Так как много осталось рукописной литературы, которая храниться в библиотеках, поэтому разработка рукописного текста является актуальной темой в настоящий момент. Распознавание рукописного текста называется процесс обработки данных направленный на обучение нейронной сети и обучение. За последнее время было разработано большое количество эффективных методов распознавание текста, обладающих рядом совершенно разных свойств. Распознавание текста за счет сканера отчасти этот метод может показаться эффективным, так как не требует каких либо усилий, но у данного метода есть ряд плохих свойств. Иногда сканер может не распознать букву или тест. Распознавание теста за счет нейронной сети данный метод очень хороший так как мы самостоятельно обучаем нейронную сеть, в которую вбиваем несколько видов и примеров текста или буквы. Данный метод очень труда заданный из-за обучения нейронной сети. Но на мой счет является самым эффективным методом на данный момент. Нейронная сеть представляет собой одну из современных технологий создания различных нейронных сетей с помощью аппаратных и программных средств компьютера, отображения их на экране монитора и затем сохранения в файле или печати на принтере. Данный метод поможет улучшить качество распознавание рукописного текста. Поможет сразу отредактировать данный текст в досх, и с каждым переводом текстового файла нейронная сеть будет обучаться, и прогрессировать до совершенства

С помощью данной программы пользователь сможет:

1. Распознавание текста
2. Уменьшение время затрата на распознавание текста
3. Редактирование текстового файла
4. Предпросмотр после редактирования

Создание и внедрение системы контроля и учета ошибок в авиакомпаниях

Суржко Е.Н.

Научный руководитель — Липатов А.И.

МАИ, Москва

lisurzhko@gmail.com

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений деятельности различных организаций является работа с большими данными (big data). В этом направлении большинство авиакомпаний используют системы для сбора и обработки полетной информации, взаимодействия и выстраивания диалога с клиентом для повышения прибыли. Однако существует ряд проблем, которые приводят к задержке либо отмене рейсов. К ним

относятся не только неисправности воздушного судна, связанные с ошибками производителя, но и ошибки, допускаемые в связи с техническими и человеческими факторами, которые совершаются техническим составом авиакомпании при подготовке самолета к рейсу или проведении проверок технического состояния воздушного судна. Такие ошибки, как недостаток ресурсов, неспособность техников обнаружить проблему и справиться с поставленной задачей, несанкционированное отступление от требований, неправильное оформление рабочих документов и т.д. способствуют задержкам рейсов, в связи с чем авиакомпания каждый раз теряет деньги в связи с рядом причин.

Актуальность работы обусловлена отсутствием системы, анализирующей ошибки технического персонала, их причины, а также последствия, в связи с чем на основе OSBI-системы была разработана система аналитики для определения и устранения основных ошибок, совершаемых при подготовке самолета. Для этого были выполнены следующие мероприятия:

- получена внутренняя статистика авиакомпании «Ройял Флайт»;
- вручную проведен анализ ошибок, происходящих по вине производителя и по вине перевозчика;
- сформированы списки ошибок и причин;
- проанализированы решения, принимаемые руководством по результатам той или иной проблемы;
- сформирована финансовая модель «as is»;
- все полученные данные внедрены в систему;
- произведен автоматический анализ ошибок;
- по результатам анализа получены рекомендации и отчеты;
- сформирована финансовая модель «to be».

В качестве результата внедрения системы в бизнес-процессы авиакомпании получены не только результаты по необходимым ведущим параметрам (например, станция, сотрудник, борт, временной промежуток и т.п.), что дает возможность применять модель оперативного планирования, но и осуществляется значительная экономия финансов авиакомпании, что связано с проведением превентивных мер в зависимости от параметров, а также экономия человеческих ресурсов в связи с автоматизацией процесса анализа.

Несмотря на то, что данные по необходимым параметрам продолжают собираться вручную, можно считать применение данной системы в операционной деятельности авиакомпаний целесообразным и успешным, поскольку она является рентабельной и сокращает время работы сотрудника на группировку информации и анализ каждой ошибки и результата, при этом существует вероятность доработки системы и перехода на более комфортную для бизнеса платформу, с помощью чего удастся внедрить систему на всех станциях авиакомпании и значительно ускорить процесс сбора данных.

Возможности улучшения методов распознавания звуковых образов, основанных на глубоких нейронных сетях

Сухарев А.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Зайцев В.Е.

МАИ, Москва

andreisukharev@gmail.com

В настоящее время такие высокотехнологичные компании, как Google, Microsoft, Яндекс, используют и развивают методы машинного обучения, способные решать задачи в самых разных областях. Математические модели, основанные на использовании глубоких искусственных нейронных сетей, получили широкое распространение при решении задач распознавания и обработки изображений, где с их помощью достигнуты лучшие на сегодняшний день результаты, и больше всего исследований ведется именно в применении к изображениям. Однако глубокие сети также используются для решения таких задач

обработки звуковых сигналов, как распознавание речи, в которых также достигаются впечатляющие результаты.

Мировые исследователи уделяют больше внимания работе с графическими образами, чем со звуковыми, однако распознавание последних способно улучшить качество самых различных информационных систем. В работах, связанных с распознаванием звуковых образов, чаще используют базовые подходы для обработки звуковых сигналов (такие как расчёт мел-спектрограммы и мел-частотных кепстральных коэффициентов) и простые архитектуры нейронных сетей (основанные на AlexNet и VGG). Применение данного подхода позволяет добиться неплохих результатов качества, однако их можно улучшить, и подойти к этому можно с нескольких сторон.

Прежде всего необходимо научиться извлекать максимум полезной информации из исходного сигнала и отбрасывать очевидный мусор в виде шумов. Методы обработки, основанные на преобразовании Фурье, имеют известные недостатки, например, невозможность одновременно хорошо представить сигнал как в частотной, так и во временной области. Из-за этого приходится разбивать сигнал на окна и делать грубые предположения о его природе. Использование более современных методов обработки, основанных, например, на вейвлет-преобразовании, практически не рассматривается в работах исследователей, поэтому есть смысл самостоятельно рассмотреть возможность применения.

В применении к задачам обработки и классификации изображений в настоящий момент применяются очень глубокие нейронные сети с использованием свёрточных и рекуррентных слоёв. Известными архитектурами таких сетей являются Inception и ResNet. Поскольку изображения и звуки имеют в себе много общего, часть наработок можно переиспользовать, адаптировать и развить.

Большой проблемой является недостаток размеченных звуковых данных. Существует всего несколько таких наборов данных (UrbanSound8K, ESC-50 и др.), и только один — большого размера (AudioSet). Разметка данных — очень трудоёмкий и поэтому дорогой процесс, поэтому если задействовать для обучения модели также неразмеченные данные, то можно будет применять более сложные модели, которые находят больше скрытых зависимостей в данных, что позволяет значительно улучшить качество модели. Неразмеченные данные можно брать в любом необходимом количестве из интернета, в частности, из видеороликов.

Применение методов распознавания звуковых образов возможно как в составе других программно-аппаратных решений, так и в виде самостоятельного решения. В качестве примера можно привести использование в системах беспилотного автомобиля для более точного анализа происходящего на дороге. Голосовые помощники при наличии дополнительной информации об окружении могут давать лучшие подсказки конечному пользователю. Также возможно применение при решении традиционных задач вроде определения говорящего.

Аппроксимация фильтров обработки изображений линейными комбинациями многочленов

Сылко С.С., Городилов В.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

sylkosergey@yandex.ru

На сегодняшний день обработка изображений имеет важное значение. Обработка изображений используется в различных сферах деятельности: от фотографий до специалистов по обеспечению безопасности в местах массового скопления людей. Основа обработки изображений заключается в применении различных фильтров к изображениям. Фильтры обработки изображений позволяют накладывать на изображения различные

эффекты, повышать качество изображений путём устранения ложных данных или улучшать характеристики изображений. Целью данной работы является аппроксимация фильтров обработки изображений линейными комбинациями многочленов.

При разработке данной системы был реализован ряд задач. Для начала была спроектирована библиотека для дальнейшего использования. Следующей задачей являлся сравнительный анализ аппроксимации фильтров с использованием различных форм многочленов. В зависимости от видов фильтров применялись различные формы многочленов. В их числе: многочлены Чебышева, многочлены Лагерра, многочлены Эрмита. Преимуществами аппроксимирования фильтров с помощью многочленов являются простое вычисление и аналитическая форма задания фильтра. Далее был произведён анализ быстрейшего применения данных фильтров к изображению по сравнению с классическими методами. И на основе библиотеки было реализовано оконное приложение для демонстрации работы.

Данная система уже тестируется на кафедре «Компьютерная математика». В дальнейшем планируется улучшение программной архитектуры и поиск наиболее эффективных решений для реализации предстоящих задач.

Информационные технологии в ракета-космической отрасли

Торопеев Д.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Прудников В.А

МАИ, Москва

dima.toropeev@gmail.com

В наше время технологии играют важную роль: от простого управления лампочками и приборами на работе до полной автоматизации управления полетом Ракета-носителя. Пилотируемые космические комплексы и орбитальные станции относятся к самым сложным объектам, созданным человечеством. Тесно связана между собой автоматизация промышленной и космической отрасли. Для космической автоматизации служат аппаратно-программные средства и технологии промышленной автоматизации. Лучшие из созданных проектов внедряются в промышленность и ставятся на эксплуатацию в разные сферы.

Для успешного выведения ракеты на орбиту, нужно учесть много факторов: количество ступеней, ширина ракеты, сухая масса двигателей, их количество, метеоданные, место, откуда будет запускаться аппарат и многое другое. Для всех расчетов используется много данных. Благодаря информационным технологиям мы смогли не только успешно запустить в космос астронавтов, но и построить на орбите такой масштабный объект, как Международная космическая станция. Человечество развивается и для выполнения более сложных расчетов используются сложные программные комплексы. Например программа «Спутник» для расчёта взлётов ракет, «Lane» для моделирования траекторий движения различных летательных аппаратов, R-rotor, позволяющее подкрутить ракету в полёте относительно оси, Rocki-nozzle - оптимизация формы профилированного сверхзвукового сопла и другие важные программные обеспечения.

Важную роль в развитие космических технологий играют космические компьютеры специального исполнения, расширенным температурным диапазоном, с повышенными характеристиками надежности, устойчивые к ударо и вибронегрузкам, обладают большими возможностями ввода и вывода информации. Такую производительность может обеспечить процессор Intel 386. В космической отрасли так же активно используются широкое применение открытых стандартов и модульные принципы построения систем. Все это в совокупности позволяет создавать удивительные технологии, но это еще не предел науки и человечества.

Новый подход к визуализации колебательных сигналов

Фадеев М.М., Евсеева М.В., Гребнева К.А.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Балакирев Н.Е.

МАИ, Москва

Fadeev_mix@bk.ru

В процессе научной деятельности наряду с устоявшимися подходами и математическими методами появляются новые подходы и методы, в особенности в тех направлениях, в которых актуализировано развитие и потребности общества. К такой проблеме относится и распознавание речи. В рамках научных исследований этого направления был предложен новый логико-лингвистический подход [1], который дал возможность структурировать колебательный поток сигналов и на её основе более точно и эффективно подойти к распознаванию речевой информации. Всё это потребовало и нового подхода в создании инструментария исследований, к которым относятся цифровые осциллографы.

Предлагаемый новый подход к визуализации колебательных сигналов неразрывно связан с теоретико-практическими работами в направлении распознавания речи. И новизна в этих работах автоматически отбрасывает возможность использования всех существующих систем визуализации сигналов в виду новой предметной основы рассмотрения сигналов, а именно, потока структур. Вторым, немаловажным моментом является другая целевая направленность развиваемого инструмента, направленная, в конечном итоге, на распознавание и синтез одновременно. Всё это потребовало новых интерфейсных решений во взаимодействии с пользователем и новых, внутренних интерфейсных решений, позволяющих подключать целую обойму аппаратных систем (графический процессор), подсистем программных модулей и файловых структур. В силу универсальности логико-лингвистического подхода развиваемая система может обеспечивать изучение не только звукового потока, но и любых колебательных физических процессов, связанных с волновыми явлениями. То есть возможности системы визуализации сохраняют старую привычную основу сигналов и соответственно привычный способ рассмотрения сигналов, но в то же время открывают путь к структуризации и систематизации сигналов в рамках нового подхода. Мы смеем предполагать, что развиваемый нами подход обеспечит качественное улучшение распознавания, прежде всего голосовой информации, в то же время откроет путь для изучения других видов колебательных сигналов в таких разделах науки как сейсмика, связь, медицина и т.д..

Таким образом, развиваемый новый подход позволяет увидеть звуковой поток не только как массив данных, представляющих значения амплитуды на фиксированном интервале времени, но и как набор структур в виде примитивов и структурных матриц, из которых можно сложить фонемные первоосновы фонем. А разрабатываемый многоканальный структурный редактор становится объединительной базой и исследовательским инструментом колебательных процессов и ориентирован в первую очередь на структурный анализ и редактирование звуковых потоков на их основе.

Отличительной особенностью нового редактора является:

- ориентация на исследование алгоритмов и структуры звукового потока с целью эффективного и качественного распознавания речи;
- использование нового логико-лингвистического подхода, позволяющего структурно представить любой колебательный поток;
- одновременная ориентация исследований, как на распознавание, так и на синтез при обработке речи;
- возможность использования нового подхода, развиваемого инструмента, алгоритмов и структур для других видов колебательных процессов;
- исследование базовых единиц предлагаемой структуризации, основанной на примитивах и структурных матрицах для распознавания и синтеза речи;

- отработка новых механизмов редактирования в рамках новых структурных единиц и нахождение в таком представлении базовых единиц образующих фонемы.

Многоканальный инструмент визуального представления и воспроизведения звука обеспечит толчок в исследованиях нового направления и может послужить инструментом для широкого круга задач, связанных с колебаниями.

1. Балакирев Н. Е. Логико-лингвистический подход по распознаванию содержания физических волн / Материалы XV Международной конференции «Информатика: проблемы, методология, технологии» . (Воронеж, 12–13 февраля 2015 г.) – Воронеж. – Т. 1. – С. 31– 36.

Разработка структуры данных типа «Колония»

Фатхиев О.М.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Бронштейн Е.М.

УГАТУ, Уфа

brimcn75@gmail.com

Проблема распространенных структур данных заключается в том, что большинство из них хоть и обладает эффективной асимптотикой скорости работы, на практике работают достаточно медленно. Далее рассмотрены структуры данных типа «списки» и «массивы».

Списки выглядят следующим образом. Пусть есть некая сущность (элемент списка), в котором хранится информация, полезная для пользователя, а также указатель на следующий элемент списка (указателей может быть два в случае так называемых двунаправленных списков). Таким образом, просто выполняются такие операции, как вставка нового элемента в произвольное место списка, и удаление произвольного элемента из списка. Эти операции сводятся к перенаправлению указателей: в случае удаления элемента, указатель предыдущего элемента на следующий перенаправляется на тот элемент, который идет сразу после удаляемого.

Асимптотика работы операций удаления и вставки элемента – константа (в предположении, что при вставке или удалении элемента, мы обладаем указателем на элемент в списке, для которого совершается операция). В то же время, с учетом использования памяти оценка время выполнения операций вставки и удаления элементов существенно возрастает.

Причина этого явления в том, что память под каждый элемент списка выделяется в произвольном месте оперативной памяти (динамическая аллокация). Вся структура в представлении компьютера выглядит разбросанной. При этом, современные процессоры плохо работают с памятью, которая разбросана по оперативной памяти.

Данным, чтобы добраться из оперативной памяти до процессора, нужно пройти несколько уровней кеша процессора - более быстрой памяти, которая находится ближе к процессору. Основной проблемой здесь является то, что память в кеш попадает постранично: мы не можем считывать данные из разных сегментов оперативной памяти одновременно. Это означает, что для того, чтобы пройти по списку, необходимо сравнительно большое количество обращений к «медленной» оперативной памяти. Такой проблемы нет у массивов, которые размещены в памяти последовательно. Однако, удаление и вставка элемента в произвольное место массива – операция с линейной асимптотикой относительно размерности массива. Естественной является идея объединения достоинств этих двух структур данных.

Идея структуры данных «колония» заключается в том, что мы можем удалять (но не вставлять) произвольный элемент структуры за константное время. При этом структура хранится в памяти последовательно. Достигается это за счет особенности представления структуры.

Каждый элемент может быть «мертвым» или «живым». «Мертвым» элемент является тогда, когда он не несет никакой полезной информации, и доступ к которому для клиента этой структуры закрыт. «Живой» элемент участвует в иерархии структуры.

Пусть у каждого элемента, кроме полезной информации, будет указатель на ближайший «живой» элемент, находящийся не левее текущего. Назовем этот указатель *next*. Пусть выполняется следующее условие: элемент «живой», если его *next*-указатель указывает на сам элемент. Таким образом, отпадает необходимость хранить дополнительно состояние элемента.

Изначально, если в структуре не было никаких удалений, все *next*-указатели ссылались на сами элементы, образуя массив из одноэлементных графов с петлями. В процедуре удаления использована известная эвристика сжатия пути, позволяющая совершать удаление за время, ограниченное обратной функцией Аккермана, то есть реализуется с высокой скоростью.

Практические задачи, в которых в структурах данных допускается удаление элементов, но не допускается вставка в произвольное место, возникают, например, при организации хранилищ частиц, имеющих различное время жизни.

Разработка асинхронной многопользовательской системы уведомлений в среде .NET Framework 4.7

Федоров М.И.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

mayheminbox@gmail.com

Перед каждой организацией стоит вопрос оповещения своих клиентов (партнеров/сотрудников).

Это может быть информация для абитуриентов (в случае вуза), данные о новом товаре и т.п.

Для этого используются системы рассылки (самописные или сторонние).

Какие требования как правило предъявляют к подобным системам:

1) Надежность - сообщение должно быть доставлено или же (в случае неудачи) мы должны узнать о ней.

2) Скорость - нередко бывают случаи, когда необходимо отправить тысячи сообщений, это не должно занимать много времени.

3) Гибкость - необходимо иметь возможность группировать клиентов по признакам, и рассылать сообщения только *n* группам из всего множества.

4) Трекинг и просмотр истории - мы хотим знать, открыл клиент наше письмо или нет, а также хотим иметь возможность посмотреть статистику рассылок за любой момент времени в прошлом (сколько сообщений было отправлено/прочитано/не дошло и т.п.)

5) Стоимость - минимизация расходов актуальна в любом вопросе, в том числе и в данном.

Уже сегодня существуют системы, полностью удовлетворяющие пунктам 1-4. Ярким примером является MailChimp.

К сожалению, все они обладают одним явным минусом и как минимум одним скрытым.

Явный минус - стоимость. Они не бесплатны.

Неявный - вам могут отказать в обслуживании в любой момент (и так иногда происходит).

Моей целью было разработать систему, отвечающую первым 4м пунктам и при этом бесплатную.

В данных тезисах остановимся чуть подробнее на 5ом пункте.

Для максимального снижения стоимости, приложение используются бесплатные smtp (от google, yandex и еще ряда компаний). С одного ip адреса можно отправить около 400 сообщений в сутки. Что же делать, если сообщений нужно отправить тысячи ?

Использовать больше адресов.

Для этого прекрасно подходит сеть Tor (описание принципов её работы выходит за границы данных тезисов), которую моё приложение использует в качестве прокси.

Трекинг осуществляется достаточно стандартным способом - добавляем к каждому сообщению невидимую картинку, за которой браузер клиента идет на наш сервер, тем самым оповещая нас об открытии.

Скорость достигается использованием асинхронных и многопоточных конструкций, везде, где это разумно.

В итоге мы имеем бесплатное десктопное (написано с использованием технологии wrf) приложение, отвечающее каждому из 5 пунктов.

Разработка модуля управления программно-конфигурируемыми IP-сетями

Фролов Д.В.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

nctay@mail.ru

Современное состояние и тенденции развития компьютерных сетей показали, что потенциал роста производительности, пропускной способности сетей на основе традиционных технологий практически исчерпан. Это связано с ростом затрат времен на маршрутизацию, с трудностями в конфигурации сети и управления потоками в ней, особенно с учётом новых потребностей в политиках качества сервиса для высокоскоростных глобальных сетей и сетей центров обработки данных, с ростом потребности виртуализации сетей, т.е. отображения нескольких логически изолированных сетей с независимыми политиками качества обслуживания на общий набор сетевых ресурсов. В ответ на указанные выше проблемы в 2006 году возникла (и с тех пор интенсивно развивается) концепция программно-конфигурируемых сетей (ПКС).

Одной из наиболее перспективных и развивающихся реализаций подхода программно-конфигурируемых сетей является технология OpenFlow. Общий принцип функционирования OpenFlow-сети заключается в следующем: каждый OpenFlow коммутатор устанавливает защищенный канал с контроллером, посредством которого контроллер управляет им. Взаимодействие между коммутаторами и контроллером осуществляется посредством сообщений протокола OpenFlow. Контроллер получает информацию об изменении состояний элементов в сети, на основе которой он конфигурирует сетевое оборудование, управляет сетевой инфраструктурой и потоками данных в сети.

Ключевым элементом в программно-конфигурируемых сетях (ПКС) является контроллер. Под контроллером понимают специальное ПО, установленное на физическом сервере, осуществляющее контроль и управление состоянием сети и ее элементами и управление потоками данных в сети. Контроллер состоит из сетевой операционной системы и набора сетевых приложений, функционирующих поверх нее.

Для корректной работы OpenFlow коммутатора необходимо, чтобы он мог устанавливать и поддерживать соединение с соответствующим контроллером. Для разработки модуля управления был выбран контроллер HP VAN SDN, поскольку является универсальным решением для любой задачи в рамках программно-конфигурируемых сетей.

При разработке и отладке приложения для ПКС сетей в была создана среда в виртуально сетевой инфраструктуре Mininet, которая представляет собой среду эмуляции ПКС сети.

Разработанный модуль является внешним приложением для управления ПКС, написанный на языке Perl. Взаимодействие с OpenFlow контроллером производится с помощью Northbound интерфейса. Реализация данного интерфейса в контроллере HP VAN SDN представлена в виде Restful API. Restful API определяет набор функций, к которым разработчики могут совершать запросы и получать ответы. Взаимодействие происходит по протоколу HTTP.

Основные функции контроллера :

1. Авторизация на контроллере.

2. Листинг всех доступных устройств и информации о их состоянии.
3. Запрос информации и управление состоянием интерфейсов и их спецификациях.
4. Управление портами и потоками. Блокирование и разблокирование.
5. Управление маршрутизацией в ПКС

В целях создания удобного интерфейса для использования функций модуля была разработана HTML форма с использованием интерфейса CGI.

Разработанная система управления контроллера ПКС обеспечивает администратору удобный графический интерфейс и значительно облегчает процесс менеджмента сети, предоставляя функционал для быстрых и эффективных изменений конфигураций оборудования.

Применение технологии параллельных вычислений при создании нейросетевой модели авиационного двигателя

Хасанова А.Р.

Научный руководитель — к.т.н. Абдулнагимов А.И.

УГАТУ, Уфа

khasanova_ar@mail.ru

Процесс обучения нейронной сети (НС) в зависимости от ее структуры и некоторых других параметров может занимать продолжительное время. На длительность обучения оказывают влияние количество слоев, нейронов, алгоритм обучения НС, а также объем и структура данных обучающей выборки. Цель настоящей работы – анализ возможности применения технологии параллельных вычислений для ускорения создания нейросетевой модели газотурбинного двигателя (ГТД). Для создания такой модели предложено использовать рекуррентную нейронную сеть NARX. Такой тип нейронной сети может использоваться для построения модели ГТД в среде Matlab [1].

Для обучения НС формируется обучающая выборка. Изначально обучающая выборка состояла из значений параметров ГТД в количестве 6×36200 (входные значения – 1×36200 , целевые – 5×36200). Для улучшения качества обучающей выборки была проведена предварительная обработка данных, в результате которой значения параметров были округлены до целых, а также исключены повторяющиеся значения. Объем обучающей выборки сократился до 6×21694 значений.

Следующим этапом построения нейросетевой модели было определение структуры сети, обеспечивающей адекватность модели. В данной работе использовалась НС с двумя скрытыми слоями по 10 нейронов в каждом слое и количеством задержек 0 и 10 для входного и целевых параметров.

Обучение НС с данной структурой и объемом обучающей выборки на одном ядре процессора составляет 4 минуты. При увеличении обучающей выборки (если добавить режимы двигателя в полете) время обучения увеличится в несколько раз. В этом случае продолжительность обучения и отладки нейросетевой модели ГТД может длиться часами или даже сутками.

В среде прикладных программ Matlab имеется пакет Parallel Computing Toolbox [2], позволяющий использовать многоядерные процессоры для выполнения сложных вычислений и расчетов с большими объемами данных. Параллельные вычисления способны ускорить обучение, если входные и целевые значения обучающей выборки содержат многомерные массивы данных. В данном случае входные значения состоят из одного массива данных, а целевые – из пяти. Для того, чтобы запустить пул параллельных вычислений, в Matlab предусмотрена команда `pool=parpool`. В результате запуска команды число доступных ядер процессора выводится на экран. После этого можно распараллелить обучение, распределив массивы данных между доступными ядрами. Для этого в функции обучения нейронной сети (train) прописывается аргумент «'UseParallel', 'yes'». Когда происходит вызов функции обучения, массивы входных и целевых данных автоматически

распределяются между ядрами процессора. Вручную можно выполнить балансировку нагрузки – распределить обучающую выборку неравномерно между ядрами, если какие-то из них работают быстрее или имеют больше памяти.

Проанализировав объем и структуру данных обучающей выборки, было решено использовать данную технологию для ускорения обучения НС. Были проведены эксперименты обучения NARX-сети на одном, двух и четырех ядрах процессора и рассчитаны ускорение и эффективность вычислений. В процессе обучения в MATLAB имеется возможность отслеживать в режиме реального времени параметры обучения: время обучения, количество итераций, performance (точность) и т.д. В ходе экспериментов фиксировалось время обучения НС, за которое достигалась необходимая точность и адекватность нейросетевой модели. Адекватность оценивалась сопоставлением выходных и целевых значений параметров на графиках, а также расчетом средней ошибки аппроксимации, которая составила менее 1%. Так как сделать вывод об адекватности модели можно только после обучения НС, то был проведен анализ соответствия адекватности модели значению показателя performance и установлено, что нейросетевая модель ГТД, обученная с точностью $2e-05$, может быть названа адекватной. Показатель performance рассчитывается как среднее квадратическое отклонение между целевыми и выходными значениями.

Экспериментальные расчеты показали, что время обучения НС до достижения указанной точности $2e-05$ на одном ядре составило 242 секунды, на двух – 160 секунд, на четырех – 72 секунды. На основе этих данных были рассчитаны ускорение (Sp) и эффективность (Ep) параллельных вычислений. Ускорение определялось как отношение времени обучения сети на одном ядре процессора к времени обучения на двух/четырех ядрах и составило $Sp_2=1,5$, $Sp_4=3,36$. Эффективность рассчитывалась как отношение ускорения к числу ядер процессора: $Ep_2 = 0,76$, $Ep_4 = 0,84$. Таким образом, целесообразно применять параллельные вычисления для сокращения времени обучения НС.

Список литературы:

1. Хасанова А.Р., Абдулнагимов А.И. Исследование возможностей нейронных сетей в задачах моделирования параметров авиационного двигателя // Мавлютовские чтения: материалы XI Всероссийской молодёжной научной конференции – Уфа: РИК УГАТУ, 2017. – С. 6-11.
2. Руководство по Matlab Neural Network Toolbox [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mathworks.com/help/nnet/ug/neural-networks-with-parallel-and-gpu-computing.html>

Программа, определяющая топологический тип поверхности по комбинаторному заданию ее триангуляции

Химий И.В.

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

МАИ, Москва

eloy1995@yandex.ru

Работа посвящена разработке программы, которую в дальнейшем предполагается использовать как подпрограмму в задаче реализации некоторого нового метода решения задачи по теории динамических систем.

В работе рассматриваются компактные поверхности. Триангуляция поверхности – это разбиение на многоугольники. Комбинаторное задание триангуляции означает, что каждому многоугольнику сопоставляется слово ($A_1, A_2, \dots, A_n, \bar{A}_1, \bar{A}_2, \dots, \bar{A}_n$). Буква этого слова соответствует ориентированному ребру. Одинаковые буквы означают, что многоугольники должны быть склеены по указанным сторонам. Любой набор слов определяет некоторую поверхность при условии, что ни одна из букв не встречается в этом наборе слов более 2 раз.

В то же время набор слов, удовлетворяющих этому условию, может задавать несвязную поверхность.

Задача состоит в следующем: по заданному набору слов определить число компонент связности поверхности и топологический тип каждой из них, т.е. ориентируемая ли она или нет и ее род. Если поверхность ориентируемая, выдать неотрицательные значения чисел: G – рода поверхности и K – число компонент края. В случае неориентируемых поверхностей род строго положительный.

Алгоритм работы программы состоит из следующих этапов:

- 1) Ввод исходных данных, набора слов.
- 2) Преобразование этого набора в фундаментальный прямоугольник
- 3) Каждое слово, соответствующее фундаментальному прямоугольнику, приводится к канонической форме.
- 4) Для каждой полученной поверхности определяем ориентируемость, род и число компонент края.

Алгоритм приведен в книге [1].

Список литературы.

1 – У.Масси, Дж. Столингз. Алгебраическая топология. Введение - Москва: Мир, 1977. – 344 с.

2 - А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа - Москва: Наука, 1976. – 543 с.

Разработка метода оценки качества восстановленных изображений

Царев Н.В.

Научный руководитель — Когой Т.В.

МАИ, Москва

shvorc@mail.ru

В настоящее время применяется большое количество различных методов обработки графической информации, некоторые из них предполагают работу с восстановленными данными. Для количественного измерения качества восстановленного изображения применяются различные методы оценки. В простейшем случае попиксельно сопоставляются исходное и восстановленное изображения, осуществляется это путём вычисления непосредственной разности восстановленного и исходного изображений, помимо этого используется метод среднеквадратичного отклонения.

Однако оба данных подхода, как и большинство других, несут в себе ряд недостатков, связанных с особенностями структуры графической информации. Так, например, затемнение изображения на несколько тонов практически не заметно для человеческого глаза, в том случае если данное изображение располагается в условной середине или же в области светлых оттенков, в то время как переход в менее светлую область и без того темного изображения сделает не различимыми многие мелкие детали. Всё это остаётся за пределами сферы внимания вышеупомянутых подходов.

В качестве возможного решения данной проблемы предлагается использовать метод оценки, в котором сравниваются не сами пиксели изображения, а разница между соседствующими элементами внутри исходного и восстановленного файлов. Стоит отметить, что под разницей не следует понимать исключительно разность между элементами, хотя данный подход вполне применим, особенно в случае, когда наибольшее внимание уделяется обособлению значимых элементов растровой картинке, а цветовая гамма не имеет особого значения. Для увеличения эргономичности данного способа оценки в программной реализации существует возможность введения дополнительных критериев сопоставления элементов внутри графических файлов, при этом сама концепция метода, состоящая в формировании и сравнении некой «пропорции» для исходного и восстановленного изображения остаётся неизменной. Такой подход позволяет акцентировать внимание на сохранности границ объектов формирующих композицию изображения, а

также адекватно оценить, возникающие при восстановлении, новые переходы не свойственные оригиналу.

Примером действенности данного метода может служить ситуация при которой происходит сравнение двух восстановленных изображений с оригиналом. В первом случае изображение искажается вследствие равномерного смещения в сторону более яркого оттенка, во втором случае линии смещения в сторону более яркого и более темного оттенка чередуются. Таким образом, на втором рисунке возникают области контрастного перехода, не учитываемые при оценке обычными методами. Однако данный тип деформации изменяет общую пропорцию рисунка вследствие, чего легко определяется предложенным методом. Схожую природу имеют артефакты, возникающие при сжатии методами JPEG и MPEG.

В ходе работы был разработан новый метод оценки качества восстановленного изображения. В целях испытания данного метода, на его основе, было создано программное обеспечение. В ходе испытания данного ПО было установлено, что использование данного метода дает возможность оценить потери обособленности элементов рисунка, при увеличении шага квантования по яркости, распознавать нехарактерные контрастные переходы как искажения, а также выбрать метод обработки и восстановления, сохраняющий исходные пропорции изображения в наибольшей степени. В докладе представлены результаты работы созданного ПО и проведено сравнение разработанного и стандартных методов.

Аналитическая и имитационная модель абонентской станции TR-сети с физической структурой «Звезда»

Чукарин М.И.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Филиппов В.А.

НИУ ВШЭ, Moscow

mitch99@yandex.ru

Мы изучаем беспроводные сети, используем их, создаем все новые и новые стандарты и протоколы. Однако сейчас можно выделить основное направление, доминирующее в беспроводной сетевой среде: практически любая сеть в основе своей, несет протоколы семейства Ethernet. Да, большинство компьютеров в мире поддерживают именно этот протокол. Да, именно под него сейчас создана большая часть сетевого оборудования. Да, он признан оптимальным, быстрым и достаточно надежным. И популярен в достаточной степени для того, чтобы мы задумались: а возможно ли сделать что-то еще? Что-то, что не содержит в себе принцип случайного доступа? И выяснилось, что такие технологии начали появляться. Научные группы в различных университетах разрабатывают сейчас протоколы беспроводной связи, которые по принципу передачи данных между абонентами отличались бы от всем известного Ethernet.

Ярким примером такого протокола может быть Token Ring. Как мы все можем помнить, проводной Token Ring появился несколько раньше, чем Ethernet, и на протяжении приличного количества лет эти два стандарта шли параллельно, решая разные аспекты задач, однако впоследствии Ethernet получил куда большее распространение. Сейчас Token Ring переживает второе рождение, на этот раз в беспроводной среде. Его выбирают потому, что детерминированный маркерный доступ может дать нужные разработчикам плюсы, которые, в свою очередь, Ethernet предоставить не может.

Целью данной работы является создание аналитической и имитационной модели сети, основанной на технологии Token Ring. Исходя из этого, задача делится на подпункты - создание отдельных алгоритмов для каждого состояния функционирования сети: инициализация, передача маркера, аварийный случай, присоединение нового элемента, переход информации на другое кольцо, и сворачивание сети. Далее будет рассмотрен алгоритм инициализации TR-сети.

Принцип работы алгоритма

Итак, произвольное устройство получает команду начать инициализацию. Оно начинает опрашивать территорию вокруг себя в поисках потенциальных элементов сети. После получения ответов следует проверка на свободные элементы, обладающие кодом связности «0», т.е. не имеющие заключенных связей. Вслед за составлением списка откликнувшихся элементов происходит выборка элементов по наименьшему времени отклика. Полагая, что чем меньше время отклика ответившего элемента, тем меньше расстояние между элементами, поскольку все операции, согласно правилам модели, происходят в элементах с одинаковой скоростью. После определения элемента с ним устанавливается соединение, при этом оба элемента получают код связности «1», поскольку обладают одним установленным соединением каждый. Первый элемент помечается как главный, получая в Динамической Таблице Адресов (ДТА) номер «1», после чего он передает свою строчку из ДТА следующему элементу, который получает номер «2». Право выбора следующего свободного элемента с минимальным временем отклика переходит ко второму элементу, последовательность действий повторяется. Цикл идет до тех пор, пока не останется элементов с кодом связности «0», т.е. свободных. Когда же таковых не остается, элемент, не обнаруживший свободных соседей, проверяет, «слышит» ли он первый элемент. Т.к. в данной последовательности действий мы рассматриваем только положительные исходы, то последний элемент устанавливает принудительное соединение с первым элементом. Кольцо замкнуто и ДТА выстроено. Кольцо получает свой ID. В качестве последней стадии идет проверка на наличие поблизости от сформированного кольца других элементов, имеющих ID кольца, отличный от только что полученного. В случае нахождения, с элементом другого кольца устанавливается соединение, а элемент, его установивший, получает соответствующую запись в ДТА. Алгоритм завершен. Что касается случаев негативных исходов в алгоритме, то мы можем рассмотреть две ситуации. Первая – не услышав ответы от соседей, первый элемент сообщает пользователю об ошибке, пытается определить конкретным алгоритмом число раз повторить процедуру поиска соседей, а потом, если соседей все же не было найдено, аварийно завершает работу алгоритма. Второй негативный исход – последний элемент, не нашедший свободных элементов, не «услышал» первый элемент. Тогда принудительно заключается соединение с элементом, имеющим наибольшее время отклика согласно установленному списку. Заключение

В целом, мы можем сказать, что созданная модель ИВС удовлетворяет нашим требованиям, которые были сформулированы вначале работы. В качестве улучшения работы сети планируется перевести алгоритм инициализации на машинный язык, существенно повысить пропускную способность, ввести голосовую связь реального времени, а также добавить возможность передачи качественной видео-картинки.

Применение мультиспектральных спутниковых снимков в экомониторинге водно-болотных угодий нижней Волги

Шаталов И.К.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Козлов А.В.

МАИ, Москва

ilya.shatalov@gmail.com

Исследование посвящено применению спутниковых многоканальных снимков для экологического мониторинга на примере пятнадцати полигонов, расположенных в районе Волго-Ахтубинской. Большинство из них - засушливые или полузасушливые водно-болотные угодья, имеющие однородные, но разные виды растительности. Доля поглощенного фотосинтетически активного излучения, также известная как FAPAR (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation), считается одним из важнейших показателей вегетационной (растительной) активности. Его значение вычисляется по трём каналам спутниковых снимков, а именно красного, ближнего инфракрасного и синего. Последний

используется для атмосферной коррекции. Несмотря на то, что временные ряды FAPAR доступны в открытом доступе, они имеют присущие всем данным дистанционного зондирования Земли недостатки. Они не являются непрерывными во времени, они могут содержать пропуски данных, сбойные значения и измерительный шум. Таким образом, количественное сопоставление временных рядов за разные годы является затруднительным. Временные ряды также могут иметь важные особенности, такие как вторичные колебания (в дополнение к основному годовому циклу), день максимальной вегетационной активности, продолжительность периода активной вегетации и другие, которые трудно анализировать в указанных условиях.

Непрерывная аппроксимация временного ряда значений FAPAR позволяет избавиться от описанных проблем. Наш подход основывается на предположении, что растительность имеет некоторый нормальный, устойчивый от года к году цикл, а между вегетационными сезонами активность отсутствует. Если год не является аномальным, условия окружающей среды оказывают незначительное влияние на нормальный цикл. Таким образом, годовая функция FAPAR рассматривается как периодическая по времени. Для большей надежности мы используем данные за несколько лет. Принимая во внимание некоторые дополнительные предположения, мы строим непрерывную гармоническую аппроксимацию для нормального годового цикла вегетационной активности. Полученная функция дает значительно больше возможностей для количественного анализа динамики растительной активности. Новые индикаторы включают в себя: день максимальной величины в году, относительную амплитуду вторичных гармоник и другие. Например, можно вычислить так называемый взвешенная продолжительность активной вегетации как интеграл, где дни с значениями FAPAR выше определенного порога считаются обычными, дни с значениями FAPAR ниже другого определенного порога не учитываются вообще, а дни с промежуточными значениями FAPAR соразмерно взвешены относительно выбранных двух порогов. Такой способ вычисления устойчив к небольшим изменениям пороговых значений и устраняет хорошо известную проблему выбора порога разделения периода активной вегетации с остальными днями в году.

Современные информационные технологии в образовании и науке

Шевченко М.А.

МАИ, Москва

mikhail.shevchenko.94@bk.ru

В настоящий период в России идет становление новейшей системы образования, которое ровняется на вхождение в мировую информационно- образовательную сферу. Этот процесс сопровождается значительными изменениями в педагогической теории и практике учебно- воспитательного процесса, связанными с внесением коррективов в содержание технологий обучения, которые должны соответствовать современным техническим возможностям, и способствовать гармоничному развитию обучающегося в информационном обществе. Компьютерные технологии должны стать не дополнительным «привеском» в обучении, а самой важной частью целостного образовательного процесса, который значительно повысит его эффективность. По моему мнению, для того, чтобы увеличить эффективность образовательного процесса, компьютерные технологии необходимо ставить на первое место в системе образования.

Формированию учебных и культурных навыков работы с информацией способствует правильное применение телекоммуникационных технологий, что является самой главной задачей, стоящей перед образованием.

Проблема достаточно актуальна, и это связано с тем, что уровень вовлечения компьютерных технологий в учебных заведениях крайне низок. В школах же, где ведется обучение детей на компьютере, не все его возможности реализуются в полной степени, ввиду того, что большинство учителей начальных классов мало знакомы с компьютерными технологиями и плохо представляют себе способы их использования в обучении, а так же у

них отсутствует желание самим обучаться новым технологиям. Исключение составляют учителя информатики.

Низкий процент привлечения компьютерных технологий в образовательный процесс вызвал повышенный интерес со стороны министерства образования.

1. Деденёва А.С., Аксёхин А.А. Информационные технологии в гуманитарном высшем профессиональном образовании // Педагогическая информатика. Научно-методический журнал ВАК. № 5. 2006. С. 8-16.

2. Синаторов, С.В. Информационные технологии.: Учебное пособие / С.В. Синаторов. - М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 с.

3. Румянцева, Е.Л. Информационные технологии: Учебное пособие / Е.Л. Румянцева, В.В. Слюсарь; Под ред. Л.Г. Гагарина. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 256 с.

Программная реализация протокола RMAP

Шульгин Д.А.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Марченко А.Л.

МАИ, Москва

Den4ik615@rambler.ru

Взаимодействие узлов в сети SpaceWire через механизм удаленного обращения к их памяти производится посредством протокола RMAP. Основными задачами данного протокола являются: настройка сети SpaceWire, управление узлами SpaceWire, а так же сбор телеметрии о состоянии от этих устройств. Совместно с RMAP возможно использование и других протоколов связи, например: СТП-ИСС, JRDDP... RMAP используется для настройки маршрутизаторов (роутеров) SpaceWire, установки их рабочих параметров, загрузки в роутеры таблиц маршрутизации, а так же для настройки и считывания состояния узлов в сети SpaceWire.

Реализация проекта осуществлялась на языке С. Выбор языка обусловлен тем что его поддерживает используемый нами 32-разрядный процессор архитектуры SPARC V8 / LEON4.

Программная реализация протокола RMAP на языке С, представляет собой программный код, наиболее точно соответствующий спецификации протокола. Он описывает логическую структуру протокола, его интерфейсы и внутренние механизмы протокола. Код содержит подробные комментарии, позволяющие лучше понять алгоритм функционирования RMAP. Кроме того, он описывает тестовое окружение, которое позволяет запускать определенный набор тестовых сценариев работы протокола, что позволяет проверить функционирование протокола в различных условиях.

Саму реализацию протокола можно разделить на три основные части:

- IP ядро для работы с драйвером SpaceWire
- Интерфейсы для работы с ядром
- Вспомогательные функции

IP ядро включает в себя функции по обработке очереди сообщений, формирования и разбора пакетов стандарта RMAP а так же отправки и получения пакетов через SpaceWire сеть. (Рис. 1, Рис. 2)

В нашем проекте протокол RMAP используется для настройки маршрутизации роутеров, в подпрограмме выхода из аварийных ситуаций (для опроса состояний узлов сети) и в файловой системе (для доступа к энергонезависимой памяти). Исходя из решаемых задач были реализованы соответствующие интерфейсы для удобства работы с IP ядром:

- Интерфейсы чтения и записи долговременной памяти
- Интерфейсы чтения и записи памяти маршрутизаторов, для настройки и поддержания связности сети SpaceWire
- Универсальные методы чтения и записи, для работы с остальными узлами сети SpaceWire

К вспомогательным функциям относятся функции вычисления цепочек путей для возможности использования путевой адресации, а так же функции сборки и парсер RMAP пакетов.

В ходе работы была проведена отладка и тестирование протокола на макетной отладочной плате, в дальнейшем планируется внедрение протокола в ПО разрабатываемого перспективного КА связи.

Разработка интерактивного WPF элемента управления для построения графиков

Юдаев А.Е.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Москва

sashayudaev6@gmail.com

Во время работы с числовыми данными нередко возникает потребность в их графическом представлении. При этом зачастую появляется проблема быстрой отрисовки.

Решением стало создание специального WPF элемента управления, главной задачей которого непосредственно является быстрое отображение входных данных и обеспечение возможности взаимодействия с пользователем.

Есть несколько способов графического представления:

- использование растрового изображения
- встроенное в систему API
- использование низкоуровневого API

На данный момент существуют готовые решения, но ни одно из них не отвечает требованиям быстрой отрисовки в силу недостаточной производительности. Именно поэтому, чтобы добиться максимально быстрого графического отображения данных, было решено использовать OpenGL - стандарт в области компьютерной графики. Благодаря его кроссплатформенности, реализация такого программного интерфейса есть и для C#.

В целях повышения точности отображения была использована специальная библиотека MathNet, предоставляющая широкий набор методов и алгоритмов для числовых вычислений, в том числе интерполяции множества точек, что играет большую роль в отрисовке при маленьких масштабах. В добавок, приложение интерактивно, что предполагает возможность работы с графиками: изменение цвета, толщины линии, типа отображения, а также масштабирование сетки, помогающее в более детальных расчетах.

Данное приложение реализовано на языке C# с применением технологии построения пользовательских интерфейсов - WPF.

Секция №3.3 Электроника, конструирование и технология приборостроения

Оптимизация параметров блока питания СВЧ-генератора с бестрансформаторным входом

Алехина В.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.

МАИ, Москва

vikusik244@yandex.ru

В настоящее время использование СВЧ-генераторов находит большое применение в промышленности, научных исследованиях и в повседневном быту. Эти устройства применяются во многих приборах в различных областях науки и техники, таких как: радиолокация, связь, пищевая промышленность, военная техника, атомная энергетика и др. [1].

Создание блоков питания СВЧ генератора с улучшенными массогабаритными показателями одна из важнейших задач современной СВЧ энергетики, так как этот параметр напрямую влияет на эффективность и применимость мобильных установок, генерирующих электромагнитной поле сверхвысокой частоты.

При этом для улучшения массогабаритных показателей блока питания СВЧ генератора необходимо использовать комплексный оптимизационный подход, при котором следует рассмотреть возможность уменьшения массы каждого составного элемента.

Согласно вышеизложенному, в данной статье рассмотрены основные пути оптимизации массы блока питания СВЧ генератора и даны основные характеристики каждого возможного этапа уменьшения массы.

Одним из возможных путей совершенствования блоков питания магнетрона является построение этих устройств по схеме с бестрансформаторным входом. Построение блока питания по такой схеме позволяет значительно снизить массу и габариты трансформатора, которые на высокой частоте становятся гораздо меньше. Так как требования к массе и габаритам электронных устройств в таких отраслях, как авиационная и ракетная техника, микроэлектроника и другие, с каждым годом увеличиваются, то в данной работе было решено построить схему блока питания именно по описанной ранее схеме.

Так как построение оптимального по массе блока питания целесообразно проводить в последней схеме, то имеет смысл рассматривать оптимизационные качества именно схемы с бестрансформаторным входом. При этом можно выделить следующие основные пути уменьшения массы блока питания, построенного по такой схеме:

- Увеличение рабочей частоты высокочастотного трансформатора;
- Оптимизация массы и габаритов системы высокочастотный трансформатор – умножитель напряжения;
- Нахождение оптимального числа вентиля преобразователя;
- Снижение массы электрически фильтров.

Список источников:

1 Архангельский Ю.С. Справочная книга по СВЧ электротермии: справочник. М.: Научная книга, 2011, 553 с.

2 Г.С. Найвельт, К.Б. Мазель, Ч.И. Хусаинов. Источники электропитания РЭА: справочник. М.: Радио и связь, 1985г.- 573с.

Анализатор размера частиц механических примесей в технических жидкостях

Ахметшина Л.М., Мушаратов Р.Н.

Научный руководитель — к.т.н. Смирнова С.В.

КНИТУ-КАИ, Казань
ahmetshina.leyla@mail.ru

В современном мире значение анализаторов размера частиц механических примесей в технических жидкостях очень велико. На сегодняшний день анализаторы применяются как в гражданской, так и авиационной (для контроля чистоты технических жидкостей) сферах.

В данной работе были изучены виды анализаторов с различными методами измерения размеров частиц механических примесей (сепарационный, химический, электрический, оптический), в различных средах (моторные масла). Показаны возможности и характеристики современных аппаратов. На основе анализа текущего технического уровня разработок и вариантов применения ведется разработка структурной и конструкторской реализации современного анализатора с улучшенными техническими характеристиками.

Сегодня основными производителями анализаторов являются такие страны, как, Россия и США. Как выяснилось, сегодня наиболее востребованы анализаторы для авиационных летательных аппаратов. На сегодня разработчики ставят перед собой цель создать анализаторы в компактном корпусе, в сочетании с исключительными техническими характеристиками. Немало важными целями для улучшения анализаторов частиц является простота исполнения и точность анализа в широчайших диапазонах размера частиц (от 0.3 до 10000 нм), что позволит анализировать технические жидкости на более высоком уровне. Также проводится работа по усовершенствованию систем управления для упрощения работы оператора.

Такие устройства также незаменимы для сферы автомобилестроения. Применение анализаторов значительно увеличило работоспособность автомобилей, как в целом, так и отдельных его частей. Наиболее перспективными областями применения в этой сфере является грузоперевозочный и крупногабаритный автотранспорт.

Существует ряд проблем с использованием анализатора размера частиц механических примесей в технических жидкостях с определенным методом измерения. В частности возникают такие проблемы, как узкая направленность метода, большая длительность и трудоемкость работы, пределы измерения установленным ГОСТ 17216-71, для реализации требуется сложная и дорогостоящая аппаратура и квалифицированные операторы.

На текущий момент при разработке учитываются следующие требования: высокая точность измерения, широкий диапазон измерения частиц механических примесей, высокая надежность работы и простота в управлении, малый вес и габариты прибора. Для обеспечения высокой точности выбирается прецизионная элементная база.

Из-за снижения общего числа элементов повышается надежность работы, снижается вес и габариты анализатора. Использование цифробуквенной индикации позволяет повысить информативность представления измеряемого параметра, а также упростить его восприятие.

В заключении следует отметить, что анализаторы размеров частиц механических примесей в технических жидкостях находятся на этапе интенсивного развития. В дальнейшем на основании структурной схемы планируется разработка электрической функциональной схемы и проведение моделирования в пакете Matlab Simulink.

Принцип построения современных автоматизированных систем контроля беспилотных летательных аппаратов по программе импортозамещения

Бабочкин М.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гаврилин Б.Н.

МАИ, Москва

babochkamisha@mail.ru

При создании бортовых комплексов управления беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в 70-ые годы XX века был заложен принцип построения интегрированных комплексов с цифровой коррекцией информации. В основу системы управления вошли специализированные цифровые вычислительные устройства с высоким быстродействием и большим объемом решаемых задач. Наряду с бортовой системой управления усложняются и другие составные части БПЛА. Поэтому остро встает вопрос о разработке автоматизированной системы контроля (АСК), которая должна достоверно оценивать работоспособность БПЛА в целом, так и отдельных составных частей. Примером такой системы стал высоконадежный комплекс ПК АБ51, состоявший из нескольких приборных стоек и разработан полностью из отечественной элементной базы. В рамках военно-технического сотрудничества в начале XXI века проводятся работы по вопросам концепции построения контрольно-проверочной аппаратуры, определению её структуры и формулированию требований к аппаратному и программному обеспечению (ПО). Наиболее важными требованиями, предъявляемые к экспортным АСК, являются эргономика, визуализации проверки параметров БПЛА, а также хранение и печать протоколов контроля изделий БПЛА установленным порядком. Так появились КПА АБ-40Э на базе отечественной контрольно-проверочной аппаратуры, предназначенной только для использования в сфере производства БПЛА; АСК ЗИ-04Э и АСК ЗИ-14Э предназначены для использования на технических базах заказчика и заводах-изготовителях изделий. В состав систем КПА АБ-40Э, в качестве вычислительного ядра промышленные компьютеры иностранного производства с установленной операционной системой Windows, а АСК ЗИ-04Э, АСК ЗИ-14Э на 70% укомплектованы электронной компонентной базой и конструктивными изделиями иностранного производства [1,2].

Непрерывно ведутся научные и исследовательские работы по совершенствованию облика АСК, повышению точности измеряемых параметров, осуществления контроля параметров БПЛА в реальном времени. Стимулом для этих работ являются государственная программа по импортозамещению [3], информационная безопасность и предъявляемые высокие требования к новым видам современных БПЛА. К главной задачи стоит отнести группирование БПЛА по классам изделий и уровню вложенности составных частей, что позволит создать унифицированную АСК (УАСК) с различными вариантами исполнения. Один вариант исполнения представляет собой приборную стойку на колесах для перемещения к стационарной точке размещения внутри производственного помещения, а другой вариант – мобильная версия. В мобильной версии приборная стойка размещается внутри автомобиля, например, на базе многоцелевого автомобиля семейства «Тигр», который позволит обеспечить: автономность работы УАСК, передвижение на дальние расстояния, защиту от внешних климатических, механических и поражающих воздействий.

Принцип построения УАСК – централизованная распределительная структура. Конструктивно УАСК выполнена в виде функционально законченных информационно независимых друг от друга модулей. Каждый модуль содержит микроконтроллер. Связь внутри УАСК осуществляется по высокоскоростному помехозащищенному последовательному интерфейсу. Центральной частью является отечественный промышленный ноутбук с установленной операционной системой Linux и под управлением собственным программным обеспечением. Данный ноутбук собирает данные со всех модулей и отображает на экране процесс проверки объекта контроля. Программное математическое обеспечение (ПМО) представляет собой программный конструктор. Правило, по которому будут разрабатываться электронные модули, должно быть отражено в

едином стандарте. Также стандарт определяет протокол взаимодействия на информационном уровне ПО модуля с программным конструктором. Первичное питание УАСК осуществляется от однофазной сети ~220В. На модуль подается вторичное питание =27В. Особенностью модульной конструкции и применения программного конструктора является то, что при различных комбинациях модулей и изменчивости ПМО можно существенно расширить границы проверяемых групп БПЛА.

В АО «ГосНИИП» для практической реализации действующего образца УАСК для ряда БПЛА имеется необходимая материально-техническая база, аккумулирован огромный опыт научных и исследовательских работ. УАСК, выполненная на отечественной элементной базе и с применением отечественных материалов, а также с собственной разработкой программного конструктора, будет обладать эффективными техническими (точность, достоверность, масса, габариты) и экономическими (цена, трудоемкость) характеристиками. Это должно найти отражение при адаптации УАСК на различных предприятиях-изготовителях БПЛА как в производственном цикле, испытаниях, в эксплуатирующих организациях, учитывая минимальную доработку и время изготовления.

Литература:

1. Гаврилин Б.Н.. Книга к 70-летию ФГУП «ГосНИИП», Москва, ФГУП «ГосНИИП», 2003. – 240 с.
2. Гаврилин Б.Н. Книга к 80-летию АО «ГосНИИП», Москва, ОАО «ГосНИИП», 2013. – 30 с.
3. Импортзамещение в России URL: <http://zimport.ru/>.

Автоматизированный кассовый узел

Баранов В.Ю., Тучина И.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

xm8q@bk.ru

В настоящее время операции оплаты покупок производятся с большой долей участия человека – продавца или кассира. Но современные реалии таковы, что этот механизм взаимодействия покупателя и магазина не совершенен. На данном этапе в процессе продажи товаров и услуг происходит большое количество ошибок. Эти ошибки преимущественно связаны с человеческим фактором, который влечет за собой ряд негативных последствий, таких как: неточности в расчетах, пересорт товара и других. В конечном итоге, все это приводит к убыткам магазинов и предприятий.

В качестве решения данной проблемы, предложена разработка автоматизированного кассового узла (АКУ), при помощи которого возможно автоматизировать ряд операций в процессе продажи: отпуск товара, учет фактических продаж, контроль принятых средств от покупателя.

Для проверки идеи автоматизации процесса продажи, за основу выбраны автономные портативные комплексы (АПК) по продаже кофе и других напитков. На кафедре 307 «Технология приборостроения» разработан комплекс автоматизированного кассового узла, позволяющий в автоматическом режиме на базе кофе-машины Nespresso GEMINI CS 220 PRO готовить выбранные покупателем напитки.

АКУ состоит из кофе-машины, 7" android-планшета, мультиплексирующего устройства, интегрируемого в кофе-машину, одноплатного компьютера OrangePi, фискального регистратора и эквайринга, что позволяет поддерживать оплату не только наличными деньгами, но и банковскими картами. Мультиплексирующее устройство выполняет функции управляющих кнопок, находящихся на фронтальной части кофе-машины. Управление АКУ осуществляется с планшета, для которого разработана специальная программа. Взаимосвязь между устройствами, входящими в состав АКУ осуществляется при помощи одноплатного компьютера. Так же на OrangePi собирается информация о произведенных продажах.

Устройство работает от сети 220В и может быть адаптировано под многие виды мелкой торговли.

Тестовая эксплуатация показала снижение ошибок по сравнению с аналогичными АПК, связанных с человеческим фактором и, соответственно, издержек. Собираемая информация о продажах используется для формирования отчетности и может быть использована для маркетинговых исследований.

В дальнейшем рассматривается интеграция в состав АКУ камеры наблюдения для контроля наличных расчетов.

Повышение оперативности и целостности расчёта топологических размерных цепей и функциональных полигонов в изделиях «печатной электроники» на основе интерактивных компьютерных аналитических моделей

Баруздин В.В., Нодиршоев Д.Д.

Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва», Рыбинск

Student-RGATU@yandex.ru

Активное развитие современных технологий в области радио- и приборостроения привело к становлению и внедрению аддитивных технологий, к числу которых относятся такие технологии, как органическая и печатная электроника.

Использование функциональной 3D печати, обеспечивающей интеграцию различных функциональных возможностей и материалов на одной подложке, открывает новые возможности для массового производства дешёвых электронных и радиоэлектронных и телекоммуникационных систем, как для гражданского, так и для боевого применения. Несмотря на очевидные преимущества, такие как использование только аддитивных процессов и отказ от субтрактивных, функциональная 3D печать и технологии печатной электроники имеют ряд недостатков по отношению к типовой литографии, например, в связи с худшим разрешением печатной электроники и связанным с этим потенциальным повышением затрат на функционирование.

Наряду с необходимостью развивать необходимые «функциональные чернила», с помощью которых печатаются индуктивности, ёмкости, резисторы, транзисторы, диоды, батареи, трассы, блоки памяти, чувствительные элементы и дисплеи, требуется разработка соответствующих технологий печати, включающих технологии выполнения однородных тонких слоёв, контроля границ и совмещения слоёв.

Анализ показывает, что печатная электроника экономически выгодна в приложениях, которые ограничены по площади, между тем она экономически не выгодна в приложениях, которые функционально ограничены по плотности.

На сегодняшний день, наиболее перспективной для формирования активных электронных схем является относительно медленная струйная печать или, иначе, технология «drop-by-drop» — капля за каплей. В таком методе имеется так называемый «конус неопределённости», зависящий от угла выброса капли из сопла: обычно около 10 мкм — результат $\pm 3\sigma$ разброса в размещении жидкого материала при падении с высоты. Это, в свою очередь, вносит линию шероховатости кромки и задаёт лимиты на размещение в проектные правила масштабирования. Сильное влияние на линейные размеры топологического рисунка оказывают и явления сушки, т.к. при этом наблюдается сильная миграция материала от центра капли к её краям из-за сильных конвективных сил, связанных с испарением растворителя из «чернил». Это приводит к увеличению толщины печатных слоёв, увеличению шероховатости, появлению острых кромок особенно в переходных отверстиях. Учитывая рассмотренные технологические аспекты, на ранних этапах проектирования необходимо уделять внимание процессам обеспечения заданной точности топологического рисунка и, как следствие, комплексному использованию нескольких моделей расчёта

размерных цепей, учитывающих вероятностное поведение процессов формообразования 3D топологии, а также возможность использования лазерной подгонки (компенсатора).

Так как в процессе проектирования возникает много неопределённостей, необходимо, чтобы аналитические модели расчёта плоских и объёмных размерных цепей были гибкими, интерактивными, открытыми и наглядными. Это особенно важно в учебном процессе подготовки выпускников ВУЗов по востребованным направлениям, связанным с инженерингом и электронных и радиоэлектронных средств и систем. С переходом на функциональную 3D печать и технологии печатной электроники современный проектировщик (дизайнер) электронного оборудования перестаёт быть узким специалистом и трансформируется в схемотехника-конструктора-технолога в одном лице.

На текущий момент реализованные следующие модели расчёта (прямые задачи): полной взаимозаменяемости; теоретико-вероятностный; метод регулирования.

В зависимости от метода расчёта в качестве входных данных задаются: размер и допуск замыкающего звена; размеры уменьшающих и увеличивающих звеньев, коэффициент риска, закон распределения (Гаусово, равномерное, Симпсоновское), уровень завышения качества. Размерность цепи автоматически изменяется при формировании векторов уменьшающих и увеличивающих звеньев.

В процессе расчёта размерной цепи, последовательно осуществляется: вычисление размера неизвестного звена; формирование полного массива цепи в формате: "замыкающее звено/уменьшающие звенья/увеличивающие звенья" (при этом неизвестное звено может указываться где угодно, и будет рассчитано и установлено в свою истинную позицию); вычисление размерного порога, качествен и допусков для звеньев, верхних и нижних предельных отклонений; отклонений середины поля допуска от номинального размера для замыкающего и составляющих звеньев; размеров, соответствующих середине поля допуска каждого звена; выполняется проверка точности вычислений. Каждый шаг вычислений также имеет промежуточный контроль и возможность информирования пользователя.

Компьютерные модели успешно внедрены в учебный процесс по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, лабораторный практикум по дисциплине «Теория точности в разработке конструкций и технологий».

Проблема выбора языка программирования для ПЛК

Биусов И.Р.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Комаров В.М.

РГАТУ им. П.А. Соловьева, Рыбинск

STUG-4@yandex.ru

В результате технического прогресса за последние пятьдесят лет был совершен огромный скачок в развитии, а главное – в доступности автоматизации различных техпроцессов контроля и управления инженерным оборудованием (ИО). Если раньше это касалось в основном крупных промышленных предприятий, то сейчас уровень автоматизации опустился на бытовой уровень и повсеместно внедряется в системах жизнеобеспечения (СЖО) зданий и сооружений в целях создания комфортных условий микроклимата, обеспечения безопасной эксплуатации ИО и главное – для существенного энергосбережения за счет постоянного контроля за происходящими процессами, предупреждения аварийных и предаварийных ситуаций.

В сфере СЖО для управления различными техпроцессами, такими как тепло-/холодо-/электро-/водоснабжение, применяют программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые функционируют согласно заложенным алгоритмам. При написании программ для ПЛК применяют различные языки. Существующий стандарт МЭК (IEC 61131-3) предусматривает пять основных языков программирования ПЛК:

1) Список инструкций (IL) – текстовый, ассемблер-подобный язык, предназначенный для программирования ПЛК на низком уровне (уровне машинных кодов);

2) Структурированный текст (ST) – текстовый, Паскале-подобный язык с элементами объектно-ориентированного программирования (наследование, интерфейсы, указатели, расширенные типы данных);

3) Релейно-контактные схемы (LD) – графический язык, в котором логические операции алгоритма представляются в виде электрической схемы с замкнутыми или разомкнутыми контактами;

4) Функциональные блочные диаграммы (FBD) – графический язык, представляющий собой последовательность блоков, у которых есть входы и выходы. Блок, по своей сути, это подпрограмма, где входы и выходы являются параметрами заложенной в него передаточной функции;

5) Последовательные функциональные схемы (SFC) – графический язык схожий с диаграммой состояний.

Для описания технологических процессов СЖО необходимо выбрать специальный, интуитивно понятный технологам и наладчикам язык. Это связано с тем, что, как правило, автоматизацией и, в дальнейшем, обслуживанием ИО зданий и сооружений занимаются пусконаладочные организации, которые, в отличие от крупных предприятий, зачастую не могут позволить себе содержать одновременно штат инженеров-технологов, понимающих суть техпроцессов, но не являющихся экспертами в программировании, и программистов, пишущих алгоритмы, но не знающих тонкостей физики техпроцессов и особенностей работы ИО, которыми владеют наладчики. Соответственно, необходимо выбрать такой язык программирования, который будет понятен технологу/наладчику.

Очевидно, что для решения данной проблемы мало пригодны языки типа IL и ST, поскольку для написания программы на них необходимо знать Ассемблер или Паскаль, что под силу только опытным программистам, а также возникают сложности с пониманием программы через некоторое время в процессе обслуживания ИО, особенно если пусконаладкой занималась одна организация, а обслуживает другая. Язык SFC также выглядит довольно экзотично для решения данных проблем, на практике мало применяется и многие инструментальные системы его не поддерживают.

Наиболее подходящими являются языки LD и FBD, поскольку первый, по сути, представляет собой обычную, понятную инженерам-электрикам электрическую цепь, а блоки второго языка удобны и понятны для описания техпроцессов управления ИО. Следует отметить, что базовые операторы языка FBD не предполагают изначальной привязки к какому-либо оборудованию или процессу. Они представляют собой элементарные логические, арифметические операции и функции сравнения и управления. Чтобы язык стал пригоден и удобен, необходимо на основе базовых операторов создать и отладить необходимые библиотеки компонентов для конкретных приложений, например, управление насосным оборудованием, вентустановками, освещением, различные регуляторы, и т.п. В конечном счете для пользователя остается только набор входов/выходов и понятное функциональное назначение, а как, и насколько сложно устроен блок внутри – не представляет интереса. На этапе разработки библиотек необходим симбиоз программистов и технологов. Предпочтительными вариантами в реализации программ ПЛК для управления ИО в сфере СЖО зданий и сооружений являются языки LD и FBD. Более универсальным следует считать язык FBD, поскольку на нем, в отличие от языка LD, можно описывать не только дискретные, но и цифро-аналоговые процессы. Кроме того, язык можно расширять за счет создания пользовательских библиотек. При этом используется принцип инкапсуляции: пользователю нет необходимости знать внутреннее устройство блока, которое может быть сложным, достаточно лишь знать наборы входных и выходных переменных и передаточную функцию.

На основании вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что наиболее пригодным языком программирования ПЛК для контроля и управления ИО зданий и сооружений является язык функциональных блочных диаграмм FBD.

Эффективность влагозащитных покрытий печатных узлов

Боданов А.К.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.

МАИ, Москва

andrbodan@yandex.ru

Изделия авионики постоянно находятся под воздействием влажной среды. Особенно агрессивна тропическая влажность. Экспорт вооружения в Юго-Восточные регионы, отличающиеся высокими уровнями влажности, сделали проблему влагозащиты особенно актуальной.

Одним из способов влагозащиты является покрытие электронных узлов влагозащитными лаками. Целью проведенных исследований явились определение сопротивления изоляции электроизоляционных конструкций печатных узлов авионики в условиях высокой влажности в зависимости от толщины слоев влагозащитных покрытий.

Для исследований был выбран полиуретановый лак, обладающий приемлемыми влагозащитными свойствами. В качестве объекта для испытаний были использованы тестовые печатные платы 3 класса точности типа «ребенки», покрытые несколькими слоями лака.

Измерения сопротивления изоляции проводились при влажности $(93 \pm 3) \%$ и температуре $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ по ГОСТ 20.57.406-81 метод 207-2.

В зависимости от толщины слоев влагозащитный лак создавал тот или иной диффузионный барьер для проникновения фронта влаги через влагозащитное покрытие. Чем толще пленка лака, тем дольше влага проникала к поверхности печатной платы, что регистрировалось изменением сопротивления изоляции на электродах-ребенках.

За одно исследовалась степень укрывистости проводников печатной платы, что так или иначе связано с толщиной лакового покрытия.

По результатам испытаний построены графики, сделаны выводы и даны рекомендации об эффективности применения влагозащитных покрытий.

Методика поиска дефектов при рентгеновском контроле печатного узла для дальнейшей автоматизации процесса

Бугаева Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

rabbit251294@gmail.com

В связи с миниатюризацией производства печатных плат приходится переходить на меньшее значение технологического процесса, увеличивая плотность монтажа, что уменьшает габаритные характеристики конечного изделия.

Большую роль в инспекции печатных узлов и печатных плат играет рентгеновский контроль[1], так как на полученном с рентген-аппарата изображении зачастую видны дефекты, недоступные как при оптическом контроле, так и при визуальном.

Однако процесс контроля рентгеновскими лучами все еще не стандартизирован, что не дает сократить процент брака при производстве.

Ранее была разработана классификация дефектов[2] на основе имеющейся литературы, а также при работе с аппаратом Nordson Dage XD7600NT, что позволило разделить все несоответствия на группы для облегчения поиска дефектов. Эта классификация легла в основу методики: в зависимости от дефекта печатной платы или печатного узла, соблюдать определенный порядок действий, а именно, следовать разработанной методике для обнаружения выявленных дефектов. Методика подразумевает собой определенную последовательность действий при обнаружении какого-либо дефекта в соответствии с разработанной ранее классификацией.

На основе этой методики в настоящее время ведется разработка алгоритма[3], который охватит все существующие отклонения, вплоть до разрыва металлизации, которые могут появиться как на поверхности платы, так и между платой и компонентами. К концу 2018 – началу 2019 годов планируется представить работающий алгоритм поиска дефектов для дальнейшей автоматизации рентгеновского контроля печатных плат и печатного узла.

Методика контроля износа мелкоразмерных свёрл

Войтковский Станислав

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.

МАИ, Москва

voitkovskiysv@gmail.com

В области производства микроэлектроники существует проблема определения ресурса работы мелкоразмерных свёрл. Её важность обусловлена отсутствием достаточно полных данных о конкретных экспериментах, проводимых с целью установления стойкости различных инструментов. Поставщиком предоставляется только минимальная абстрактная информация о ресурсе производимого сверла (расчётном количестве отверстий) без достаточной конкретики относительно условий работы. Из-за чего ресурс считается весьма приблизительным, на основании исключительно рекомендованных поставщиком параметров или же вплоть до поломки инструмента.

Соответственно, потребители инструментов заинтересованы в максимально точном определении этого ресурса и, в итоге, максимальной экономической целесообразности при выпуске продукции. Немаловажно, чтобы методика определения ресурса сверла и его износа не требовала дополнительных сложных и материально затратных технических решений.

В ходе эксперимента применялась тензостанция, спроектированная для применения в комплексе с фрезерно-сверлильным станком. С её помощью непрерывно отслеживалось изменение давления в ходе работы сверла. Используемая конструкция является доступным и высокофункциональным аналогом других устройств, используемых в схожих экспериментально-измерительных методиках. Испытания проведены в различных условиях для наблюдения за зависимостью затупления режущего инструмента не только от количества просверленных отверстий, но и от разных побочных факторов: физических характеристик и материала сверла, физических характеристик обрабатываемого композиционного материала и режимов работы сверла.

На основании экспериментальных результатов сформирована модель износа свёрл. Согласно которой, характеристикой износа является максимальное давление, оказываемое на обрабатываемую поверхность во время цикла сверления отдельного отверстия. Также, оценена степень влияния предварительно выбранных факторов, определяющих скорость износа. Полученная модель может быть использована для прогнозирования отказа процесса сверления.

Ванцов С.В., Зве Маунг Маунг, С.В.Войтковский Экспериментальное исследование усилия подачи при сверлении печатных плат. // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 8

Войтковский С.В., Ванцов С.В. Исследование стойкости мелкоразмерных твердосплавных свёрл при сверлении композиционных материалов. Материалы 16-й Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2017». Тезисы. – М.: Люксор, 2017. 440 с.

Критерии оптимизации при автоматизации трассирования печатных плат

Волкова Л.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

liubowolkova539@gmail.com

При проектировании многослойных ПП особое внимание уделяется оптимизации взаиморасположения микрокомпонентов, их тепло- и электросовместимости, а также вопросам минимизации длины проводников между элементами и количественному увеличению функциональных компонентов, т.е. вопросам расположения и трассировки.

При проектировании САПР, базирующей на бионических алгоритмах, необходимо тщательным образом продумать применение и варианты комбинаций тех или иных критериев оптимизации [2]. Например, известные алгоритмы автоматизированной трассировки можно условно разбить на три больших группы [1]:

- Волновые алгоритмы – разработаны Ю.Л. Зиманом и Г.Г. Рябовым, позволяют учитывать технологические особенности печатного монтажа с учетом конструктивных ограничений, при их использовании гарантировано построение трассы, если для неё существует путь;

- Ортогональные алгоритмы, использующиеся в случае проектирования ПП со сквозными металлизированными отверстиями. Данный тип алгоритмов не гарантирует проведение трассы и характеризуется наличием большого числа проводников, но работает существенно быстрее по сравнению с алгоритмами волнового типа;

- Эвристические алгоритмы, основанные на так называемом приеме «поиска пути в лабиринте». Основным свойством подобного рода алгоритмов является проведение трассы по кратчайшему пути между элементами, в обход имеющихся на пути препятствий.

Наиболее трудоёмким (но и дающим качественный результат) являются волновые алгоритмы.

Реализуемый посредством подобных алгоритмов подход к трассировке наиболее удобен, имеет свойства повышения надежности и уменьшения стоимости проектируемого изделия, однако, при его комбинации с эвристическим подходом (при наличии надлежашей базы) увеличивается скорость решения задачи [2]. Необходимо отметить, что при анализе качества проектирования ПП критерии можно подразделить на две группы в соответствии с метрическими и топологическими параметрами ПП. Также необходимо учитывать и работу алгоритмов размещения элементов на ПП, условно разделяемых на группы [1]:

- алгоритмы решения математических задач, являющихся моделями задачи размещения;
- конструктивные алгоритмы начального размещения;
- итерационные алгоритмы улучшения начального варианта размещения;
- непрерывно-дискретные методы размещения.

При отмеченном в докладе принципе комплексирования алгоритмов оптимизации, алгоритмов размещения и алгоритмов трассировки с реализацией вычислений посредством бионических алгоритмов становится возможным ускорить процесс вычислений, увеличить надежность и существенно снизить стоимость конечного изделия.

Список литературы

[1] Головицына М.В. Автоматизированное проектирование промышленных изделий, Московский государственный открытый университет им. В.С. Черномырдина, 2011 г. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/650/506/lecture/11525> (доступен по состоянию на 12.02.18 г.)

[2] И.В. Суздальцев. Бионические алгоритмы многокритериального синтеза печатных плат электронных средств, КНИТУ-КАИ, г.Казань, 2016 г. URL: <http://lab18.ipu.ru/projects/conf2016/2/39.htm> (доступен по состоянию на 12.02.18 г.)

Разработка автоматизированной системы медицинских осмотров

Волостнов М.В.

Научный руководитель — Ефимова Ю.В.

КНИТУ-КАИ, Казань

volostnov.maksim@mail.ru

Предрейсовый медицинский осмотр — обязательное условие работы водителя в любой транспортной компании. Это регламентируется рядом нормативно-правовых документов. В их числе положения трудового законодательства (ст. 213 ТК РФ), Кодекса об Административных правонарушениях и Федерального закона от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения» (ст. 20 п. 1), письмо Минздрава РФ от 21 августа 2003 г. № 2510/9468-03-32 «О предрейсовых медицинских осмотрах водителей транспортных средств», а также 19 июля 2017 г. Госдума приняла законопроект о внедрении в РФ телемедицины.

Медосмотр позволяет определить: здоров ли водитель, не страдает ли он от переутомления или похмельного синдрома, не принимал ли он алкоголь, наркотики или другие вещества, которые могут повлиять на его способность к вождению. Если выявлен хотя бы один из перечисленных признаков, к работе в этот день водитель не допускается.

В настоящее время, медосмотры проводят медицинские работники, имеющие соответствующее высшее или среднее профессиональное образование и работающие либо в медицинской организации, либо состоящие в штате работодателя, только при наличии лицензии на осуществление медицинской деятельности, включая допуск к проведению медицинских осмотров.

Однако, иметь медицинского работника в штате могут только крупные транспортные компании, т. к. получить лицензию на проведение осмотра это слишком сложно, хлопотно и дорого. И поэтому многие транспортные компании покупают услуги медицинского работника в специализированных организациях. В связи с этим начали появляться автоматизированные системы предрейсового и послерейсового медицинских осмотров. Их смысл автоматизировать процесс проведения медосмотров.

Создание проекта позволит транспортным компаниям значительно усовершенствовать процесс прохождения медицинских осмотров сотрудников, допускаемых к управлению транспортным средством или спецтехникой в качестве водителя перед выездом в рейс и после возвращения из рейса с позиции обеспечения безопасности дорожного движения, так и охраны здоровья водителя и пассажиров.

Система полностью автоматизирована и способна проводить массовые медосмотры сотрудников в считанные минуты, а также обеспечивает возможность круглосуточного (24 часа в сутки, 7 дней в неделю) прохождения предрейсовых и послерейсовых медицинских осмотров.

В случае использования системы проведение медосмотра не требует присутствия медицинского работника. Кроме того, система ведет запись всех данных, в том числе видео- и фотоматериалов, и отправляет статистические отчеты во все заинтересованные отделы. Все спорные вопросы решаются поднятием архивных данных.

В настоящее время в целом существует два основных подхода по учёту показателей приборов: ручной и автоматический.

При использовании ручного подхода по учёту показателей измерительных приборов медицинский осмотр сотрудников, допускаемых к управлению транспортным средством или спецтехникой в качестве водителя перед выездом в рейс и после возвращения из рейса проходит следующим образом. Мед. работник проводит измерения давления, пульса, температуры тела и концентрации алкоголя в выдыхаемом воздухе, которые затем заносит в журнал. После чего мед. работник, выдает водителю справку, в которой содержится допуск или запрет на рейс. Следовательно, сложность проведения предрейсовых и послерейсовых медосмотров вручную заключается в том, что мед. работник должен для каждого водителя вручную произвести измерения физиологических параметров, занести их в журнал и, на их

основе, решить допустить или не допустить водителя в рейс. На каждого сотрудника этот процесс занимает около пяти минут.

При использовании автоматизированной системы медицинский осмотр водителей производится следующим образом:

1. Измерение физиологических параметров водитель выполняет самостоятельно, используя устройство измерения.

2. Видеокамера записывает весь процесс прохождения медицинского осмотра для возможности его удаленного просмотра. Это необходимо для того, чтобы при возникновении какой-либо конфликтной ситуации была возможность ее решения путём подтяжки архивных данных.

3. После завершения всех измерений показатели физиологических параметров автоматически заносятся в электронный журнал на АРМ Водителя, а результат измерения и видеофайл передаются на ПАК Сервер.

4. Мед. работник через АРМ Телемедики, исходя из полученных физиологических параметров, решает допускать или не допускать водителя в рейс.

5. Решение мед. работника автоматически передается на ПАК Сервер, а затем непосредственно водителю в виде наклейки для путевого с электронной подписью мед. работника и информацией о разрешении или запрете на рейс.

В случае использования автоматизированной системы на каждого сотрудника этот процесс занимает около двух минут.

Таким образом, автоматизированная система предрейсовых, послерейсовых медицинских осмотров «Теле2Мед» принесёт экономическую выгоду владельцам АТП и позволит значительно сократить время прохождения медосмотров.

Точность нанесения паяльных 3D-масок

Горелов Андрей

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

andrew.93@bk.ru

Разработка новой технологии сопряжена с рядом проблем [1]. В процессе разработки технологии нанесения паяльных масок при помощи 3D-печати, одним из важных вопросов является точность нанесения рисунка на имеющемся оборудовании с целью учета существующих отклонений и определения минимально возможных допусков для 3D-масок.

Для проверки точности 3D-принтера Objet Connex260 разработана специальная 3D-модель, состоящая из нескольких типов элементов: «крест», «пирамида», «лучи» и «решетка». Элементы разнесены по размеру рабочего стола 3D-принтера размером 240x240 мм. Таким образом, печать 3D-модели с последующими измерениями полученных моделей контактным 3D-сканером позволит определить абсолютную и относительную точности позиционирования печатающей головки и 3D-печати в целом, а печать нескольких экземпляров 3D-модели, повторяемость результатов. Помимо этого, на основе модели можно оценить фактическую разрешающую способность 3D-печати и минимальные размеры элементов, которые способен воспроизвести 3D-принтер, поскольку размеры спроектированных элементов заранее известны.

Перед изготовлением образцов для оценки точности, 3D-принтер предварительно был переведен в режим печати с повышенной точностью. Толщина каждого слоя печати в этом режиме составляет 16 мкм.

В результате проведенных измерений, отклонения габаритных размеров всей модели 3D-модели оказались в пределах 0,1 мм; отклонения геометрии элементов «пирамида» - 0,05 мм; погрешности геометрии остальных элементов оказались в пределах 10-15 мкм. Минимальные размеры корректно распечатанных элементов составили 0,08 мм.

Таким образом, теоретически применение 3D-паяльных масок возможно на печатных платах (ПП) до 4 класса точности включительно. Использование технологии 3D-паяльных

масок на ПП более высокого класса точности потребует дополнительных исследований и разработки специализированного оборудования.

1. Васильев Ф.В., Горелов А.О. Адгезия паяльных масок, полученных на 3D-принтере // Электроника: наука, технология, бизнес. 2017. №6. С. 194-196

Анализ результатов практического исследования метода диагностического контроля электронных соединений

Домени А.С., Кочетков А.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

domeni.anton@mail.ru

Применяемые методы контроля не позволяют достаточно достоверно выявлять значительное количество скрытых дефектов в соединениях печатных плат и электронных систем, таких как утонение металлизации проводников или кольцевые микротрещины в металлизации отверстий. В связи с этим существует необходимость в поиске новых методов и средств неразрушающего контроля на базе использования современных высокопроизводительных автоматических средств.

Одним из предлагаемых новых методов контроля является проверка устойчивости цепей к токовой нагрузке [1]. С помощью метода теплового возбуждения цепей при пропускании одиночного короткого мощного импульса тока фиксированной величины и длительности регистрируется температура нагрева контролируемой цепи по измерению приращению падения напряжения. Оценка полученного термодинамического процесса нагрева соединения и его отклонение от расчетной нормы позволяет диагностировать, имеет ли соединение скрытые дефекты.

Сконструированный прототип устройства диагностического контроля включает в себя источник постоянного тока силой до 30А, два высокоомощных MOSFET-транзистора для коммутации импульсов, измерительный мост и операционный усилитель для регистрации падения напряжения на испытываемой цепи [2]. Для тестирования устройства использовались несколько печатных проводников с одинаковыми характеристиками (длина, ширина, толщина) и различными степенями физических повреждений в целях имитации соединений с наличием и отсутствием скрытых дефектов. Для имитации скрытого дефекта в проводник включался короткий участок в виде решетки проводников, часть из которых перерезалась в процессе эксперимента.

По итогам тестирования устройства было подтверждено, что импульсы постоянного тока 30А длительностью 10мс приводят к сильному нагреву и увеличению сопротивления контролируемой цепи, что в свою очередь приводит к разбалансировке измерительного моста, которая регистрируется на выходе операционного усилителя. В случаях достаточно тонких (менее 1 мм) и достаточно сильно поврежденных (более 80% перерезанных дорожек решетки) проводников усиленный нагрев цепи приводил к найденному при визуальном осмотре с помощью микроскопа отслаиванию проводника от печатной платы в месте дефекта, а иногда и полному разрушению соединения.

Для продолжения разработки методики и соблюдения неразрушающего характера контроля необходимо реализовать либо отсечку импульса тока по более короткому промежутку времени (менее 10мс), либо производить отсечку импульса тока не по времени, а по достижению контролируемой цепью расчетных эталонных значений падения напряжения, регистрируемых на выходе операционного усилителя.

Список литературы

1. Васильев Ф.В., Медведев А.М., Сокольский М.Л. Диагностический контроль электрических соединений в авионике. Практическая силовая электроника – 2013. № 1 – с. 42-44.

2. Домени А.С., Новиков Н.А. Разработка метода и устройства для проведения диагностического контроля соединений в электронных схемах. Конкурс научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики». Аннотации работ. М.: МАИ, 2014 – с. 134-136.

Преимущества РЧ МЭМС-переключателей над современными полупроводниковыми переключателями

Дрягин И.О., Анферова М.С., Разбаш Р.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Белевцев А.М.

МАИ, Москва

ivandryagin@yandex.ru

В настоящее время в РЧ промышленности используются механические и полупроводниковые переключатели. Основное применение РЧ или СВЧ-переключателей - это согласование сигналов и импеданса. Телекоммуникационные приложения охватывают широкий диапазон частот, от МГц до ГГц. Кроме того, персонализированное использование электронных устройств делает акцент на масштабируемости или уменьшении устройств с высокой производительностью. Выбор переключателя во многом определяется частотой и скоростью рассматриваемой области применения. Например, в некоторых случаях требуется высокая мощность, поэтому для такого типа требования можно использовать механический переключатель; в некоторых областях требуется очень высокая скорость при умеренной изоляции, а низкие вносимые потери и регулирование мощности не являются проблемой, поэтому для этой цели можно использовать рпн-диоды или полевые транзисторы; в некоторых приложениях требуется очень высокая изоляция с очень низкими вносимыми потерями и умеренной скоростью переключения, и поэтому МЭМС-переключатели являются лучшими кандидатами для выполнения этих критериев.

На рынке существуют различные типы РЧ переключателей, каждый со своим набором плюсов и минусов. Кремниевые полевые транзисторы могут обрабатывать большую мощность на низких частотах, но производительность значительно падает с увеличением частоты. В случае MESFET и рпн-диодов, высокочастотная работа достаточно хороша с малыми амплитудами сигнала. Таким образом, на высоких частотах твердотельные переключатели имеют высокие вносимые потери и плохую изоляцию. Механические коаксиальные и волноводные переключатели имеют такие характеристики, как низкие вносимые потери, высокий уровень изоляции, большая мощность и высокая линейность, но имеют большую массу и низкую скорость переключения. С другой стороны, полупроводниковые переключатели обеспечивают более высокую скорость переключения и имеют меньший размер, но имеют более низкую производительность, чем механические переключатели. Для решения вышеуказанной проблемы лучшим средством может быть использование технологии МЭМС для применений. МЭМС-переключатели имеют преимущества над механическими и полупроводниковыми переключателями. Они обеспечивают высокую изоляцию и низкие вносимые потери с почти нулевым потреблением энергии, с небольшим размером и малым весом.

Оснастка промышленного робота манипулятора чувствительными элементами для обеспечения обратной связи

Дьяковская М.П.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

yaoi_violin@mail.ru

В современной промышленности актуален процесс автоматизации производства и замена человека промышленным роботом-манипулятором при выполнении основных и

вспомогательных технологических операций. В ходе работы была поставлена задача оснащения робота FANUC LR Mate 200iD чувствительными элементами для обеспечения обратной связи и, как следствие, для расширения области его применения.

Обратная связь может обеспечиваться посредством механических, ультразвуковых и оптических датчиков и микроконтроллера, подключенного к блоку управления робота.

К категории механических датчиков относится тензодатчик: его применение связано с контролированием усилия схвата, являющегося наиболее распространенным рабочим органом манипулятора. Его использование на концах схвата позволит регулировать силу сжатия при взаимодействии с хрупкими или легко деформируемыми объектами.

Использование ультразвуковых датчиков напрямую связано с определением расстояния до границы рабочей зоны, во избежание столкновений манипулятора с препятствиями.

Применение оптических датчиков связано с оснащением промышленного робота системой технического зрения, состоящей из лазерного дальномера и нескольких видеокамер, а также программного обеспечения для распознавания изображений объектов. Такая система предоставляет роботу информацию о том, как сориентирован объект относительно положения рабочего органа, а также о расстоянии до него

Связующим звеном между роботом FANUC LR Mate 200iD и чувствительными элементами является микроконтроллер на базе платформы Arduino, который при помощи wi-fi модуля передает информацию с датчиков на сервер в облачное хранилище.

Таким образом вышеописанные решения предоставляют возможность расширить спектр задач, выполняемых промышленным роботом-манипулятором.

Список литературы:

1. Совлуков А., Шарапов В. Датчики: Справочное пособие — 2017.
2. FANUC [Электронный ресурс]: сферы применения промышленных роботов. URL: <http://www.fanuc.eu/ru/ru/сферы-применения> (дата обращения 10.01.2018)
3. Грачёв В.В. Управление роботом // Методическое пособие — 2017.

Исследование концентрации CO₂ в окружающей среде и выделяемого организмом человека

Зими́на А.П., Руденко Е.В., Сури́н М.К.

Научный руководитель — Шишкин Г.Г.

МАИ, Москва

alyonka.zimina@yandex.ru

В 1921 году А.Н. Лебедевым был обнаружен эффект ассимиляции углекислоты гетеротрофными организмами, а позднее доказана способность клеток, как простейших, так и высших животных, включая и человека, использовать углекислоту для синтеза углеводов, белков, жиров и нуклеиновых кислот. В результате многочисленных исследований было установлено, что CO₂ является естественным регулятором дыхания, кровообращения, обмена веществ, электролитного баланса, кислотно-основного состояния, возбудимости нервных клеток, тонуса гладкой мускулатуры, бронхов, сосудов, мочевыводящих путей и т.д. Сообщается о стимулирующем влиянии бикарбонатов и CO₂ на секрецию инсулина бета-клетками. Процесс фиксации углекислоты у человека непосредственно осуществляется с помощью реакций карбоксилирования, то есть присоединения к органическим веществам двуокиси углерода (CO₂) с образованием карбоксильной группы. Карбоксилирование занимает одно из центральных мест в обмене веществ и круговороте углерода в биосфере.

В последние годы выявлена прямая взаимосвязь между уровнем метаболизма и скоростью карбоксилирования в организме животных. Результаты экспериментальных исследований подтвердили положение А.И. Опарина о том, что фиксация углекислоты является процессом совершенно универсальным, а потому и очень древним, заложенным в самой основе организации обмена веществ у всех живых существ. Увеличение интенсивности процессов карбоксилирования сопровождается повышением синтеза

органических соединений, а ослабление тканевой фиксации CO₂ может явиться причиной угнетения пластического обмена у животных.

Известно, что новорожденные достаточно быстро растут, не требуя повышенного количества кислорода. Наблюдения над их продолжительным нырянием показали, что они значительное время могут обходиться без кислорода. Наоборот, лица пожилого возраста, у которых фиксация CO₂, то есть анаболический показатель, значительно снижена, нуждаются в постоянном и достаточном кислородном обеспечении. Можно заключить, что весь путь человека от рождения до смерти представляет собой процесс прогрессирующего снижения фиксации углекислого газа и увеличения зависимости от потребленного кислорода для компенсации сниженного резерва углекислоты. Из сказанного следует, что существование живых организмов, так же как и растений, обеспечивается благодаря механизмам поддержания резерва CO₂ путем фиксации и регенерирования углекислоты в организме, что является универсальным условием существования живой материи. Интенсивность снижения резерва углекислоты является показателем напряжения компенсаторных окислительных процессов в организме, о скорости которых можно судить по количеству потребленного кислорода.

Содержание углекислого газа (CO₂) в воздухе жилых и общественных зданий не должно превышать 0,1% (1000 ppm), а среднее содержание CO₂ должно быть около 0,05% (500 ppm).

Исследователи знают, что существует связь между концентрацией углекислого газа (CO₂) и ощущением духоты. Это ощущение возникает у здорового человека уже на уровне 0,08%, т.е. 800 ppm. Хотя в

современных офисах бывает 2000 ppm и более. И человек может не ощущать опасного воздействия углекислого газа. Когда речь идёт о больном человеке, то порог чувствительности ещё увеличивается.

Организм практически не распознаёт повышенное содержание CO₂, поэтому человек может умереть от удушья без реакции организма. Например, многие умирали в гаражах при работающем двигателе машины. В этом и опасность CO₂. Более того, человек даже может чувствовать, так сказать эйфорию при увеличенном содержании CO₂, так как это газ в определенном диапазоне ослабляет организм. При повышенном уровне CO₂ несмотря на нормализацию атмосферного дыхания, в организме человека продолжительное время наблюдаются изменения биохимического состава крови, снижение иммунологического статуса, устойчивости к физическим нагрузкам и другим внешним воздействиям. По проведению опытов также было выявлено явление что с влажной поверхности человеческой кожи выделяется значительно меньше газа CO₂.

Универсальный малогабаритный искатель

Исаев А.А., Ларин Д.А.

Научный руководитель — Столяров И.В.

ГБПОУ СПТ им. Б.Г.Музрукова, Саров

aleksej.isaev.99@list.ru

Цель работы – создать малогабаритный универсальный искатель скрытой проводки и определения наличия магнитного поля и его полярности.

Этот универсальный прибор-индикатор сочетает в себе три индикатора, позволяя не только определить скрытую про-водку, но и определить наличие или отсутствие внешнего магнитного поля и его полярность.

Прибор состоит из двух независимых устройств в одном корпусе:

- 1) индикатора скрытой электропроводки;
- 2) блока индикации полярности внешнего датчика магнитного поля.

Индикатор скрытой проводки собран на базе микромощного опе-рационного усилителя КР140УД1208. При расположении вблизи электропро-водки провода, подключенного на вход усилителя, наводка частоты 50 Гц воспринимается приемной антенной, усиливается

чувствительным усилителем, собранным на этой микросхеме, и переключает с этой частотой светодиод.

Выносной датчик магнитного поля (биполярный датчик Холла) собран на микросхеме AD22151YRZ. Для блока индикации датчика магнитного поля была разработана авторская схема индикации положительности или отрицательности магнитного поля с плавным переключением различных светодиодов. Питание датчика осуществляется от источника питания, собранного на микросхеме KP142EH5A.

Индикатор скрытой проводки и блок индикации расположены на печатной плате в корпусе для РЭА G1011 65*38*22. Приемная антенна и внешний датчик магнитного поля должны быть удалены от руки и находятся на выносных частях прибора.

Новизна данного проекта состоит в том, что существующие в настоящее время приборы, всевозможные «отвертки» и «пробники», выполняют обычно только одну функцию, и стоят достаточно дорого. Данный проект и восполняет нишу тех бюджетных приборов, которые могут пригодиться электрику или монтеру, работа которого с электропроводкой и определением наличия электромагнитного поля.

При разработке данного проекта были:

- проанализированы существующие схемы подобных детекторов скрытой проводки по Интернет-ресурсам;
- создан работающий образец действующего малогабаритного универсального искателя электромагнитных полей.

Составлен бизнес-план производства данного прибора под названием «Электромаг» на базе производственных мощностей ГБПОУ СПТ им. Б.Г. Музрукова. Исходя из проведенного экономического исследования и анализа, можно сделать вывод, что данный проект является прибыльным, т.к. уровень рентабельности в течение трех лет равен 24% при норме от 15 до 50%.

Малогабаритный универсальный искатель может применяться лицами, чья производственная деятельность связана с электропроводкой и электромагнитными полями, и послужить основой для создания на его основе достаточно простых с точки зрения реализации, и в тоже время дешевых и надежных приборов такого типа.

Оценка качества трассировки печатных плат по критерию «длина дорожки»

Исаев В.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

isaevtver@gmail.com

При конструировании печатных плат на предприятиях для ускорения процесса разработки все чаще пользуются автотрассировщиком. Но зачастую, по разным критериям, результат автоматической трассировки не всегда дает приемлемый результат. По этой причине возникает потребность в создании системы для оценки разработанного проводящего рисунка печатной платы.

Для того, чтобы оценить работу автотрассировщиков необходимо рассмотреть алгоритмы трассировки печатных плат. В настоящее время широко распространены 3 крупные группы алгоритмов трассировки:

1. Волновые алгоритмы трассировки (на основе алгоритма Ли) – алгоритмы поиска кратчайшего пути.
2. Ортогональные алгоритмы – алгоритмы в основе которых лежит идея множества параллельных дорожек.
3. Эвристические алгоритмы – алгоритмы, основанные на эвристическом поиске пути.

На практике большинство автотрассировщиков используют смешанный алгоритм на основе волнового и эвристического алгоритмов.

В качестве критериев оценки качества трассировки выбраны следующие параметры [1]:

1. длина дорожек;
2. ширина дорожки;
3. расстояние между дорожками и контактными площадками;
4. толщина гарантированного пояса;
5. толщина медного покрытия;
6. количество слоев ПП;
7. габариты ПП.

В работе рассмотрена оценка трассировки по одному из критериев – длине дорожки.

На первый взгляд очевидно, что, по выбранному критерию, автотрассировщики, использующие волновой алгоритм, находятся в более выгодном положении, так как две контактные площадки будут соединены напрямую по кратчайшему пути, тогда как длина дорожки по ортогональному алгоритму будет равна манхэттенскому расстоянию.

Манхэттенское расстояние – это расстояние между двумя точками, равное сумме модулей разностей их координат.

Однако в реалиях конструирования невозможно протрассировать плату так, чтобы длины всех дорожек были равны кратчайшему пути. Это связано с тем, что при трассировке большая часть дорожек проходит не напрямую, а огибает возникающие препятствия в виде других связей или компонентов. Так как кратчайшее расстояние (L_0) в 1,4 раза меньше манхэттенского расстояния (L_m) и L_0 не достижимо в большинстве случаев, то для более удобной оценки и ее восприятия человеком, а так же учета этого критерия в формуле оценки печатной платы по всем обозначенным критериям, для нормирования длин дорожек в формуле оценки принято манхэттенское расстояние.

Таким образом при составлении уравнения весовых коэффициентов для оценки качества трассировки данный критерий будет равен сумме произведений длины каждой дорожки на отношении длины дорожки к «манхэттенской» длине.

1. 15-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2016». 14–18 ноября 2016 года. Москва. Тезисы. – Типография «Люксор», 2016. – с. 190-191.

Карманный осциллограф

Колташев М.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Грязнов А.Ю.

СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург

koltashev@29.ru

Портативные осциллографы обычно уступают стационарным в точности измерений, но при этом формируют качественные осциллограммы. Такие приборы незаменимы при проведении полевых работ по поиску и устранению неисправностей как в электрических и электромеханических системах, где требование высокой точности не возникает.

На сегодняшний день рынок пестрит разнообразием различных осциллографов, которые могут удовлетворить различные задачи. Относительно рынка портативных устройств, стоимость осциллографов начинается от 5 тысяч рублей, что для многих радиолюбителей представляет высокие затраты.

Однако на практике оказывается возможным снизить стоимость подобных устройств. Разработка и изготовление карманного осциллографа рассмотрена в данной работе.

Устройство базируется на основе микроконтроллера ATmega328. Выбор обусловлен доступностью, а также возможностью прошивки через среду Arduino, что представляет особый интерес для многих начинающих специалистов. Сигнал исследуется при помощи режима непрерывной выборки сигнала. Это также определяет выбор микроконтроллера, т.к. ряд прочих популярных микроконтроллеров компании Atmel не могут быть переведены в этот режим.

Измеряемый диапазон частот измерений - до 250 кГц. Потребляемый ток - 32 мА. Таким образом, при полностью заряженной батарее хватит почти на 14 часов непрерывной работы, с учетом ёмкости встроенного аккумулятора, равной 450 мА•ч. Для подключения щупа

используется BNC-разъем. В работе также рассмотрено изготовление шупа для проведения измерений. При данных параметрах размеры осциллографа составляют 82,5х53х30,5 мм.

При исследовании сигнала прибор измеряет при помощи встроенного алгоритма амплитудное значение сигнала и его частоту. Также имеется внутренняя синхронизация. Максимальное амплитудное значения составляет 5 В. Имеется 8 предустановленных режимов разветки. Для исследования сигнала предусмотрена его фиксация.

Общая стоимость компонентов, входящих в осциллограф (включая шуп для измерений) составляет порядка 1000 рублей, учитывая, что они покупались в розничных сетях. При оптовых закупках расходы на материалы можно значительно сократить, что указывает на перспективность устройства в экономическом плане. Помимо того стоит отметить, что для подобного диапазона частот, стоимость аналогов на рынке начинается от 8000 рублей.

В перспективе разработки устройства лежит добавление дополнительного канала для измерений и интерфейс для связи прибора с компьютером (предпочтительно, беспроводной).

Список использованной литературы

1. Осциллографы. Основные принципы измерений: Учебное пособие [Электронный ресурс] // Tektronik. URL: <https://lib.chipdip.ru/911/DOC002911471.pdf> (дата обращения: 13.02.2018)

2. 8-bit AVR Microcontroller. ATmega328/P: datasheet complete [Электронный ресурс] // Atmel, 2016. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf (дата обращения: 13.02.2018)

Беспилотный летательный аппарат на базе смартфона

Константинов Э.С.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Гизатуллин З.М.

КНИТУ-КАИ, Казань

edik.konstantinov@yandex.ru

В настоящий момент беспилотные летательные аппараты (БПЛА), с помощью которых проводят множество задач, например, как мониторинг земной поверхности, контроль ситуации и местности при аварийных работ, так и для других целей, получили широкое распространение. В то же время стала еще быстрее расширяться их функциональность, которая в основном обеспечивается за счет разных встроенных датчиков.

БПЛА, представляющий летательный аппарат для однократного пользования, дала идею для создания малогабаритного беспилотного летательного аппарата, который был бы на иной взгляд достаточно бюджетным для однократного применения.

Целью данной работы является анализ возможности применения смартфонов, работающих на операционной системе Android в качестве автопилота БПЛА. В роли системы ориентации малогабаритного беспилотного летательного аппарата применяются такие параметры движения, как углы крена (roll), тангажа (pitch) и рыскания (yaw).

Существование инерциальных приборов, например, как микромеханических гироскопов и акселерометров, позволяет создать известные алгоритмы построения систем ориентации.

Материнская плата современного смартфона включает самые различные датчики движения. Одним из таких самых популярных модулей является гироскоп (gyroscope sensor), изобретенный французским ученым Леоном Фуко, когда он показывал прибор для регистрации суточного вращения Земли. После этого стали применять в качестве морских гироскопов, а затем уже начали использовать и в авиации. По своей структуре гироскоп это микромеханическая и микроэлектромеханическая система, которая способна перерабатывать угловые скорости в электрические сигналы.

Также акселерометр(accelerometer) является самым распространенным датчиком. Его главная функция – это отслеживать ускорение устройства – вес на единицу массы по отношению к силе тяготения Земли на уровне моря. При изменении положения мобильного устройства меняется его состояние по отношению к вектору ускорения силы тяжести.

Прибор, получивший это изменение, определяет положение смартфона и расстояние его расстояние в пространстве.

И еще одним прибором, так называемым магнитометром (magnetic field sensor), который представляет собой привычный магнитный компас, относится к датчикам движения. Это прибор для измерения величины магнитного поля и главным его значение является определение местоположения в ходе навигации.

Так, на основе этих датчиков (гироскоп, акселерометр, магнитометр), содержащиеся в мобильном устройстве, реализуются алгоритмы ориентации, вычисляющие углы крена, тангажа и рыскания. Следовательно, можно создать БПЛА на базе смартфона, который по каналу wi-fi направляет информацию об углах ориентации, то есть о параметрах движения, на блок управления. Затем сигнал передается на рули высоты и направления, элероны, чтобы регулировать полёт летательного аппарата по заданной траектории. К тому же возможно передача земной поверхности через видеокамеру смартфона на блок управления.

Магнитометрическая ориентация основывается на показаниях магнитометрических датчиков. При том, что смартфон (планшет) находится на горизонтальной поверхности, по сигналам датчиков-магнитометров определяется азимут – угол между осью и направлением на магнитный север. Он меняется от 0° до 360°, отсчет ведется по часовой стрелке. Знаки сигналов магнитометров могут информировать о том, в каком секторе находится продольная ось смартфона (планшета). Погрешность при измерении не накапливается, однако есть предрасположенность к воздействию шума магнитометров и внешнего магнитного поля.

Акселерометрическая ориентация. Акселерометры реализовывают вертикаль места в пространстве, то есть плоскость горизонта как строительный уровень. Это дает возможность определить углы тангажа и крена смартфона (планшета), следовательно, БПЛА. Точность по этой ориентации составляет 1-2°. Погрешность при измерении не накапливается, однако сигнал содержит высокочастотный шум и система подвержена ускоренному перемещению.

Гироскопическая ориентация. Она базирована на интегрировании 3 гироскопов. Они считаются датчиками угловой скорости по измерительным свойствам. Каждый из них определяет соответствующую угловую скорость. По данным проекций можно определить углы рыскания, тангажа, крена. Точность воссоздания углов составляет несколько градусов, при продолжительном использовании гироскопов погрешность накапливается.

Имея в виду преимущества и недостатки каждого вида ориентации, датчики можно объединить в корректируемые измерительные системы. Коррекция с помощью гироскопической ориентации по акселерометрам устраняет накопление погрешностей угла тангажа и крена, также системе придается свойство избирательности к местному горизонту.

Таким образом, в данной работе описана возможность и целесообразность использования смартфона (планшета) в роли автопилота беспилотного летательного аппарата. Описаны алгоритмы магнитометрической, акселерометрической и гироскопической ориентаций. Определены плюсы и минусы каждой из них.

Разработка макета широкопольного датчика Солнца с применением фотодиодов

Котылов И.А., Троицкий М.И.

Научный руководитель — Смирнов С.А.

МОКБ «МАРС», Москва
ivan95476@icloud.com

Солнечные датчики применялись и применяются практически на всех космических аппаратах, начиная с первых спутников [1]. Конструкция и принципы их действия достаточно хорошо отработаны. В настоящее время существуют различные варианты конструктивного исполнения подобных устройств. Например, щелевые датчики положения Солнца, или датчики, содержащие оптическую систему, выполненную в виде широкоугольного объектива типа «рыбий глаз». Недостатками этих датчиков являются

ограниченность поля обзора, конструктивные ограничения по установке, дороговизна и нетехнологичность изготовления. Дальнейшее совершенствование этих приборов привело к созданию широкополных датчиков Солнца (ШДС). ШДС отличается повышенной надежностью и сроком службы, а также меньшей стоимостью и массой датчика [2].

В докладе предлагается вариант конструкции широкополного датчика Солнца, имеющего форму полусферы и обладающего широким полем зрения - 180° (полусфера). Установка ШДС на штатив позволит получить широкий угол обзора. Два солнечных датчика, диагонально установленные на космический аппарат (КА), дают возможность полностью обзирать область вокруг спутника на наличие Солнца. Компактность конструкции достигается за счет применения малогабаритных фоточувствительных элементов - фотодиодов ФД296М.1. Минимальная наработка фотодиода ФД296М.1 в фотогальваническом режиме - 150000 часов, поэтому его можно применить в условиях космоса для большинства КА. Надежность разработанного макета ШДС обеспечивается за счет большого количества фотодиодов. Для обеспечения постоянной засветки как минимум двух фотодиодов, произведен геометрический расчет углов обзора и количества датчиков. При отказе одного из фоточувствительных элементов, прибор продолжит работать и определять ориентацию КА относительно Солнца. Для защиты от внутренних переотражений в конструкции датчика используются методы матирования поверхности. Это позволяет снизить формирование ложных сигналов, появляющихся при отражении от элементов конструкции космического аппарата. Материал корпуса датчика – алюминиевый сплав АМг6. Он легкообрабатываемый, обладает, по сравнению со сталью, лучшей теплопроводностью, а также позволяет снизить массу прибора.

Эффективность ШДС подтверждена результатами проведенного моделирования в САПР Solidworks, а также испытаниями разработанного макета изделия. В результате работы подтверждено, что предложенное техническое решение конструкции ШДС позволяет обеспечить работу солнечного датчика в широком поле зрения, повысить надежность прибора, снизить его массу, а также сделать технологичным при изготовлении.

Система автоматического управления подсветкой

Коробков М.А., Артамонов К.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

josef_turok@bk.ru

Во всех сферах жизни человеку нужен свет. Последними достижениями в области световых источников являются светодиодные RGB-ленты со встроенным в каждом светодиоде контроллером, которые за счёт этого обладают пиксельной адресацией. Такой вид светодиодов может использоваться вместе с навигационными огнями летательных аппаратов и судов для получения дополнительной информации о направлении или для подачи экстренных сигналов. Но к ним необходима соответствующая система управления.

Система управления состоит из управляющего устройства, датчиков, а также устройства управления, чем и является светодиодная лента. В работе предложена функциональная схема системы управления, по ней разработана электрическая принципиальная схема управляющего устройства, создан алгоритм работы системы, а затем написан код на языке C с применением AVR assembler.

Управляющее устройство транслирует созданный в программе LEDBuild код в последовательный код для ленты, обрабатывает данные с подключаемых сенсоров, а также обеспечивает интерфейс взаимодействия с пользователем. Основными элементами устройства является микроконтроллер Atmel ATmega 2560, микросхема DS1307Z+T&R, которая обеспечивает привязку микроконтроллера к реальному времени, а также модуль взаимодействия с SD-картой, с которой производится чтение данных и на которую происходит запись файла регистрации событий.

Используемые датчики выбираются в зависимости от предназначения системы, например, при установке системы в автомобиль можно использовать датчики удара для перехода системы в соответствующий режим при аварии или

датчик температуры при слиянии с системой охлаждения.

В рамках проекта создан прототип, обеспечивающий лестничную подсветку, которая, благодаря установленным на первой и последней ступенях инфракрасным датчикам, анализирует наличие человека а затем последовательно зажигает подсветку ступеней. При анализе прототипа выявлены преимущества системы: относительная дешевизна, универсальность и простота монтажа, а также гибкая система настроек.

Созданная система управления реализует следующие основные функции:

- Воспроизведение различных визуальных эффектов;
- Регулировка размеров подключаемой светодиодной ленты;
- Регулировка времени работы ленты;
- Отображение текущего времени;
- Регулировка яркости;
- Регулировка дистанции срабатывания датчиков;
- Сохранение настроек.

Система допускает модификации, такие как: увеличение размера подключаемой ленты, оптимизация программного кода для более быстрой работы, реализация дополнительных функций, таких как подключение к CAN - шине и дистанционное управление.

Анализ опыта создания беспилотного воздушного судна на базе легкого многоцелевого самолета Diamond DA-42

Котов С.А.

Научный руководитель — к.т.н. Рубцов Е.А.

СПбГУГА, Санкт-Петербург

stepan_kotov_1987@mail.ru

В настоящее время производители беспилотных воздушных судов (БВС) разрабатывают свои модели с нуля, руководствуясь требуемыми летными качествами и необходимой полезной нагрузкой для решения конкретных задач. Производимые аппараты как правило имеют узкую специализацию, кроме того нередки случаи выявления недостатков, не учтенных на стадии проектирования аппарата. И если для малых БВС такой подход в целом приемлем, в частности из-за их сравнительно небольшой стоимости, то для БВС массой в сотни килограмм требуется иное решение [1].

Перспективным является направление, связанное с глубокой модернизацией существующих пилотируемых воздушных судов и создание на их базе беспилотных аппаратов. При этом решается проблема обеспечения требуемых летных качеств, поскольку аппарат прошел необходимую проверку и имеет большой налет часов, кроме того при модернизации можно уменьшить недостатки, присущие воздушным судам. В качестве примера такой модернизации можно привести БВС Dominator, созданный на базе Diamond DA-42 MPP.

Dominator применяется для разведки на больших площадях и в удаленных районах. Данные, полученные с беспилотного аппарата, передаются на наземную станцию управления через спутник связи.

Dominator включает в себя системы аналогичные ALR и COMINT, которые могут применяться при поиске и спасении терпящих бедствие ВС и других транспортных средств, а также для поиска людей в горных и труднодоступных районах по сигналам любых имеющихся радиоизлучающих средств.

Также на нем имеется система GSC, которая позволяет обмениваться сообщениями по низкоскоростным каналам передачи данных ВЧ диапазона. Для России создание аналогичной сети является актуальной задачей, поскольку в нашей стране пока еще не

развиты системы спутниковой связи и декаметровая радиосвязь часто является единственным средством передачи сообщений. Создание подобной системы позволит реализовать такие технологии, как АЗН-К и CPDLC, что соответствует концепции создания аэронавигационной телекоммуникационной сети ATN [2].

Система SAR может применяться для создания цифровых моделей рельефа высокой точности, а также получения информации о сложившейся обстановке при стихийных бедствиях (землетрясения, наводнения и др.).

Возможность длительной работы (до 13 часов), наличие противообледенительной системы, применение мощных радиотехнических средств, с большими массогабаритными характеристиками, по сравнению с теми, которые могли бы использоваться, если бы на борту был экипаж, а также отсутствие необходимости наличия средств защиты экипажа и кабинного оборудования позволяют использовать подобные БВС в сложных и экстремальных условиях для решения следующих задач:

- разведка и наблюдение за лесными пожарами;
- обеспечение спасательных работ (в том числе экстренная доставка медикаментов и средств защиты для потерпевших аварию);
- ледовая разведка;
- патрулирование государственных границ;
- обеспечение связи в удаленных районах путем ретрансляции сигнала;
- обеспечение технологии ретрансляции сообщений АЗН в рамках реализации технологии ADS-R.

Для того чтобы не закупать БВС за рубежом, необходимо создание в Российской Федерации БВС на базе уже существующих самолетов, таких как СУ-26, СУ-31, Як-152 и других, могло бы решить множество задач, которые способен решить Dominator, с помощью использования различного портативного оборудования подобного тому, что установлено на израильском БВС.

Список литературы

1. Беспилотные авиационные системы / С.А. Кудряков, В.Р. Ткачев, Г.В. Трубников, В.И. Кисличенко. Санкт-Петербург: Свое Издательство, 2015. 121 с.
2. Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь / С.А. Кудряков, В.К. Кульчицкий, Н.В. Поваренкин, В.В. Пономарев, Е.А. Рубцов, Е.В. Соболев, Б.А. Сушкевич [под ред. С.А. Кудрякова]. Санкт-Петербург: Свое Издательство, 2016. 287 с.

Проблемы и направления совершенствования тормозной системы мобильных роботов

Котова А.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.

МАИ, Москва

Kotic_96@mail.ru

В гибких производственных системах для реализации логистических операций целесообразно использовать мобильные роботы (робокары). Правильное и рациональное использование робокаров, помогает связать все части гибких производственных модулей между собой, что является значимым для организационного процесса.

Основными частями привода мобильного робота являются - двигатель, система управления и система торможения. Приводы подразделяются на гидравлические, пневматические, электрические и комбинированные, их выбор зависит от назначения, условия эксплуатации, вида системы управления и грузоподъемности мобильного робота.

Наиболее удобны в эксплуатации электроприводы, так как гидро- и пневмоприводы имеют предрасположенность к уткам рабочего тела и требуют дополнительных специальных станций питания.

В настоящее время существуют работающие модели мобильных роботов, имеющие ряд недостатков, связанных с недостаточной плавностью движения во время экстренных остановок, это приводит к увеличению потерь в гибких производственных системах. Для обеспечения должного использования робота необходимо разработать систему торможения и управления, позволяющую регулировать электропривод безопасно для производственного процесса и перевозимых предметов.

К тормозной системе мобильных роботов предъявляются высокие требования. Она должна обеспечивать управление скоростью и полную остановку робота в указанном месте при различных параметрах движения. Наличие надежных тормозов позволяет увеличить среднюю скорость движения, а, следовательно, эффективность при эксплуатации роботов [1].

Различают несколько видов тормозных механизмов, такие как: барабанные механизмы, дисковые и электрические.

Барабанные механизмы, просты в обслуживании и способны перенести небольшие изменения в геометрии колеса, однако обладают большим весом и невысокой эффективностью торможения.

Дисковые механизмы обладают наиболее четким регулированием тормозных усилий, и как в барабанных механизмах, небольшое изменение геометрии колеса не влияет на качество торможения, недостатками данных механизмов являются большой вес, сложность установки и наладки системы.

Электрические тормозные системы являются наиболее безопасными, за счет уменьшения времени реакции системы до полной остановки, а также обладают наилучшими показателями управления, не смотря на сложность разработки.

Сравнительный анализ тормозных систем, позволяет сделать вывод, что необходимыми качествами торможения обладают электрические тормозные системы. Преимуществом таких систем является высокая скорость срабатывания и обеспечение плавности хода в экстренных ситуациях мобильного робота при использовании в гибких производственных системах.

Анализ показал, что целесообразно использовать в роботах электроприводы, выполненные на базе бесконтактных двигателей постоянного тока, это обуславливается их хорошими регулировочными свойствами, компактность конструкции электродвигателей, высокое быстродействие, равномерность вращения, единый вид энергии для создания усилий и управления, легкость регулирования скорости, угла поворота, момента, высокий КПД, взаимозаменяемость электродвигателей, низкие уровни шума и вибрации [2].

Для обеспечения наилучших массогабаритных показателей мобильного робота, бесконтактный двигатель постоянного тока предлагается конструктивно выполнить в виде мотор-колеса.

Все это предопределяет необходимость решения новых задач по созданию мобильного робота, использующего электрический механизм торможения и электропривод на основе бесконтактного двигателя постоянного тока, выполненного в виде мотор-колеса, что позволит обеспечить необходимые показатели быстродействия и безопасности торможения.

Список литературы

1. Тормозная система [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://systemsauto.ru/brake/brake.html> – (Дата обращения: 04.02.2018).
2. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т.2/ Под общей редакцией И.П. Копылова, Б.К.Клюкова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 688 с.

Многофункциональный шестиколёсный робот-манипулятор. Электроника

Кривденко И.В., Андрющенко А.В., Орлов В.С.

Научный руководитель — к.т.н. Ломанов А.Н.

РГАТУ им. П.А.Соловьева, Рыбинск

ivan.crivdenko@yandex.ru

В настоящее время команда разработчиков студенческого конструкторского бюро РГАТУ осуществляет разработку многофункционального шестиколёсного робота-манипулятора. Помимо сложной конструкции, робот должен иметь систему управления, которая будет способна управлять всеми механизмами.

Основа системы управления робота – микроконтроллер Atmega 2560. Данный микроконтроллер имеет невысокую стоимость и обладает значительными вычислительными ресурсами: 16 МГц, 256 Кбайт ПЗУ, 8 Кбайт ОЗУ. Ещё один плюс – наличие в продаже готовой платы с уже припаянным микроконтроллером. Для реализации системы была выбрана плата RobotDyn Mega 2560 R3 + Wi-Fi ESP8266b. На этой плате помимо самого микроконтроллера установлен Wi-Fi модуль, что позволяет наращивать функционал системы без добавления новых электрорадиокомпонентов.

Для управления двигателями необходимо использовать два H-мостовых драйвера (по одному на каждую сторону). При расчёте максимального тока возьмём максимальный ток двигателя в заблокированном состоянии – 5,5 А. То есть для трёх двигателей – $5,5 \cdot 3 = 16,5$ А. Таким образом, для управления двигателями был выбран SparkFun Monster Moto Shield. Это двояснный драйвер двигателей с пиковым током 30 А на каждый канал.

При проектировании системы питания робота необходимо учесть всё установленное оборудование. Помимо двигателей с напряжением питания 7 вольт и платы с микроконтроллером с напряжением 5 вольт, на роботе будет установлен манипулятора (12 вольт), видеопередатчик (12 вольт), четыре сервопривода (6 вольт), видеокамеры (5 вольт и 12 вольт). Для решения проблемы с застреванием робота, например на скользких поверхностях, в задней его части будет установлена небольшая турбина с максимальной тягой ~1 кг и напряжением питания 12 вольт.

Для питания всего этого оборудования в системе должны быть следующие напряжения: 5 В, 6 В, 7 В, 12 В. В качестве источников питания установлены два LiPo аккумулятора с напряжениями 7 В и 12 В. Для получения 5 В и 6 В применяются DC-DC преобразователи с КПД около 90%, что снижает потери энергии.

Управление подачей питания в систему осуществляется с помощью трёх кнопок: включение линии 12 В, включение линий 6 В и 7 В, включение линии 5 В. Таким образом удобно осуществлять отладку робота – можно отключить силовую часть и выполнять наладку микроконтроллера и датчиков.

Сигналы управления поступают в микроконтроллер с пульта дистанционного управления. Для этих целей был выбран пульт RadioLink AT9S. Данный пульт работает на частоте 2,4 ГГц и имеет 10 каналов передачи данных. Приёмник пульта имеет возможность выдавать ШИМ сигнал каждого канала на отдельный вывод. Однако для обработки микроконтроллером это неудобно, поскольку надо трать ресурсы на оцифровку 10 аналоговых сигналов. Вследствие этого приёмник был переведён в другой режим – режим SBus. В данном режиме все 10 каналов передаются в цифровом виде по одному сигнальному проводу. Шина SBus очень похожа на USART, а потому легко декодируется микроконтроллером. Часть каналов одновременно присутствует на выходах приёмника в аналоговом виде. Отдельные устройства, например, сервоприводы управления поворотным кронштейном видеокамеры, целесообразно подключать напрямую к приёмнику.

Как было отмечено ранее, на приёмнике будет установлено три видеокамеры и один передатчик. В связи с этим, необходимо реализовать переключение сигналов видеокамер. Эту роль выполняет специальный электронный переключатель, управляемый напрямую с пульта. Таким образом, оператор может быстро переключаться с одной видеокамеры на другую.

В ходе проведённых испытаний электронная начинка робота продемонстрировала высокую надёжность и отказоустойчивость. Разводка силовых цепей питания медными проводами сечением 1,5 мм² положительно сказалась на помехоустойчивости. Сейчас электроника проходит комплексное тестирование.

Цифровой метод автоматизированной оценки деформации печатной платы во время производства

Куликов Н.С., Хомутская О.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

hoviux@gmail.com

Одной из важных проблем в ходе производства печатных плат (ПП) на текущий момент является возникновение деформации в структуре композитного материала основания, которые могут возникнуть из-за несоответствия исходных материалов требованиям производителей ПП, воздействия высоких температур и влажности на этапе производства ПП, вследствие совершения ошибки при проектировании ПП и даже из-за длительного хранения. Наличие деформаций может привести к ряду неисправимых дефектов, а именно: смещению проводников, уходу контактных площадок, изменению в геометрии ПП, разрыву проводников и других, не позволяющих изготавливать ПП высокого класса точности.

Существующие методы оценки деформации ПП имеют такие недостатки, как высокая стоимость реализации, малая скорость определения уровня деформации платы.

В работе представлен альтернативный метод оценки величины деформации ПП, целью которого является устранение недостатков существующих методов. Предложенный метод оценки основан на сравнении оцифровки ПП до (эталон) и после технологических этапов. Оцифрованное графическое представление поверхности печатной платы сравнивается с эталоном, происходит расчет величины деформации (смещения) для каждого отверстия ПП и расчет интегральной оценки деформации.

Метод подразумевает определение и оценку уровня деформации ПП без применения на нее физических воздействий и предполагает работу на реальных ПП в отличие от метода обчета математической модели деформации ПП в САЕ системах. Предложенный метод позволяет производить оперативную оценку деформации ПП, что дает возможность своевременно вносить коррективы в последующие этапы технологического процесса изготовления данной ПП. Также метод обозначает область наибольшей деформации для введения частичных масштабных коэффициентов или изменения расположения элементов в выявленной области при проектировании на последующих ПП. Проведены испытания метода на реальных образцах и создано программное обеспечение на основе разработанного метода для автоматизированной оценки величины деформации ПП.

Выбор оптимального режима работы зарядного устройства для аккумуляторной батареи БПЛА

Лебедев-Другов В.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов Д.А.

МАИ, Москва

vlebedevdrugov@gmail.com

В существующих жестких конкурентных рамках современной авиации, сложно представить авиационную гонку без разработки одного из самых перспективных направлений, как беспилотная авиация. Существует много моделей, назначений и критерий использования БПЛА, но их всех объединяет общая проблема габаритов, зависящая от оборудования и силовых установок (СУ), т.к. их размеры много меньше традиционных ЛА.

Одно из основных решений проблемы является полная электрификация ЛА. В настоящее время уже созданы летные прототипы БПЛА: Mantis (Великобритания), ZALA (Россия), Orbiter (Израиль) и т.д. Оборудование и силовая установка, которых питается от аккумуляторной батареи (АБ).

От процесса заряда напрямую зависит ресурс батареи и качество электроэнергии выдаваемое ею. Поэтому зарядное устройство (ЗУ), является одним из ключевых звеньев цепочки решений. ЗУ относится к классу источников вторичного электропитания (ИВЭП), которое обеспечивает аккумуляторную батарею электроэнергией заданного качества. Зарядное устройство должно обладать необходимыми механизмами преобразования электроэнергии и системой защиты.

С целью выбора наиболее эффективного сочетания режима заряда и типа аккумулятора, в данной работе был проведен анализ типов аккумуляторов и режимов эксплуатации, который показал наиболее удачные варианты режимов заряда АБ. Самые распространенные виды заряда: медленный заряд постоянным током; быстрый заряд; ускоренный или дельта V-заряд; реверсивный заряд.

Основными критериями, влияющими на качество заряда батареи, являются напряжение, ток и время, комбинация этих параметров напрямую влияет на правильную работу батареи.

В ходе выполнения работы и сравнения режимов заряда было выявлено, что наиболее подходящим оказалось сочетание Литий-ионный аккумулятор (Li-ion) и режим заряда данного типа аккумулятора: Заряд постоянным и падающим током при постоянном напряжении.

Универсальная система удалённого мониторинга и управления экспериментом

Локтев М.А., Елисеев А.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

misha_loktev@mail.ru

В настоящее время любая научная и исследовательская деятельность сопровождается таким понятием, как эксперимент - наблюдением исследуемого явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явления и воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий.

В ходе эксперимента существует проблема записи, хранения, обработки и мониторинга данных с различных аналоговых датчиков. Разрабатываемая система способна взаимодействовать с различными представлениями аналоговой информации: вес, температура, освещенность и т.д.

Информационная система на аппаратном уровне фиксирует и обрабатывает в реальном времени значения, которые регистрирует датчик. На программном уровне система представляет собой веб-интерфейс, позволяющий удаленно вести наблюдение и анализ в ходе эксперимента.

В процессе эксперимента может возникнуть ситуация неопределенности или риска, вынуждающая временно остановить его для анализа полученных измерений. Для функционирования в таких условиях, реализуемая система работает в реальном времени с заложенной возможностью немедленно остановить эксперимент и произвести необходимую обработку измерений.

Под реальным временем подразумевается, что к моменту прихода следующего измерения, обработка предыдущего должна уже закончиться. Для реализации такого подхода следует использовать последовательные алгоритмы математической обработки. Основная их особенность – постоянное обновление информации за счет привлечения к обработке измерений, проведенных в текущий момент времени. Так же последовательные алгоритмы имеют ряд преимуществ:

- процедура вычисления оценок представляет собой ряд однотипных и повторяющихся операций (нет необходимости запоминать большой объем измерительной информации)
- выполнение однотипных операции сильно упрощает конфигурации вычислительных средств

Реализуемая информационная система представляет собой универсальный обработчик измерений с аналоговых устройств в реальном времени. Используемый на аппаратном уровне микроконтроллер в качестве сервера позволяет хранить все данные экспериментов в «облачном хранилище». Веб-интерфейс позволяет осуществлять взаимодействие пользователя и системы.

Автоматическая система мониторинга деформации элементов конструкции летательного аппарата

Лохин А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Коробков В.В.

МАИ, Москва

orkilas@gmail.com

Сложные, ответственные и дорогостоящие конструкции, такие как летательные аппараты (далее – ЛА), в частности, самолеты и вертолеты, производят с расчётом на то что, срок их службы будет достаточно продолжительным. ЛА способны выдерживать большие нагрузки, но их интенсивное использование и длительный срок эксплуатации неотвратимо ведут к изнашиванию элементов конструкции (далее – ЭК). ЭК должны обладать достаточной прочностью и иметь возможность эксплуатации в течение всего срока службы ЛА. Проявление действия нагрузок имеет разный характер в зависимости от их величины, мест приложения, количества повторений и др. факторов. Большие нагрузки могут вызвать остаточные деформации и привести к разрушению ЭК. Небольшие, но часто повторяющиеся нагрузки могут привести к усталостным повреждениям ЭК. Состояние ЭК ЛА напрямую влияет на безопасность полетов. Практически единственным средством мониторинга, используемым для оценки состояния ЭК ЛА, является метод подсчёта летных часов и циклов «взлёт-посадка». Мониторинг состояния ЭК (далее – МСЭК) является новой перспективной технологией, применяемой во многих областях техники. Технические средства МСЭК внедряются в системы мониторинга, контроля, обнаружения деформации. Интегрируются с исследуемыми элементами конструкции. При этом решается задача автоматизации, совмещающая в себе различные методы, связанные с диагностикой и прогнозом.

В предлагаемой работе описывается реализация автоматической системы мониторинга деформации ЭК (далее – АСМДЭК), устанавливаемой на борту ЛА и позволяющей в режиме реального полета проводить мониторинг технического состояния ЭК. АСМДЭК включает в свой состав массив датчиков, блоки обработки информации, прогнозирования развития опасной ситуации, принятия решения о выходе параметров за пределы нормы, отображения результатов мониторинга и долговременного хранения информации.

Для получения объективной информации измерение деформации осуществляется массивом датчиков, разделенным на группы. В каждую группу входят датчики, реализованные на различающихся принципах действия, в частности, тензорезистивные и волоконно-оптические. Волоконно-оптические датчики, реализованные на решетке Брегга и интерферометре Фабри-Перро отличаются высокой точностью и долговечностью. В виду того, что современное авиастроение направлено на замену классических материалов для конструирования элементов планера ЛА на современные композитные материалы, которые представляют собой слоистые структуры, предпочтение отдается именно волоконно-оптическим датчикам, которые производят высокоточные измерения и благодаря своим малым размерам могут быть интегрированы непосредственно в сами материалы. Интеграция с ЭК позволяет выявить такие скрытые для глаза человека дефекты, как расслоение и

неоднородность материалов. Световод одновременно является чувствительным элементом волоконно-оптического датчика и каналом передачи оптического сигнала. Передаваемый сигнал не восприимчив к электромагнитным помехам, электрическим и магнитным полям, грозовым разрядам, молниям. Световоды не требуют заземления и гальванической развязки, что позволяет их прокладывать внутри резервуаров с топливом (топливных баках). Их повреждение не может привести к возникновению опасных ситуаций, в частности возгоранию. Световоды позволяют обеспечить высокую скорость передачи сигналов на большой дальности, в рамках ЛА не требуют использования ретрансляторов сигналов. Неоспоримым преимуществом волоконно-оптических датчиков также является возможность выноса электронного блока обработки на существенные расстояния за пределы контролируемого объекта в условия, в которых можно обеспечить высокую надежность работы электроники.

Датчики АСМДЭК интегрируются с ЭК планера ЛА, становясь их неотъемлемой частью. Система в режиме реального времени осуществляет сбор и обработку сигналов с массива датчиков. На основе результатов обработки информации принимается решение о безопасности того или иного маневра ЛА и безопасности полета в целом. При возникновении опасных нагрузок на ЭК ЛА или усталостных напряжений в них система сигнализирует об этом пилотам с указанием места проявления и уровня опасности для полета. АСМДЭК работает автономно, без участия человека, собирает, обрабатывает, отображает и аккумулирует информацию о деформации ЭК планера летательного аппарата. Для обеспечения отказоустойчивости датчики и блоки, входящие в ее состав, резервируются.

ЭС для обнаружения неисправностей на борту ЛА при предполетной подготовке

Марценюк Е.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романов О.Т.

МАИ, Москва

elena.marцениuk@gmail.com

В настоящий момент актуальна проблема контроля и диагностики неисправностей бортового оборудования летательного аппарата (ЛА), поскольку на борту используется огромное количество датчиков и систем. Процедура предполетного осмотра ЛА является достаточно длительным процессом целиком и полностью зависящим от человеческого фактора. Разнородные датчики и системы могут быть объединены в общую информационную сеть, которая может быть использована для целей диагностики оборудования на борту. Для автоматизации процесса обнаружения неисправностей бортового оборудования при предполетной подготовке требуется создание экспертной системы (ЭС), которая позволит: грамотно и достоверно оценить состояние ЛА на этапе предполетной проверки; существенно сэкономить время, требуемое на осмотр воздушного судна, за счет автоматизации деятельности инженеров наземных служб аэропортов; исключить факторы человеческих ошибок и субъективизма в процессе осмотра борта за счет создания базы знаний, которая в совокупности с пользовательским интерфейсом будет эквивалентна целой группе экспертов.

Реализуемая программная разработка посредством СУБД будет взаимодействовать со специальной подготовленной базой данных, содержащей стандартные значения показателей. Используя БЗ, ЭС сможет выработать заключения о состоянии ЛА и его пригодности к полету.

Важнейшим компонентом, входящим в ЭС, является БЗ. В данной работе ставится цель наполнения БЗ необходимой информацией, требующейся для осуществления диагностики оборудования.

Отработка маршрутизатора Space Wire на отечественной ПЛИС 5578TC094

Матафонов Д.Е.

ФГУП МОКБ «Марс», Москва

matafonov2012@gmail.com

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) являются удобным инструментом для реализации сложной логики в цифровых устройствах, позволяют значительно повышать степень интеграции, удобство отладки и упрощают схемотехнику.

Для применения в отечественных разработках по государственным заказам разрешены лишь отечественные ЭРИ. На текущий момент от фирмы ОАО «КТЦ Электроника» г. Воронеж основными массово используемыми микросхемами являются ПЛИС серии 5576XC(2/3/4/6/7/8)Т. Однако, все эти микросхемы основаны на устаревшей серии ПЛИС ф. Altera FLEX10KE. ОАО «КТЦ Электроника» проводит ОКР микросхем серии 5578TC094/084/024/014, которые являются функциональными аналогами микросхем ф. Altera серии Cyclone III. Основными преимуществами данной серии являются: большая логическая емкость, наличие умножителей частоты (PLL), возможность использовать средство внутрисхемной отладки Signal TAP II Logic Analyzer, а также лучшая архитектура.

Для оценки применяемости ФГУП МОКБ «Марс» получило экспериментальный образец микросхемы 5578TC094 и изготовило на ее базе макет маршрутизатора в стандарте Space Wire. Данная микросхема имеет 1200000 вентилях (24624 логических элемента), является функциональным аналогом ПЛИС серии Cyclone III EP3C25F324C8. Минусом микросхем данной серии является питание периферии 2,5В. Учитывая, что подавляющее большинство отечественных ЭРИ работают при напряжении питания 3,3В, это создает дополнительные проблемы при стыковке с такими микросхемами – требуется согласование уровней сигналов.

В устройстве использовалось умножение входящей частоты 10 МГц на 10, 15 и 20, и возможности конфигурирования выводов в стандарте LVDS, а для целей отладки и оценки работоспособности интерфейса – средство Signal TAP II. В качестве конфигурационной Flash-памяти использовались 2 микросхемы 5576PC1Y с напряжением питания 3,3В и микросхемы SN74LVC8T245PWR для согласования уровней. На данный момент не отработана технология разделения конфигурационного файла для загрузки в 2 микросхемы Flash-памяти, поэтому конфигурационный файл загружался непосредственно в ПЛИС.

Была проведена работа по стыковке устройства с задатчиком канала Space Wire MCB-02-EM PCI зеленоградской фирмы «Элвис». Проект тестировался на стабильной частоте 100 МГц, установленная скорость обмена в обе стороны - 100 Мбит/с. Обмены были успешны, маршрутизация осуществлялась штатно, соединение стабильно. На скорости 150 Мбит/с наблюдались сбои при передаче данных, соединение было стабильно. На скорости 200 Мбит/с соединение либо не устанавливалось, либо было нестабильно, что объясняется ограничением максимальной частоты проекта ПЛИС 160 МГц.

В результате проведенных работ было сделано заключение, что данная микросхема будет удобна для реализации сложных высокоскоростных последовательных интерфейсов, а применение в устройствах, где требуется большое количество выводов (например, в вычислителях, где требуется сопряжение с шиной адреса и данных процессора), будет затруднено необходимостью согласования уровней, что значительно снижает степень интеграции.

Практической значимостью данной работы является успешное испытание перспективного интерфейса Space Wire на отечественной ПЛИС, что было затруднительно ранее, возможность интеграции этого интерфейса с различными исполнительными устройствами, и, как следствие, построение систем управления на распределенной сети Space Wire.

Экспериментальное определение разброса значений усилия подачи при сверлении печатных плат

Маунг Зве Маунг

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Ванцов С.В.

МАИ, Москва

ancumgm@gmail.com

Для определения разброса усилия подачи было разработано специальное устройство и проведена серия экспериментов по определению зависимости величины осевого усилия подачи от числа просверленных отверстий.

Для экспериментального определения был разработан тензостол. Тензостол имеет прямоугольную форму размером 230x170 мм. Для уменьшения погрешности получаемых данных по углам стола расположены 4 тензодатчика соединенных попарно по мостовой схеме с операционными усилителями. Сигналы после усиления обрабатываются с помощью аппаратной платформы Arduino Mega 2560 и передаются на персональный компьютер. Измерение усилия производится со скоростью 100 отсчетов в секунду. Такая частота снятия отсчетов позволяет анализировать изменения усилия подачи в течение сверления одного отверстия, что дает возможность оценивать, в том числе, изменение усилия при прохождении медной фольги, эпоксидной смолы и стекловолокна. В начале каждого эксперимента измерение усилия проводилось через каждые 250 просверленных отверстий. После 1000 отверстий интервалы измерения были увеличены, поскольку общая тенденция изменения усилия, связанная с износом режущей кромки сверла, оказывалась выявленной.

Для снижения погрешности перед каждым измерением проводилось тарирование тензостола. Сверление проводилось на сверлильно-фрезервальном станке (Bungard). Эксперимент проводился на односторонних печатных платах из материала FR4 толщиной 1,5 мм при скорости вращения шпинделя 60 тыс. об/мин. Скорость подачи составляла 2600 мм/мин. Сверление проводилось сверлами из сплава ВК8 диаметром 1,1 мм. Количество просверленных отверстий составляло 5000 штук, что существенно превышало заявленный поставщиком для данной партии сверл гарантированный ресурс в 1800 отверстий.

В данных условиях было проведено 10 экспериментов. Линеаризация экспериментальных зависимостей проводилась методом наименьших квадратов. В результате аппроксимации и осреднения мгновенных значений было получено выражение для определения математического ожидания осевого усилия подачи, а именно: $P = 715 + 11L$, где P — осевое усилие в граммах; L — количество просверленных отверстий $\times 100$.

Обработка результатов экспериментальных зависимостей позволила получить статистически значимую величину разброса усилия подачи в 14%.

Выводы

1. Разработано устройство получения и обработки сигналов тензодатчиков для целей получения экспериментальных зависимостей изменения усилия осевой подачи при сверлении от числа просверленных отверстий.

2. Проведен эксперимент, результаты которого позволяют оценить степень разброса усилия подачи, а также установить функцию изменения усилия по времени.

Разработка алгоритмов построения трехмерных моделей по снимкам 3D наклонной компьютерной томографии

Минасян В.Б.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

cooler-n2o-nos@ya.ru

Основной проблемой при обнаружении дефектов являются скрытые дефекты в паяных соединениях (микротрещины, пузырьки воздуха, ненадежный контакт скрытых выводов

компонентов BGA и т.п.), которые проявляются в процессе эксплуатации электронных узлов. Заранее их можно обнаружить на оборудовании, использующем рентгеновские лучи.

При этом возникают три проблемы:

1. Получаемые при этом изображения обладают малой контрастностью
2. Изображения имеют неидеальности идентификации компонентов
3. Обнаружение дефектов не выполняется автоматически

Использование метода 3D наклонной компьютерной томографии, позволяет получить высококачественные снимки, по которым можно составить подробную трехмерную модель платы, и искать дефекты уже на ней.

Недостатком данного метода является сложность составления данной трехмерной модели по наклонным снимкам.

При автоматизации проектирования, в особенности при использовании бионических алгоритмов необходимо подавать автоматической системе обработки и трассировки информацию в виде, котором она без затруднений может их распознать. По этой причине предлагается использование алгоритмов свертки и обратного проектирования. Это позволяет сократить, как и время обработки изображения, так и уменьшить размер образца и увеличить скорость и качество его обработки автоматическими алгоритмами.

Также имеется возможность ультразвукового исследования печатных плат. Тем не менее, согласно формуле Радона, задача восстановления функции на плоскости по её интегралам вдоль всевозможных кривых определённого вида до сих пор является неразрешенной, что приводит к необходимости использовать её вариант для прямолинейного случая, что приводит к ухудшению точности. Таким образом, в итоге, получаем, что при исследовании платы на дефекты или получении изображения для автоматизированной или автоматической обработке информации или в целях улучшения компоновки необходимо тщательным образом подходить к вопросу выбора численных и математических методов обработки изображения.

Анализ методов и средств лазерной балансировки роторов приборов

Михальков Д.В.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Баранов П.Н.

МАИ, Москва

mihalkov-d@yandex.ru

На сегодняшний день применение высокоточных методов для коррекции неуравновешенных масс играет не маловажную роль в авиации и ракетостроении. Возникает необходимость создавать установки, которые смогли бы обеспечить высокоточную балансировку прецизионных вращающихся изделий для повышения их точностных характеристик и измеряемых параметров.

Цель настоящего доклада – анализ методов и средств и выбор схемы построения ЛБС (лазерного балансировочного станка), позволяющих производить лазерную балансировку прецизионных роторов приборов с обеспечением заданной точности по 0 – 2 классам.

Проанализировав патентную базу в этой области, на первое место выходят лазерные способы коррекции неуравновешенных масс вращающихся и колеблющихся деталей и узлов прецизионных приборов. Они применяются для динамического уравнивания не идеальностей и основаны на принципе испарения материала ротора излучением лазера. Несмотря на разнообразие конструкций балансируемых вращающихся приборов и методов лазерной коррекции, конструкция ЛБС строится по общим принципам и параметрам.

Как правило, при создании лазерных корректирующих систем не зависимо от метода балансировки применяют твердотельные и газовые лазеры. Излучаемая энергия, воздействующая на не идеальность, позволяет осуществлять автоматическое уравнивание роторов, выполненных из различных материалов и сплавов.

Наибольшую известность получили методы уравнивания неподвижным и вращающимся световым лучом. Эти методы являются результатом первых наработок в этой области. Наиболее перспективным является метод коррекции дисбалансов качением импульсов высокочастотных лазеров.

В докладе приведены классификация существующих методов и средств лазерной балансировки прецизионных роторов приборов различных типов, рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований схем лазерной коррекции неуравновешенных масс, а также рассмотрены разработанная структура ЛБС и устройства ее реализации.

Конструирование микрополосковой проводящей линии

Мусин И.Э.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Заико А.И.

УГАТУ, Уфа

ilshatoff.musin@yandex.ru

В настоящее время производство электроприборов поставлено на поток и получить устройство с требуемыми характеристиками не составляет труда. Однако, для этого требуются значительные денежные затраты. Выходом из этой ситуации может быть самостоятельная сборка и конструирование необходимых приборов и компонентов.

В данной работе описана технология сборки приборов по передаче электрической энергии.

Конкретно рассматривается технология сборки и оценки работоспособности одного из частных случаев направляющей системы – микрополосковой проводящей линии. МПЛ является волноводом открытого типа, предназначенным для направленной передачи энергии электромагнитных волн. На данный момент основными производителями подобных устройств являются иностранные компании (такие, как немецкие Shwarzbeck и Hans Brockstedt GmbH). Для отечественной науки зависимость от иностранных производителей крайне нежелательна, к тому же заказанные устройства проходят сложную процедуру проверки на таможне и их доставка может затянуться на долгое время. К тому же, не стоит забывать и о высокой стоимости подобных заказов.

Таким образом, самостоятельное конструирование проводящей линии несет в себе множество плюсов.

Так же, как и коаксиальная линия, МПЛ содержит в себе два направляющих элемента – полосок и экран. МПЛ представляет собой диэлектрическую подложку, на которую и нанесены с одной стороны тонкий металлический проводник прямоугольного сечения (который и зовется полоском), а с другой стороны – сплошное проводящее покрытие, которое и является экраном.

В отличие от того же волновода, в МПЛ существуют потери энергии на излучение, гораздо большие, чем потери энергии на волноводе. Однако размеры МПЛ могут быть гораздо меньше длины волны ЭМП, что позволяет использовать данное устройство в интегральных схемах СВЧ. Второе важное преимущество МПЛ – это вариативность ее использования не только в качестве проводящей линии, но и как фильтр различных частот, антенна или аттенюатора.

В данной работе предлагается вариант конструирования подобной проводящей линии на основе стеклотекстолита. Наша задача – получить простой в исполнении, недорогой, а вместе с тем – прибор с максимально возможной эффективностью. Стоит отметить, что все элементы, сконструированные на печатных платах, позволяют повторить свое исполнение в более миниатюрном варианте и использовать их в интегральных микросхемах, и чем проще будет прибор в исполнении, тем легче и удобнее ее воспроизведение. К тому же, в лабораторных условиях такая работа не требует высокой квалификации персонала, а так же временных затрат. С помощью построения математической модели устройства в

специализированной компьютерной программе ANSYS HFSS 13, мы можем провести предварительную оценки работоспособности будущей МПЛ, просчитав необходимые нам характеристики. Проводящий элемент предлагается исполнить из меди как наиболее удобного и доступного из металлов с высокой проводимостью.

В результате, мы получили необходимое для работы устройство с наиболее подходящими характеристиками. Данная МПЛ обладает простой конструкцией, состоит из недорогих и доступных материалов и может быть воспроизведена даже в полевых условиях. С помощью представленной в работе технологии, путем изменения геометрической конструкции полоска, можно сконструировать не только проводящие линии, но так же и фильтры различных частот или антенны, что открывает дополнительные перспективы и вариативность в использовании самодельных устройств по передаче микроволновой энергии.

1. Григорьев, А.Д. Электродинамика и техника СВЧ / А.Д.Григорьев. - Москва "Высшая школа", 1990.- 335 с.

2. Фуско В., СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1990. - 288 с.

3. Колташев М.А. Основные принципы конструирования на печатных платах [Электронный ресурс] // М.А. Колташев - <http://easyit.ga> (дата обращения: 26.01.2018)

Оценка качества трассировки печатных плат

Никитин С.А., Исаев В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.

МАИ, Москва

nsa010995@gmail.com

В современных реалиях уменьшающегося времени проектирования и усложнения электронно-вычислительных устройств становится сложно оценить качество и завершенность проектируемой техники. Большинство специалистов при оценке качества печатных плат (ПП) опираются на количественные показатели, такие как длина трасс и количество переходных отверстий. Однако, это не всегда справедливо, т.к. влияющих на качество трассировки ПП факторов значительно больше. А при проектировании сложных многослойных печатных плат (МПП) становится особенно сложно дать объективную оценку, опираясь только на количественные показатели. Задачей нашего исследования является разработка программно реализуемого алгоритма, дающий оценку качества трассировки ПП, на основе которой можно принять объективное решение о необходимости доработки.

На данном этапе разработки алгоритма используются следующие факторы:

1. Суммарная длина дорожек, которая влияет на надежность ПП.

2. Количество переходных отверстий, напрямую влияющее на надёжность ПП, в связи со сложностью технологических процессов меднения отверстий и возникающими в процессе изготовления сложно анализируемыми дефектами.

3. Количество изломов дорожки, косвенно устанавливающих степень сложности трассировки и правильность расстановки компонентов на ПП.

4. Класс точности платы (минимальный зазор и ширина проводника), от которого напрямую зависит сложность изготовления ПП и ее надежность.

5. Количество слоёв МПП (если больше двух).

Эти факторы нормируются относительно плотности соединений на плате, которая рассчитывается из количества контактных площадок элементов и размеров печатной платы.

Для набора статистики и установления связей между выбранными факторами одна и та же принципиальная схема трассируется разными людьми. Далее, используя написанный скрипт в САД-среде Eagle, подсчитываются значения вышеописанных факторов. Полученные данные позволяют выявить корреляцию между факторами, определить эталонные значения коэффициентов оценки качества трассировки ПП. По их итогам даётся

оценка топологии различных ПП по бальной системе от 0 до 100. На данный момент ведется набор статистики по различным принципиальным схемам и вычисление пороговых значений для качественной оценки полученной трассировки.

Исследование теплоотдачи встроенных компонентов

Новиков Н.А., Сашина А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев Ф.В.

МАИ, Москва

afenalin@me.com

Миниатюризация печатных плат требует появления новых перспективных технологий для ее реализации. Одним из вариантов, позволяющих уменьшить размеры современных устройств, является технология встраивания дискретных компонентов в объем печатной платы, которая позволяет разместить элементы во внутренние слои.

Технология имеет большое количество плюсов по сравнению с поверхностным монтажом, таких как уменьшение длин связей, уменьшение габаритов устройств, большая защита от влаги и т.п. [1]. Одним из преимуществ является улучшение теплоотвода, однако это не абсолютно очевидно. Улучшение или ухудшение теплоотвода в значительной степени зависит от степени конвективного теплообмена. Логично предположить, что встроенный компонент будет обладать лучшей отдачей тепла при меньшей конвекции, при хорошей конвекции элементы поверхностного монтажа будут охлаждаться эффективнее.

Моделирование тепловых процессов в печатных узлах оставляет значительное количество вопросов, поэтому для лучшей оценки разницы в теплопередаче встроенных и поверхностно-монтируемых компонентов необходимы натурные эксперименты. В эксперименте участвуют несколько печатных плат с встроенными резисторами типоразмера 0603 с различными вариантами запрессовки, с различными соотношениями размеров полости под компонент, наличием и отсутствием компаунда, заполняющего полость [2]. Также внутри печатной платы формируется датчик температуры, представляющий из себя проводник заданной конфигурации. Такой датчик, работающий за счет измерения сопротивления меди, меняющегося при изменении температуры, обладает низкой инерционностью, максимально прилегает к измеряемым точкам, практически не влияет на изменение тепловых потоков за счет своей малой теплоемкости, к тому же максимально дешев и конструктивно удобен. Для сравнения изготавливаются печатные платы с поверхностным и смешанным монтажом.

Эксперимент проводится в климатической камере и заключается в подаче высокого тока на резисторы для их нагрева до заданной температуры и контроле температуры внутри и на поверхности платы. Температура в камере циклически изменяется в диапазоне от -55 °C до 125 °C и проводятся испытания на отказ.

Результаты экспериментов позволяют получить данные для сравнительной оценки теплопередачи встроенных и поверхностно-монтируемых компонентов, моделирования в программе ANSYS.

1. Васильев Ф.В. Конструкции электронных модулей с встроенными компонентами. Преимущества и недостатки. // Труды XXIV международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации», Алушта, 2015.

2. Горелов А. О., Новиков Н. А., Сашина А. А. Встраивание электронных компонентов в печатные платы в лабораторных условиях. // Сборник тезисов докладов «Гагаринские чтения - 2017». Москва, 2017.

Разработка установки для производства элементов электронных приборов с использованием коллоидных растворов металлов

Парджандзе И.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Васильев А.М.

МАИ, Москва

pardilai@mail.ru

При производстве элементов электронных приборов, таких как конденсаторы, основной задачей является увеличение их электроемкости. При этом размеры конденсаторов должны быть как можно меньше. В настоящее время в конденсаторах активно используются в качестве электродов углеродный тканевый материал - бусофит. Однако у этого материала есть существенный недостаток – относительно большое сопротивление, что отрицательно влияет на некоторые параметры конденсаторов. Данную проблему можно решить путем металлизации поверхности бусофитовой ткани. Использование вакуумного осаждения различных металлов позволяет металлизировать материал лишь поверхностно, при этом большая часть его поверхности останется без покрытия. Это происходит потому, что материал состоит из множества тончайших нитей, сплетенных между собой. Одним из способов снижения сопротивления углеродного тканевого материала является пропитка его с помощью коллоидных растворов различных металлов, таких как серебро, титан и никель.

Для получения коллоидных растворов различных металлов была разработана установка, которая состоит из реактора, высоковольтного блока питания, бака с дистиллированной водой, насоса подачи воды в реактор, бака хранения произведённого раствора, системы контроля концентрации и межэлектродного промежутка, системы управления. Дистиллированная вода подаётся в реактор с помощью насоса. Под воздействием высок-го напряжения между электродами, помещёнными в воду, возникает электрический разряд. Один из электродов вращается с постоянной скоростью около 10 об/мин. Система управления поддерживает между электродами постоянный зазор в диапазоне 100-110 мкм.

Наиболее ответственной частью установки является система, которая обеспечивает установку расстояния между электродами в начале технологического процесса с точностью ± 5 мкм. Для этого перед началом процесса производилось сближение электродов до их касания, что фиксировалось электронной схемой системы управления установкой. Затем производилось разведение электродов со скоростью 5-7 мкм/с. Процесс разведения электродов на требуемое расстояние задавался, путем установки требуемого времени работы системы осевого перемещения. Для поддержания требуемого расстояния между электродами в результате их выработки, в процессе работы установки через определенный интервал времени включался механизм системы осевого перемещения электродов на 1-3 секунды. Для данной установки была разработана электрическая схема, обеспечивающая автоматическое управление установкой.

Были проведены исследования технологического процесса получения коллоидных растворов различных металлов (серебра и титана). С помощью спектрального анализа были определены оптимальные технологические параметры (напряжение, чистота импульсов, расстояние между электродами и других) для получения качественных коллоидных растворов исследуемых металлов.

Данная установка производит коллоидный раствор металла, необходимый для пропитки бусофитовых тканей, которые используются в конденсаторах. Использование коллоидных растворов в данном случае имеет большое значение так, как только такой способ позволяет частицам металла проникнуть внутрь самого материала для обеспечения наилучших его характеристик.

Разработка структуры управляемого от микро ЭВМ станка 0-го класса точности для динамической балансировки роторов гироскопических приборов

Родионов Г.С.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Баранов П.Н.

МАИ, Москва

grisha-rodionov@mail.ru

В настоящее время в России и за рубежом производится и разрабатывается широкий спектр прецизионных приборов различных типов гироскопов с вращающимися и колеблющимися чувствительными элементами, отличающихся высокой точностью, малым временем готовности, простотой конструкции небольшой массой и габаритами, а также относительно невысокой стоимостью, для такой высокоточной балансировки нужны микро ЭВМ (Электронно-вычислительная машина) которые смогли бы обеспечить высокоточную балансировку прецизионных вращающихся изделий для повышения их точностных характеристик и измеряемых параметров.

Цель настоящего доклада – анализ методов и средств и выбор схемы построения УБС (универсальный балансировочный станок).

С этой целью на базе патентных и литературных исследований проведен анализ методов и средств построения универсальных станков, определены основные требования к разрабатываемому УБС станка, позволяющих производить лазерную балансировку прецизионных роторов приборов с обеспечением заданной точности по 0 классу точности.

Разработка УБС основывалась на практических и теоретических исследованиях датчиков дисбаланса и опорных сигналов, схем построения чувствительных подвесов, методов и средств взаимодействия элементов станка с микро ЭВМ, алгоритмов выявления и преобразования информации о дисбалансах и управления станком а также внешнего вида экранного изображения на дисплее станка.

На базе проведенного анализа были решены следующие задачи.

В докладе рассмотрены результаты создания классификации методов и средств универсальной балансировки прецизионных роторов приборов различных типов, результаты разработки структурной схемы управляемого от микро ЭВМ станка 0-го класса точности для динамической балансировки роторов гироскопических приборов, промоделированы, рассчитаны и исследованы конструкции датчиков дисбаланса и опорного сигнала, чувствительный подвес и его элементы, электронные узлы УБС, такие как схемы разделения плоскостей коррекции, выделение первой гармоники дисбаланса, схемы согласования с интерфейсом микро ЭВМ, алгоритмы управления и отображения информации.

Указанные разработки позволяют создать и исследовать УБС управляемого от микро ЭВМ станка 0-го класса точности для динамической балансировки роторов гироскопических приборов.

Разработка устройства записи информации с функцией контроля исправности для самолетной радиостанции

Савкин А.В.

Научный руководитель — Пронькин А.Н.

МАИ, Москва

savkinleoha@yandex.ru

В процессе эксплуатации воздушных судов возникает необходимость в предполётной подготовке бортовой радиоэлектронной аппаратуры (БРЭО). Методика предполётной подготовки БРЭО состоит из нескольких этапов: подготовка специальных данных на персональном компьютере (ПК); перенос и загрузка подготовленных данных на

радиостанцию; контроль работоспособности радиостанции и антенно-фидерного устройства радиостанции.

На самолетах РСК "МиГ" в основном устанавливаются радиостанции Р-833Б и Р-999. При реализации предполётной подготовки необходимо снимать радиостанцию с борта летательного аппарата (ЛА) и в специальном помещении осуществлять загрузку специальных данных с ПК на радиостанцию. Проверка работоспособности радиостанции осуществляется с пульта управления, установленного в кабине ЛА.

Для уменьшения затрачиваемого времени на предполётную подготовку БРЭО, а также для повышения удобства обслуживания было предложено создать малогабаритное устройство записи информации (УЗИ) с функцией контроля исправности. Использование такого устройства позволит осуществлять перенос и загрузку специальных данных без необходимости вынимания радиостанции с борта ЛА, встроенный алгоритм контроля радиостанции даст возможность осуществить контроль исправности радиостанции, исключая лишние манипуляции в кабине ЛА инженерным составом.

При разработке УЗИ был проведён анализ современной и доступной элементной базы, проведено исследование принципа работы устройства, исследованы современные структурные компоненты, на основе которых можно провести разработку устройства, разработаны принципиальная электрическая схема и печатная плата устройства.

Функциональная схема устройства включает в себя центральное процессорное устройство, устройство интерфейса для подключения к ПК, устройство интерфейса для подключения к радиостанции, интерфейс для работы с оператором, формирователь питающих напряжений.

По результатам работы был осуществлён подбор микроэлектронных компонент и произведен монтаж печатной платы опытного образца устройства, разработан корпус устройства, разработано программное обеспечение и проведено тестирование опытного образца УЗИ. Результаты тестирования позволили сделать вывод о корректной работе УЗИ.

Развитие рынка NFC

Сапунов М.Д., Подгорный А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

maxxsmile@yandex.ru

Потенциал современной технологии NFC сильно недооценен. На сегодняшний день этой технологии всерьёз нашли применение только в сфере общественного транспорта и в платежных системах. Изучив перспективы развития рынка NFC стало понятно, бесконтактную связь нового поколения обделили вниманием и даже применяют её также, как и технологию старого поколения "RFID". А именно:

1. Применяется в основном в общественном транспорте.
2. Развивается для платежных систем.
3. Чрезмерное внимание уделяется улучшению повседневных сфер (транспорт, оплата услуг и товаров, индустрия развлечений).
4. При этом, NFC не развивают для образования и медицины.
5. И технологию вообще не рассматривают для личной жизни человека.

Некоторые проблемы могут быть решены благодаря универсальным браслетам, работающим на технологии NFC с двухсторонней связью.

В медицине.

Благодаря браслетам NFC можно получать персональный рецепт для больного и с его помощью приобретать лекарственные средства в аптеках; становится возможным хранить персональную информацию (группу крови, индивидуальную непереносимость препаратов, сведения о заболеваниях и хронических болезнях) и, в случае экстренной ситуации, работники медицинской службы способны ей воспользоваться для оказания неотложной и срочной помощи.

В образовании.

С недавних пор, у родителей появилась возможность отслеживать своих детей. Эта функция тоже может быть реализована в браслетах. При помощи их, ученики школ могут получать домашнее задание, проходить на территорию школы и покидать её.

В личной жизни человека.

Также, благодаря браслетам люди могут знакомиться друг с другом. Закладываемая в браслет (условно молодым человеком) личная информация о себе, затем, непринужденным, легким касанием о другой браслет (условно девушки), передается ей, и наоборот - осуществляется обмен информацией, которая поможет дальнейшему знакомству.

Разнообразие применения подчеркивает универсальность браслетов. Исходя из этого, они могут поспособствовать развитию NFC во многих сферах.

Интерференционно-контактный способ оценки геометрии кварцевой тонкостенной полусферической оболочки

Селезнев А.М.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Шанин В.И.

МАИ, Москва

verlor55@yandex.ru

Анализ методов и средств контроля прецизионных оптических деталей показал, что оптимальными с точки зрения точности измерения и выявления местоположения дефектов изделий со сложной формой поверхности являются средства на базе методов голографической интерферометрии, получения контуров разностного рельефа. Однако, их реализация связана с обязательным наличием либо эталона изделия, либо его голограммы, синтезированной с помощью ЭВМ. К сожалению, на данном этапе развития технологии не представляется возможным создание резонатора-эталоны и тем, ни другим способом.

Поэтому был разработан интерференционно-контактный способ и на его базе средства оценки геометрии полусферического резонатора, выполненного из кварца. Основу разработанного способа составляет топографический метод представления информации об объемных телах. Суть его заключается в том, что рельеф трехмерного объекта представляется в виде плоского изображения – топограммы объекта. Линии на топограмме, являющиеся линиями равного уровня, - это следы пересечения объекта равностоящими друг от друга плоскостями. Поскольку рассматривается полусферическая оболочка, то топограмма любой неискаженной ее зоны будет представлять набор концентрических колец – интерференционных полос. Отметим, что топограмма полученная с помощью лазерной интерферометрии на просвет, дает возможность получать сведения об относительном изменении толщины оболочки с точностью в $1/2$ длины волны лазерного излучения. Практическое же использование таких оболочек требует знания абсолютных величин параметров. Оказалось, что для перехода к абсолютным измерениям по топограмме достаточно определить толщину оболочки в точке, соответствующей центру топограммы. Далее по полученным данным можно определить толщину оболочки в любой точке анализируемой зоны, зарегистрированной на топограмме. Выполняется это путем вычислений в соответствии с выведенной зависимостью.

Для интегральной полусферической оболочки с некоторой толщиной стенки интерферограмма при освещении на проход лазерным пучком света с плоским фронтом волны будет представлять набор концентрических колец, которые получаются путем сечения оболочки параллельными плоскостями. При этом каждое кольцо соответствует увеличению толщины стенки оболочки в направлении освещения на величину длины волны лазерного излучения.

Объединение топографического метода с контактными средствами измерения позволяет существенно сократить число физических контактов с поверхностью резонатора и тем

самым уменьшить вероятность нарушения его поверхности и повысить объективность операции контроля.

Авиационное трансформаторно-выпрямительное устройство

Солонин Е.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.

МАИ, Москва

Soloninea@gmail.com

При проектировании летательных аппаратов одним из важнейших вопросов является разработка системы электроснабжения, так как качество электроэнергии на борту в соответствии с ГОСТ Р 54073-2010 должно отвечать повышенным требованиям.

Целью данной работы является разработка трансформаторно-выпрямительного устройства (ТВУ) мощностью 5,5 кВт с питанием от сети 115/200 В стабильной частоты 400 Гц для питания вторичных источников электроэнергии постоянного тока напряжением 27 В.

Конечной целью работы является спроектированное ТВУ с коэффициентом пульсации менее 1,75 %. В данной работе был проведен анализ существующих выпрямительных устройств. В применяемых авиационных выпрямительных устройствах типа ВУ-6 используется трёхфазная двухполупериодная схема Ларионова обеспечивающая коэффициент пульсаций 7 %, что не удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 54073-2010. На первом этапе разработки был спроектирован понижающий трёхфазный трансформатор. Во втором этапе произведен расчет двенадцатипульсного выпрямителя, который осуществляет преобразование переменного тока в постоянный с уменьшенной амплитудой пульсаций. Для дополнительного сглаживания пульсаций в выходной цепи ТВУ устанавливается сглаживающий фильтр. В состав ТВУ также входит система охлаждения от встроенного вентилятора, питающегося по выходу. Реализована встроенная защита от перегрева и короткого замыкания на выходе. В работе представлен расчет номиналов компонентов ТВУ, также реализована электрическая схема. Создана математическая модель описывающая работу ТВУ, получена серия выходных характеристик при частоте входного напряжения в диапазоне от 380 до 420 Гц.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 54073-2010 Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. М.: Стандартинформ, 2011, 35с.
2. ГОСТ 7.32-2001 Структура и правила оформления. М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2001, 22с.
3. Пospelов Л.И. Конструкции Авиационных электрических машин. М. Энергоиздат, 1982, 320с.
4. Найвельт Г.С. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. М.: Радио и Связь. 1986, 570с.
5. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. М.: Солон-Пресс. 2008, 442с.
6. Бальян Р.Х. Трансформаторы малой мощности. Л.: Судпромгиз. 1961, 360с.
7. Чебовский О.Г. Силовые полупроводниковые приборы. М.: Энергоатомиздат. 1985, 401с.
8. Грузков С.А. Системы электроснабжения летательных аппаратов. М.: Изд-во МЭИ, 2005, 568с.
9. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2009, 592с.
10. www.electromechanics.ru
11. www.mikroprovod.ru

Формирователь диагностических тестов на ПЛИС

Солуянов С.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Лариса В.К.

МАИ, Москва

turrican@inbox.ru

Современные цифровые устройства многократно превосходят устройства прошлого столетия как по скоростям работы, так и по объемам обрабатываемой информации. Однако такое превосходство влечёт за собой усложнение конструкции и, как следствие, проверять функционирование цепей такого устройства без дополнительного оборудования становится затруднительно. Если раньше для проверки устройства было достаточно генератора импульсов для имитации входных данных и осциллографа для проверки результатов работы устройства, то теперь, в большинстве случаев, необходимо сформировать нужную последовательность сигналов на входе проверяемого прибора и, возможно, не по одному каналу, а по нескольким. Подобные проблемы связаны и с проверкой выходов устройства. Результаты работы могут выдаваться по нескольким каналам, так же в некоторых случаях выходные данные необходимо рассматривать вместе с входными, что сделать с помощью осциллографа при наличии временной задержкой между входным и выходным потоками крайне затруднительно, а в ряде случаев невыполнимо.

При проведении проверок у проверяющего должна быть возможность задавать входные последовательности данных и проверять состояние выходов. Для этих целей можно использовать персональные компьютеры с необходимым программным обеспечением. В связи с этим проверяющее устройство должно иметь возможность получения и передачи данных компьютеру. Поэтому для формирования диагностических тестов, проведения и их контроля по средствам персонального компьютера удобно применять устройства со встроенным преобразователем физических уровней компьютерных интерфейсов до уровней пригодных для работы TTL или КОМОП логики, а также с возможностью многократного перепрограммирования микроконтроллера или ПЛИС. Такими свойствами обладает плата разработки и отладки HW-S3PCIE-DK фирмы Xilinx (США). Имея в своей конструкции преобразователи интерфейсов RS232 и PCI Express, а также ПЛИС FG676 серии Spartan-3 фирмы Xilinx возможностей платы вполне достаточно для выполнения поставленных задач. Однако производство данного устройства на сегодняшний день приостановлено, что приводит к необходимости поиска или разработки аналогичного.

В данной работе рассматривается конструкция разработанного аналога с более широким функционалом, поскольку данное устройство может быть использовано не только как формирователь тестов, но и для других целей.

В конструкции формирователя применяются:

- ПЛИС XC5VLX110T серии VIRTEX-5, имеющая большее количество логических элементов и выводов;
- 6 микросхем SN65LVDM1677 фирмы Texas для работы со скоростным интерфейсом передачи данных;
- микросхема MAX3221 для работы с последовательным интерфейсом RS-232;
- разъём для работы через PCI Express;
- разъём для работы мезонинных устройств, а также разъёмы, применяемые на предприятии, что исключает необходимость использовать дополнительные переходные устройства.

Также формирователь имеет возможность получать питание как из разъёма интерфейса PCI Express, так и от компьютерного источника питания типа ATX, что позволяет в совокупности со встроенной ПЗУ и индикаторными светодиодами применять устройство для решения задач не требующих использование персонального компьютера без его применения.

Оценка радиоэлектронной защиты прибора управления электронасосным агрегатом

Степанова Е.С., Белый А.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Чайка Ю.В.

МАИ, Москва

kat.astrea@gmail.com

Оценка радиоэлектронной защиты приборов проводится для того, чтобы исключить или ослабить действие радиоэлектронных помех на радиоэлектронные средства.

Целью радиоэлектронной защиты прибора управления электронасосным агрегатом (далее по тексту – ПУ ЭНА) является обеспечение поддержания характеристик изделия в требуемых пределах, во время и после воздействия радиопомех заданного частотного диапазона, а также обеспечение минимизации собственных излучений прибора.

Для достижения цели должны быть проанализированы факторы, обеспечивающие помехоустойчивость и определяющие помехоэмиссию ПУ ЭНА.

Анализ радиопомех основан на представлении ПУ ЭНА в виде технического средства с портами для подключения кабелей электропитания, передачи сигналов, управления и заземления.

Для полной оценки радиоэлектронной защиты должны быть определены:

1. Внешние источники излучения радиопомех и степень их влияния на ПУ ЭНА.
2. Место установки ПУ ЭНА, требования заземления, расположение функционально взаимодействующих устройств и систем.
3. Требуемые критерии качества функционирования ПУ ЭНА в период и после прекращения воздействия помех.
4. Методы проведения испытаний на устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю.

Для анализа помехоустойчивости изделия применяются различные конструктивные и схемотехнические способы защиты.

ПУ ЭНА является прибором, в котором силовые ключи в режиме широтно-импульсной модуляции могут генерировать широкополосные высокочастотные помехи, возникающие при переключении нагрузки.

ПУ ЭНА содержит модуль управления с микроконтроллером, который может являться источником широкополосных помех, вызванных внутренними процессами и работой тактовых генераторов. Разводка печатной платы модуля управления производится таким образом, чтобы реализовать заземление в виде отдельного экранирующего слоя печатной платы.

Конструкция приборов, наличие входных и выходных фильтров в местах вероятной помехоэмиссии и дополнительно установленные металлические экраны обеспечивают надежное подавление излучаемых и кондуктивных помех.

Соответствие ПУ ЭНА требованиям радиоэлектронной защиты может быть подтверждено испытаниями систем управления на устойчивость к воздействию внешнего электромагнитного поля.

The evaluation of the electronic of devices is performed to exclude or weaken the effect of radio electronic interference on radio electronic devices.

The purpose of electronic protection of the control device of the electric pumping aggregate (hereinafter the CD EPA) is to ensure the maintenance of product characteristics within the required limits, during and after exposure to radio interference of a given frequency band, and to minimize the device's emissions.

To achieve the goal, the factors providing noise immunity and determining the emission of CD EPA are to be analyzed.

The analysis of radio interference is based on the representation of the CD EPA in the form of a technical device with ports for signaling, control, grounding and connecting power cables.

For a complete assessment of electronic protection should be determined:

1. External sources of radio interference and the degree of their influence on the CD EPA.
2. Placement of the CD EPA, grounding requirements, location of functionally interacting devices and systems.

3. Required criteria of quality for the functioning of the CD EPA during and after the termination of interference effects.

4. Methods of conducting tests for protect from the radio-frequency electromagnetic field.

To analyze the noise immunity of the product, are used various structural and circuit protection methods.

CD EPA is an device in which power keys in the pulse-width modulation mode can generate broadband high-frequency noise that occurs when the load is switched.

CD EPA contains a control module with a microcontroller, which can be a source of broadband interference caused by internal processes and the operation of clock generators. The PCB layout of the control module is made in such a way as to realize grounding in the form of a separate shielding layer.

The design of the devices, the presence of input and output filters in the places of probable interference emission and additionally installed metal screens provide reliable suppression of radiated and conducted interference.

The conformity of the CD EPA to the requirements of electronic protection can be confirmed by testing control systems for resistance to external electromagnetic field

1. Цветнов В.В., Демин В.П., Куприянов А.И. Радиоэлектронная борьба: радиомаскировка и помехозащита. Учебное пособие. М.: МАИ. 1999г. 240 с.:ил.

2. Черепанов В. П., Посысаев Е. И. Защита радиоэлектронной аппаратуры от электрических перегрузок. – М.: ИП РадиоСофт, 2010. – 216 с.: ил.

3. ГОСТ Р 50829-95 Безопасность радиостанций, радиоэлектронной аппаратуры с использованием приемопередающей аппаратуры и их составных частей. Общие требования и методы испытаний. – Введ. 1997-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 40с

Технология контроля микроотверстий дифракционным методом

Тартачная Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гребенюк Е.И.

МАИ, Москва

Tartachnaya.Daria@yandex.ru

В связи с микроминиатюризацией приборных устройств и их элементов, применением для их изготовления технологий, обеспечивающих получение прецизионных поверхностей [1], проблема производственного автоматизированного контроля с использованием неразрушающих методов становится актуальной. В частности, для контроля качества изготовления микроотверстий в диапазоне от единиц до сотен микрометров в производственных условиях используются различные методы микроскопии, не обеспечивающие требуемой точности, достоверности и производительности. Особые проблемы имеют место при контроле качества изготовления микроотверстий с аспектным отношением длины к диаметру свыше 1. Применение известных оптических методов, в частности, дифракционного и технологий на их основе ограничивается как аспектным отношением микроотверстий, так и в некоторых случаях, серийных характером производства изделий, несущих микроотверстия, например, печатных плат, отдельных элементов МЭМС.

В докладе приведены результаты исследования возможностей дифракционного метода при контроле микроотверстий, на основании которых разработана технология их дифракционного контроля с использованием предложенной автоматизированной системы контроля.

Технология предусматривает анализ дифракционных структур, получаемых при освещении лазером одного отверстия последовательно с двух сторон за счет оригинального поворотного механизма оптической системы и компьютерной обработки дифракционных

изображений с использованием оригинальных алгоритмов [2]. Характерной особенностью технологии автоматизированного контроля является автоматизированная маркировка некачественных отверстий и идентификация имеющихся дефектов, что позволяет не только производить разбраковку, но и использовать полученную информацию для принятия решений по управлению качеством технологического процесса получения микроотверстий.

Литература.

1. Амиров И.И., Морозов О.В., Постников А.В., Кальнов В.А., Орликовский А.А., Валиев К.А. // Плазменные процессы глубокого травления кремния в технологии микросистемной техники. // Труды // ФТИАН – М.Наука, 2009 – Т.20: Квантовые компьютеры, микро-наноэлектроника — с.159-174.

2. Жуков А.А. Дифракционный метод контроля сквозных микроотверстий в изделиях прецизионного приборостроения/ Гребенюк Е.И., Сагитов Г.М. // Приборы. - 2017. - №5 – с.29-36.

Основные этапы производства тепловых труб

Филин Д.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.

МАИ, Москва

dfilin94@gmail.com

В настоящий момент вследствие постоянного увеличения мощности бортового оборудования летательных аппаратов (ЛА) актуальной остается проблема обеспечения оптимального теплового режима их функционирования. Решение поставленной задачи возможно за счёт увеличения эффективности систем теплоотвода, что в свою очередь достигается использованием тепловых труб (ТТ) для переноса тепла.

Тепловая труба представляет собой закрытый сосуд, поверхность которого выложена капиллярно-пористым фитилем, насыщенным жидкой фазой теплоносителя. Оставшийся объём занимает паровая фаза. Поступление тепла к участку трубы вызывает в фитиле испарение теплоносителя. Возникающая разность давлений обуславливает движение пара от испарителя к конденсатору, где он переходит в жидкую фазу, отдавая энергию. При продолжительном испарении количество жидкости уменьшается, вследствие чего граница раздела фаз сдвигается внутрь поверхности фитиля, и возникает капиллярное давление. Оно заставляет сконденсировавшуюся жидкость двигаться обратно в испаритель. Таким образом, благодаря передачи энергии посредством фазового перехода эффективная теплопроводность ТТ превышает теплопроводность алюминия в 10-100 раз.

В настоящей работе разработан проект производства тепловых труб, и подробно рассмотрены его основные этапы: изготовление корпуса трубы, пористой структуры фитиля, выбор типа теплоносителя и его количества, вакуумирование корпуса ТТ. Данный проект нацелен на производство ТТ с высокими показателями теплоотвода для оборудования ЛА. Для производства ТТ с необходимыми характеристиками предлагается использование технологии по напылению полидисперсной пористой медной структуры фитиля, а также использование в качестве теплоносителя жидкостей с нано частицами металлов, например серебра.

Список литературы:

1. ЧиС. Тепловыетрубы. Теорияипрактика. М. Машиностроение, 1981. С. 165-170.
2. Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. М. Энергия, 1979. С. 78-83.
3. Деревянко В.А., Нестеров Д. А., Косенко В. Е., Звонарь В. Д., Чеботарев В. Е., Фаткулин Р. Ф., Сунцов С. Б. Плоские тепловые трубы для отвода тепла от электронной аппаратуры в космических аппаратах, 2013. №. 6 (52). С. 111-113.
4. Zhao, T. S., and Liao, Q. On Capillary-Driven Flow and Phase-Change Heat Transfer in a Porous Structure Heated by a Finned Surface: Measurements and Modeling. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2000. Vol. 43. No. 7. P. 1141–1155.

Технология интернет вещей в технологии производства

Шапошникова М.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Скородумов С.В.

МАИ, Москва

gattto58000@gmail.com

В современности остро встает вопрос автоматизации производства в связи с все возрастающими потребностями потребителей. В первую очередь производство должно быть гибким, то есть иметь возможность производить параллельно несколько операций и быстро перестраиваться под новые задачи, это возможно, в том числе, конечно же благодаря тому, что техника не стоит на месте. Однако насколько бы мы не развивали мощности техники – простой человек, который ею управляет, не может физически делать все, что требуется в тех объемах, которые необходимы.

Автоматизация производства при помощи технологии интернет вещей позволяет увеличить объемы производства за счет использования вычислительной мощности оборудования, которое способно самостоятельно анализировать результаты собственной работы. Для обслуживания такого предприятия будет достаточно использовать несколько инженеров, входящих в техническую группу поддержки.

В моей работе рассмотрена технология интернет вещей потому что только она способна в полной мере охватить все производство, включая отдел логистики, складские помещения и производственные отделы предприятия и, даже, связать воедино предприятия, связанные единой линией производства (например, обрабатывающие и подготавливающие сырье и заготовки) и предприятия, которые производят конечный продукт из этого сырья и заготовок).

Произведен анализ существующих решений, которые можно найти сейчас для предприятий и рассмотрены перспективы развития технологии в будущем, поскольку, на данном этапе развития технологий, не все средства доступны для использования в повседневной жизни. Так же рассмотрены проблемы связанные с обязательными требованиями к производству для использования технологии, а так же риски ее использования и возможные пути решения.

Исследование составляющих дисперсии Аллана и оценка их влияния на точностные характеристики лазерных гироскопических датчиков

Шарапов И.А., Козлова Е.С.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Акилин В.И.

МАИ, Москва

gugor@list.ru

Лазерные гироскопические датчики (ЛГД) в настоящее время широко применяются в качестве датчиков угловых скоростей в системах ориентации и навигации подвижных объектов средней и высокой точности. В ПАО «Московский институт электромеханики и автоматики» («МИЭА») разработан и поставлен на серийное производство ряд бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) авиационного назначения на базе ЛГД: БИНС-СП-1, БИНС-СП-2, БИМС-Т. Также ведётся разработка малогабаритной БИНС для перспективных объектов гражданской авиации.

В рамках технологического процесса изготовления лазерного гироскопического датчика важной задачей является достоверная оценка его точностных характеристик, в частности случайной составляющей дрейфа. Для этого в ведущих иностранных фирмах (Honeywell, Kearfott, Northrop Grumman, Sagem и пр.) нашла своё применение дисперсия Аллана. Её преимущество в возможности глубокого анализа случайного дрейфа с выделением составляющих, связанных с теми или иными погрешностями ЛГД. Эти составляющие

включают: шум квантования Q , случайный дрейф угла N , дрейф нуля B , синусоидальный шум и пр.

Был проведён анализ рекламных брошюр и публикаций зарубежных и отечественных фирм-изготовителей гироскопических датчиков с формированием статистики, связывающей класс точности прибора и значения составляющих дисперсии Аллана. В рамках анализа брались не только ЛГД, но и датчики на других физических принципах: волоконно-оптические и микроэлектромеханические. Также были проведены испытания нескольких образцов ЛГД разработки «МИЭА» с вычислением дисперсии Аллана и выделением составляющих.

В докладе приведены результаты проведённой работы. Исследования позволили оценить уровни составляющих дисперсии Аллана для гироскопических датчиков разных классов точности. Это даёт возможность внедрить данную методику в технологический процесс проверки ЛГД, что позволит повысить достоверность и глубину оценки их точностных характеристик.

Цифровые системы управления в преобразователях электрической энергии в современных летательных аппаратах

Штин М.Н., Сотников И.А.

Научный руководитель — доцент, Шишов Д.М.

МАИ, Москва

na1508na@yandex.ru

На борту современного самолета находится огромное количество потребителей электроэнергии. Для некоторых из них качество электроэнергии большой роли не играет, но всегда присутствует РЭА (радио электронная аппаратура), а также электроприводы различных агрегатов, которые требуют узкий диапазон погрешности напряжения и частоты. Обеспечить эти требования – задача системы электроснабжения летательного аппарата.

Одним из основных узлов системы электроснабжения самолета являются генераторы. Генераторы электрической энергии механически связаны с маршевыми двигателями. Поскольку частота вращения двигателя изменяется в зависимости от режима полета (взлет, набор высоты, полет на эшелоне), то и скорость вращения генератора так же изменяется, что в свою очередь приводит к изменению частоты генерируемого напряжения. До 2000х годов для стабилизации скорости вращения генератора использовался так называемый привод постоянной частоты вращения (ППЧВ). Это звено, которое связывает маршевый двигатель и генератор, и позволяет держать на постоянном уровне скорость вращения генератора, вне зависимости от скорости вращения маршевого двигателя. Они бывают разных типов (механические, гидравлические, пневматические и т.д.) и представляют из себя весьма громоздкие и тяжелые механизмы, обладающие низким КПД.

С ростом возможностей полупроводниковой преобразовательной техники стал возможен другой путь обеспечения стабилизации параметров питающей сети: генератор связан напрямую с маршевым двигателем, а генерируемое напряжение имеет плавающую частоту. Затем напряжение выпрямляется и инвертируется с заданными параметрами по амплитуде и частоте. Такой подход позволяет исключить ППЧВ, что позволяет повысить КПД системы генерирования и улучшить массогабаритные показатели всего ЛА в целом.

В современной наземной силовой полупроводниковой технике повсеместно используются цифровые методы управления. В авиации микропроцессоры и микроконтроллеры начали использовать не так давно. Можно сказать, что отечественная промышленность делает только первые шаги в этой сфере. Это подчеркивает актуальность данной тематики. Любой практически опыт в этом случае – бесценен.

Существенным отличием цифрового управления от аналогового является возможность реализации самых различных алгоритмов управления силовыми полупроводниковыми ключами преобразователя. При этом можно добиться очень высоких показателей качества

электроэнергии. Также в случае цифровой реализации системы управления упрощается процесс встраивания модуля преобразователя в систему управления ЛА верхнего уровня. Кроме того, для изменения алгоритма работы устройства зачастую требуется только перезаписать память программ микроконтроллера, что сильно увеличивает гибкость такого подхода.

Несмотря на перечисленные преимущества цифровых систем управления, как и все технические системы, они обладают недостатками. Среди них можно выделить сложность написания и верификации программного обеспечения для применения на ЛА. Также остро стоит вопрос надежности и резервирования подобных систем. Тем не менее, мировой опыт применения цифровых систем управления на борту ЛА показывает, что указанные проблемы могут быть решены. Для создания отечественного конкурентноспособного

продукта необходимо по мере возможности использовать зарубежный опыт и искать собственные пути решения технических проблем в области цифрового управления силовыми полупроводниковыми преобразователями для ЛА.

Диагностический контроль соединений

Щелкун В.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Медведев А.М.

МАИ, Москва

vit575575@gmail.com

Скрытые дефекты соединений в многослойных печатных платах (МПП) являются огромной проблемой для всех производителей электроники в силу того, что они не могут быть обнаружены современными методами контроля. К самым опасным из них относятся: местные утонения печатных проводников, кольцевые трещины в металлизации отверстий, дефекты внутренних соединений (волосные трещины...). Основная опасность подобных дефектов заключается в том, что они оказывают накопительный пагубный эффект. Это означает, что до какого-то момента дефектная аппаратура будет работать в штатном режиме, но она обязательно выйдет из строя, причем непосредственно во время эксплуатации. Именно этот факт является особо критичным для техники ответственного назначения, применяемой в авиационной и ракетно-космической аппаратуре.

Решение проблемы видится в методе неразрушающего диагностического контроля, основанном на регистрации реакции контролируемых цепей на импульсную токовую нагрузку. Суть метода заключается в том, что при нагревании проводника импульсом тока (импульс должен быть достаточным для нагрева проводника на 50...55 °С) падение напряжения на проводнике, имеющем изъяны, растет быстрее по сравнению с нормальным проводником за счет более интенсивного повышения температуры в зоне дефекта. То есть, искомый показатель — скорость увеличения падения напряжения. [1] Контрольная точка измерений — время отсечки, то есть время, необходимое проводнику, чтобы увеличить свою температуру на 50 °С.

Для осуществления такого метода контроля полезно изготовить специализированное ПО, несущее в себе следующий функционал:

- Автоматизированный разбор файлов стандарта Gerber (автоматизированный, так как должна оставаться возможность ручного задания атрибутов вроде погрешностей, допусков и толщин печатных проводников)
- Подключение к специальному тестовому оборудованию, являющееся датчиком и одновременно устройством, физически осуществляющим контроль.
- Автоматический предварительный расчет основных входных данных контроля (длительность импульса, напряжение, сила тока)
- Сличение показателей, полученных в результате проведения контроля, с результатами предварительного расчета
- Отображение дефектных проводников на трассировочном рисунке

Библиографический список:

1. Медведев А. М., Васильев Ф. В., Сокольский М. Л. Источник тока для диагностического контроля электрических соединений в авионике // Практическая силовая электроника. 2013. № 3(51). С. 54

Стенд контроля характеристик пружин

Юнусов Н.А., Каримов А.Р., Петров А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кравченко Н.А.

КНИТУ-КАИ, Казань

arach236@yandex.ru

В авиации, медицине, автомобилях широко распространены стрелочные приборы. Одной из составных частей таких приборов является спиральная пружина – элемент, принцип работы которого основан на запасании энергии и дальнейшем ее использовании. Важной характеристикой любой спиральной пружины является момент, возникающий в ней при деформации. Момент, разумеется, может быть различным не только для разных пружин, но и для одной, что зависит от деформации. Для определения «количества» деформации используют угол, на который пружина отклонена от начального состояния. Соответственно для описания пружины используется зависимость момента от создаваемого пружиной от угла её закручивания.

При создании различных стрелочных приборов необходимы спиральные пружины с необходимыми характеристиками. Для определения упомянутой зависимости момента от угла поворота созданы различные приборы, основанные на различных эффектах. (Сравнение с эталоном, измерение магнитоэлектрической системой, и т.д.).

Существуют также методы автоматизированного определения характеристик спиральных пружин. Например, «Автоматизированный стенд для контроля выходных характеристик спиральных пружин», который работает следующим образом. Пружину, установленную на стенд, закручивает двигатель, вследствие чего световой поток перестает попадать на датчик света. Это вызывает увеличение противодействующего момента (растет ток во втягивающей катушке), что продолжается до тех пор, пока снова световой поток не попадет на датчик. Аналого-запоминающий блок фиксирует значение тока, по которому определяются характеристики пружины.

Однако метод обладает недостаточно высокой точностью, низкой чувствительностью, также довольно велики погрешности. Применение их неприемлемо, так как спиральные пружины, применяемые в высокоточном оборудовании, авиационной технике, имеют моменты, лежащие в диапазоне от 0 до 2000 мг·см, что не обеспечивается указанными приборами.

«Автоматизированный стенд контроля выходных характеристик спиральной пружины» можно модернизировать, что повысит его характеристики. Так, улучшения показателей достигается путем введения регулирующего устройства, коромысла, балансирующего груза, что позволит увеличить точность измерений, уменьшить погрешность.

Для достижения точного результата необходима предварительная балансировка. Она осуществляется путем уравнивания коромысла грузами до тех пор, пока луч, отраженный зеркалом на коромысле, не попадет на приемник. Непосредственно при измерении подключается к входному валу, соединенному с пружиной, через блок сцепления датчик измерения угла. Электродвигатель закручивает пружину. Оказанное воздействие влечет вывод коромысла из равновесия, и, соответственно, луч, отраженный от зеркала, не попадает на фотоприемник. Во втягивающей обмотке нарастает ток, сила тяги растет. Созданный втягивающей катушкой момент уравнивает момент закрученной до определенного угла пружины (датчик угла останавливает работу электродвигателя). При полном уравнивании коромысла аналого-запоминающий блок фиксирует значение тока через обмотку магнита, преобразует значение в момент пружины. После запоминания значений в данной точке возможно проведение измерения при другом угле закручивания.

После проведения всех необходимых измерений при необходимых углах начинается процесс реверсирования электродвигателя, продолжающийся до прихода его в исходное положение. При этом тяговая обмотка уже отключена, в конце коромысло приходит в положение равновесия, момент пружины не создается, что облегчает ее удаление со стенда.

Подводя итог можно сказать, что автоматизированный стенд контроля пружин опережает другие существующие методы по ряду показателей, таких как точность, чувствительность диапазон измерений. Также измерения обладают меньшей погрешностью. Кроме того прибор может применяться для определения параметров спиральных пружин, плоских пружин и торсионов, что поможет подобрать парные по характеристикам пружины.

Секция №3.4 Системное моделирование, клиент-серверные модели и веб-разработка

Разработка настольного приложения мониторинга статуса доменных имён с использованием Qt и языка C++

Алексеев А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

azohsa@mail.ru

Доменное имя является неотъемлемой частью любого веб-узла, что делает его чуть ли не главным элементом любого проекта. Существует широкий круг пользователей, имеющих большое количество доменных имён в своём портфолио. За такими именами необходимо вести мониторинг на предмет окончания их срока действия, чтобы вовремя успеть продлить регистрацию. Кроме того, мониторинг можно использовать для отслеживания и последующего перехвата зарегистрированных доменных имён в случае, если предыдущий владелец не пожелает такое имя продлить. Поэтому разработка настольного приложения для мониторинга статуса доменных имен является актуальной задачей.

Профессионалы индустрии веб-технологий используют различные платформы в своей деятельности, поэтому применение в разработке фреймворка Qt позволит приложению покрыть максимальную аудиторию, поскольку данная библиотека является кроссплатформенной. Задачей приложения является проверка и демонстрация статуса доменного имени, выбранного пользователем, а также своевременное оповещение об изменении этого статуса. При этом программа позволит проверять одновременно статусы нескольких доменных имен, что повысит удобство при использовании приложения. Данное программное обеспечение будет использовать сервис whois для получения информации о статусе доменного имени. В случае, если доменное имя свободно, программа сообщит об этом пользователю, если же занято – приложение укажет дату окончания его регистрации. Помимо этого, в функционал приложения будет входить опрос с определенной периодичностью сервиса whois с целью обновления информации по указанным пользователем доменным именам и оповещение её изменении. Для повышения удобства, приложение будет работать в фоновом режиме и выдавать оповещения только в том случае, если произошло какое-нибудь изменение статуса в любом доменном имени из списка. Данный сервис будет полезен профессионалам индустрии, а также тем, кто имеет большое количество проектов в области интернет-сервисов. Помимо этого, приложение поможет своевременно уведомить пользователей, целью которых является своевременный перехват домена, на который может возникнуть спрос после удаления его из реестра.

Результатом работы является кроссплатформенный программный комплекс, представляющий собой инструмент для работы с доменными именами, предоставляющий постоянный мониторинг доменов и оповещение пользователя об изменении их статуса – снятии с делегирования, удалении из реестра, а также заблаговременное уведомление о таких событиях.

Метод разработки обучающих симуляторов с использованием единой исполняющей среды

Алешин А.Е.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

3priquip@gmail.com

В 2016 году на одном из направлений института военной подготовки МАИ была поставлена задача создания системы, с помощью которой студенты могли бы интерактивно изучать принципы работы на боевой машине, на которой специализировалось данное направление. Тогда было решено, что лучшим вариантом будет создание компьютерного симулятора, который бы в точности повторял все панели управления боевой машины и требовал четких последовательных действий от студентов для выполнения боевых задач. Поскольку реальная машина управляется 3 операторами, симулятор был реализован таким образом, что одна машина в нем представляла собой 3 компьютера – по одному для каждой отдельной роли. Помимо студентов в симуляторе был еще один участник – преподаватель – высшее звено, от которого поступали задачи и контролировалось их точное выполнение.

Сложно придумать более иерархическую структуру, чем структуру в армии, и поэтому данный симулятор послужил отличным примером для разработки модели симулятора обучения иерархических групп. В процессе разработки описанного выше симулятора была создана, протестирована и детально описана модель, включающая в себя различные блоки, которые необходимо было реализовать для создания полноценного симулятора, служащего обучению студентов. Модель была весьма универсальной и могла служить опорной точкой для любого разработчика, работающего над созданием обучающего симулятора и определяющимся с архитектурой своего будущего приложения.

Вопрос разработки обучающих симуляторов казался очень интересным и актуальным, и поэтому в 2017 году было решено пойти дальше и сделать нечто, что еще больше облегчит разработчикам симуляторов написание подобных систем. Разработанная ранее модель отлично описывала архитектуру приложения-симулятора, но ее нужно было еще реализовать, а это в свою очередь могло вызвать трудности и большие временные затраты у разработчиков.

Тогда было решено создать совершенно новый в этой области метод разработки и запуска симуляторов – метод использующий единую исполняющую среду (платформу), служащую неким «проигрывателем» для обучающих симуляторов. Предполагалось, что вместе с данной платформой будет разработана детальная спецификация и несколько dll библиотек с различными интерфейсами. Разработчик симулятора должен изучить спецификацию, в которой описаны все интерфейсные методы и события, и просто реализовать их в своем приложении-симуляторе. После этого он сможет собрать свое приложение в виде dll файла и запустить на описанном выше «проигрывателе», словно обычный «видеофайл». При этом интерфейсы созданы таким образом, что на их реализацию у разработчика уходит совершенно незначительное время, и он может полностью сфокусироваться на графической и логической частях своего симулятора. В платформе же в свою очередь реализована вся клиент-серверная архитектура, управление ролями внутри симулятора, управление сохранением, восстановлением и логированием данных и многие другие функции.

Разработанный в 2016 году симулятор был переработан и перенесен на созданную платформу. Портинг симулятора заняло мало времени, а объем кода в полученной для запуска на платформе dll сильно сократился по сравнению с первоначальным вариантом. Можно без преувеличения сказать, что при использовании данной платформы время разработки обучающих симуляторов в среднем уменьшится в 2 раза.

Управление процессом разработки модели информационно-управляющей системы

Аминова Ф.Э.

Научный руководитель — член-корреспондент, д.т.н. Зайцев А.В.

МАИ, Москва

fatima.e.aminova@gmail.com

По мере усложнения процессов разработки информационно-управляющей систем (ИУС) и их программных реализаций в соответствии с усложняющимися со временем новыми требованиями увеличения эффективности, надежности, безопасности, и оптимизации процесса разработки происходит исследование и разработка теоретических основ и накопление огромного практического опыта в этой области. [1]

При этом, любое новшество или коррекция ошибки на каждом последующем этапе во много раз увеличивают стоимость и сроки получения программного продукта (ПП) из-за вовлечения в процесс производства все большего количества специалистов, оборудования и усложнения самого объекта исследований.

Разрабатываются новые алгоритмы, модели, создаются принципы и стандарты, совершенствуются рекомендации и методологии, модифицируются специализированные ПП (и их нотации).

Можно говорить о том, что в сфере разработки ПО, позволяющего создать ИУС, в настоящее время имеются проблемы как теоретического, так и практического плана, которые требуют анализа и решения. [3]

Предлагается разработка системы рекомендаций по управлению процессом разработки модели ИУС, включающая теоретическую концептуальную основу, модель системы, математическую модель, программную реализацию системы. Система рекомендаций может служить для увеличения эффективности, надежности, безопасности, и оптимизации. Для разработки системы рекомендаций решаются задачи исследования методологий моделирования, методологий разработки, стандартов по разработке систем и ПО, рекомендаций по разработке как необходимого условия управления процессом разработки. [1,2,3,4]

Следующим этапом является разработка модели системы рекомендаций (процесса управления разрабатываемой информационно-управляющей системы), разработка математической модели, программная реализация системы.

Список литературы

1. Аминова Ф.Э. Модели и алгоритмы интеллектуальной информационно-управляющей системы // XV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. — М.: ФГБОУ ВО МГППУ, 2017, с.25-26
2. Аминова Ф.Э. Анализ российских и международных стандартов по проектированию информационно-управляющих систем и разработке программного обеспечения // XXXVI Всероссийская научно-техническая конференция «Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем». Сборник трудов. Часть 2. — Серпухов: Издательство Военной академии РВСН имени Петра Великого (Филиал в г. Серпухове Московской области), 2017, с.186-190
3. Аминова Ф.Э. Особенности управления процессом разработки информационно-управляющей системы // Современные технологии в задачах управления, автоматики и обработки информации: Сборник трудов XXXVI международной НТК. — М.: ИД «Медпрактика-М», 2017, с.34
4. Аминова Ф.Э. Analysis of management methodologies for development of information and management systems and related software implementations // Наука, Технологии, Общество И Международное Нобелевское Движение: Материалы Нобелевского Конгресса – 11 Международной Встречи-Конференции Лауреатов Нобелевских Премий И Нобелистов / под ред. проф. Тютюнника. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2017. – Тр. МИНЦ. Вып.6. – 512 с. : илл., с.505-508

Акустическая триангуляция для определения места пробоя стенки КА метеороидом

Антонюк В.В.

Научный руководитель — к.т.н. Аверсьев С.П.

МАИ, Москва

lukas-arts@yandex.ru

С каждым днем возрастает опасность столкновения космических аппаратов с высокоскоростными частицами космического мусора. В случае попадания космического мусора в стенку КА высока вероятность разгерметизации. Визуальное определение места пробоя в подавляющем большинстве ситуаций затруднено (стенки аппарата могут иметь сложную конфигурацию, а пробой может происходить за навесными панелями оборудования). Возникает необходимость нахождения места пробоя в реальном времени для оперативного его устранения. Была предложена идея [1] нахождения поврежденного участка методом акустической триангуляции.

Для решения поставленной задачи необходимо разместить на КА несколько акустических датчиков (4 и более) с многоканальным усилителем и аналого-цифровым преобразователем. Данный метод позволяет с предельной простотой и надежностью автоматизировать процесс регистрации и определения места столкновения. Получая информацию о времени прихода звуковой волны к каждому из датчиков, составив и решив систему нелинейных алгебраических уравнений, можно определить координаты повреждений с относительно высокой точностью. Для повышения качества оценки результатов, можно составить несколько независимых систем из 4х уравнений, взяв для это разные сочетания регистрирующихся данных и рассчитать для результатов математическое ожидание, дисперсию и среднеквадратичное отклонение. Это позволит «отсеять» решения с большой величиной среднеквадратичного отклонения, заведомо большей некоторого заданного значения.

Так же аппаратура должна надежно регистрировать полезный сигнал на фоне шумов. Экспериментально [2] было установлено, что при размещении двух датчиков как можно ближе, а остальных на максимально удаленном друг от друга расстоянии, удастся минимизировать погрешность определения места пробоя, по отношению к погрешностям в исходных данных.

На основе этого метода реализуется графическое приложение и аппаратура контроля пробоя или удара по корпусу, с помощью которых можно наглядно и эффективно определить место пробоя, а также вести журнал столкновений частиц, с точным временем и характеристиками ударов, для последующего анализа данных.

Литература:

1. Аверсьев С.П., Лапыгин В.И., Киреев В.Т., Макаревич Г.А., Михайлов А.В., Тихомиров Н.А. Обработка элементов метеоритного контроля международной космической станции (МКС). – Космонавтика и ракетостроение, №2 (27), 2002г. с.79-88.
2. Аверсьев С.П., Лапыгин В.И., Макаревич Г.А., Михайлов А.В., Пелипенко Л.Ф., Тихомиров Н.А., Дементьев В.К., Половнев А.Л. Акустические волны в гермоотсеке космического аппарата при пробое стенки высокоскоростной частицей. Научная конференция «Современные проблемы газовой и волновой динамики». МГУ, апрель 2009г. с.1-9.

Распознавание текста с изображений на основе машинного обучения

Арифюлин А.Ю.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

aspidfox@gmail.com

В наше время очень актуальна проблема распознавания текста с изображений. К примеру распознавание текста используется в программах-переводчиках при сканировании текста, предназначенного для перевода, с фотографии или при оцифровке книг.

Распознавание изображений является стандартной задачей классификации. Для ее решения необходимо выделить определенные признаки в классифицируемом изображении и исходя из них отнести изображение к определенному классу. Классы в свою очередь должны быть четко определены. В нашем случае этими классами могут служить печатные символы.

Распознавание текста можно разделить на несколько этапов:

Обработка изображения. Сюда можно включить фильтрацию, изменение яркости, контрастности, резкости.

Сегментация изображения. Разделение изображения на отдельные фрагменты для распознавания.

Распознавание. На вход нейронной сети подается изображение фиксированного разрешения. Число входных нейронов должно быть равно числу пикселей изображения. Число выходных нейронов равно числу возможных символов, которые мы можем получить.

Для решения нашей задачи подходит метод обучения с учителем.

Обучение с учителем – это метод обучения, в котором для каждой конкретной ситуации (объекта) задается конкретный ответ. Множество пар объект-ответ задает обучающую выборку. На основе этих данных требуется восстановить зависимость, то есть построить алгоритм, способный для любого объекта выдать достаточно точный ответ. В нашем случае ответом является печатный символ – изображение которого подается на ввод.

Для минимизации риска переобучения необходимо обучать нейронную сеть на достаточно большой обучающей выборке.

После завершения процесса обучения нейронной сети необходимо ее проверить на тестовой выборке для определения качества обучения. Качество распознавания текста напрямую зависит от размера и качества обучающей выборки.

В рамках данной работы был разработан метод для распознавания текста с изображений и создания нейросетей для этих задач, который может использоваться для будущих проектов в этом направлении.

Мобильное приложение мониторинга групповой замерной установкой

Бакиев Д.Р.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.

УГАТУ, Уфа

neto-str@bk.ru

Нефтяная промышленность (НП) – одна из ключевых отраслей России, влияющая на экономику государства. В связи с развитием и появлением новых технологий необходимо модернизировать существующие системы контроля и управления, используемые в НП. В работе рассмотрены вопросы возможности разработки приложения для оперативного и удаленного мониторинга параметров состояния объекта.

Одними из основных объектов являются групповые замерные установки, предназначенные для раздельного определения дебитов воды, нефти и газа при добыче. Они являются взрывоопасными объектами, так как непосредственно взаимодействуют с нефтяными продуктами. В следствии этого требуется постоянное наблюдение за ГЗУ. Предлагается для мониторинга разработать мобильное приложение на Ionic-клиенте,

представляющее собой комплекс программных средств для разработки мобильных приложений, включающее набор CSS и JS компонент и созданное на основе AngularJS, SASS, Apache Cordova. Тестирование будет осуществляться на эмуляторе ГЗУ, для снижения вероятности сбоев. В дальнейшем это приложение можно будет использовать на действующем ГЗУ без каких-либо изменений. С помощью мобильного приложения для мониторинга оператор сможет наблюдать за процессом в режиме реального времени вне операторской.

Обмен данными между приложением и сервером/контроллером может быть реализован с помощью Wi-Fi. Беспроводная технология особенно актуальна на сложных технических объектах, технологический процесс которых представляет повышенную опасность для персонала, что полностью соответствует объекту ГЗУ. Для использования в промышленности технологии Wi-Fi предлагаются пока ограниченным числом поставщиков в основном лидерами рынка, такими как Siemens Automation & Drives. Кроме этого необходимо решить вопросы связанные с обеспечением безопасного управления.

Применимость облачных технологий в образовательном процессе

Берецкий И.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

godpingwiner@gmail.com

С каждым годом образовательный процесс требует всё больше ресурсов. Раньше для обучения требовалась только доска и мел, но сейчас (особенно для технических направлений) без специального оборудования и программного обеспечения никак не обойтись. Однако их приобретение и своевременное обновление требуют значительных финансовых вложений, а обслуживание – квалифицированного персонала.

Особенно это актуально для больших университетов, штат которых насчитывает сотни людей, и в которых обучаются тысячи студентов. Одно программное обеспечение обойдётся в довольно внушительную часть бюджета. И это если ещё не принимать во внимание оборудование, аренду помещений, зарплату обслуживающему это оборудование персоналу и плату за электроэнергию.

Использование облачных технологий позволит избежать данных издержек. С развитием интернета появилось такое понятие как “облако” – сервер (или группа серверов), на котором пользователь, используя Интернет, хранит информацию или производит вычисления. Не обязательно ставить оборудование у себя – можно просто арендовать вычислительные мощности по мере надобности.

Облачные вычисления несут в себе ряд выгод, которые принесут пользу как образовательным учреждениям, так и учащимся:

- 1) Экономия средств.
- 2) Гибкость.
- 3) Уменьшение воздействия на окружающую среду.
- 4) Доступность.
- 5) Лёгкость работы.

Однако в то же время облачные сервисы имеют и недостатки:

- 1) Безопасность данных.
- 2) Нежелательная реклама.
- 3) Привязка к поставщику.

На рынке облачных технологий довольно сильная конкуренция (Ростелеком, Amazon, Microsoft, etc) и облака каждой компании имеют свои достоинства и недостатки. В работе рассматриваются критерии, согласно которым можно принять решение о внедрении облачных технологий в образовательных учреждениях, а также выбрать, какие из доступных на рынке решений им подойдут.

Производственная система менеджмента и стандартизации

Бисерова К.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колесников Д.А.

МАИ, Москва

biserova.katrina@mail.ru

Система жизнедеятельности предприятия в крайней мере страдает из-за отсутствия единой электронной базы (конструкторской, технологической), которая позволяет стандартизировать всю документацию и сократить время решения типовых вопросов и выполнения самых распространенных действий, требуемых для выполнения производственных задач инженера.

Единая электронная база (ЕАБ) на основе взаимоотношений «сервер-клиент» позволит получать быстрый и беспрепятственный доступ ГОСТам, стандартам и другой документации, которые устанавливает необходимый порядок действий для оперативной и качественной работы. С помощью ЕЭБ происходит регулировка отношений «конструктор-технолог». При помощи ЕЭБ конструктор может оперативно вносить изменения в чертежи (конструкторская документация или КД) и своевременно оповещать технолога о прошедших изменениях, что позволяет сократить шанс брака на производстве почти до нуля. ЕЭБ полностью убирает цепочку оповещения изменения связанную с отдельной службой архива, позволяя напрямую наладить связь «конструктор-технолог».

Также в ЕЭБ хранятся необходимые для производства 3D-модели. Что особенно удобно прийти бесплазовой технологической увязки размеров. Имея электронный макет выпускаемой продукции и 3D-модели каждой отдельной детали и сборки, сортировка позволит найти необходимого для производства деталь и увидеть конструкторскую документацию, технологический процесс, полный технологический маршрут получения готовой продукции, вплоть до окончательной сборки. С помощью ЕЭБ цеха потребители могут оставлять межцеховые условия и заявки, в которых они будут отражать информацию, и в которой достаточно полно указано в каком виде подавать деталь. Данная возможность особенно популярна в взаимоотношениях между цехами механической обработки и цехами сборки, так как конструктор закладывает в чертеж уже готовый вид детали, а для размещения, фиксации и сборки могут быть совершенно другие условия и нюансы о которых должен знать цех-изготовитель.

Разработка модели генерации индивидуального семестрового плана преподавателя на основе расписания занятий студентов

Блонцева Ю.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

JB433@ya.ru

В своем обыкновении люди стремятся к простоте, функциональности и удобству используемых ресурсов. Важной задачей в любом учебном заведении является информирование студентов о сопутствующих событиях, в том числе доведение до сведения актуального расписания занятий. Изначально расписание занятий составляется, согласно распорядку учебного дня студента. В работе представлен алгоритм генерации индивидуального семестрового плана для преподавателей на основе расписания занятий студентов, получаемого с главной страницы сайта вуза. Данный проект позволит оптимизировать и, улучшить качество работы кафедры в области координации рабочего времени преподавателей и студентов.

Задача генерации индивидуального учебного плана преподавателя на основе расписания студентов решается в три этапа:

- 1) Получить данные студенческого расписания с централизованного сервера.

- 2) Формирование объекта с расписанием студента на основе полученных данных;
- 3) Формирование объекта с расписанием преподавателя на основе объекта с расписанием студентов.

Первый этап возможно решить двумя способами:

- генерация индивидуального семестрового плана через программный интерфейс (API)
- путём парсинга страницы в формате HTML с расписанием с сайта вуза генерация индивидуального семестрового плана при помощи парсинга HTML и сокетов.

Рассмотрим подробнее каждый вариант в отдельности и составим алгоритм работы.

API или иначе application programming interface - регламентированный способ общения одной компьютерной программы с другой для совместного решения какой-либо общей задачи, в данном случае, получения студенческого расписания генерации индивидуального семестрового плана. Использовать этот вариант затруднительно в связи с тем, что не всегда имеются права доступа к этому программному интерфейсу в силу бюрократических сложностей при кооперации с подразделениями, отвечающими за информатизацию вуза.

Исходя из доступности выбираем второй вариант. Конечно, парсинг подразумевает дополнительные трудности разбора HTML-документа, что может увеличить трудоёмкость разработки. Другим недостатком этого метода является дополнительная нестабильность, поскольку любое изменение данных (например, добавление нового HTML-элемента или изменение структуры вёрстки) будет подразумевать некорректный разбор документа, что будет требовать оперативного вмешательства в алгоритм парсинга. Тем не менее, этот метод является самым простым для реализации с точки зрения доступа к данным - «здесь и сейчас». Парсинг очень эффективен и он просто и быстро поможет получить исходную информацию.

Второй этап заключается в формировании объекта расписания. Наиболее удачно для этой задачи подходит формат JSON, позволяющий хранить данные в удобочитаемом формате. Java Script Object Notation является подмножеством синтаксиса JavaScript и имеет древовидную структуру, а также является довольно выразительным и простым в использовании. Помимо этого, файл JSON имеет очень маленький размер по сравнению с другими форматами данных. Это связано с тем, что формат содержит минимальное количество синтаксических элементов.

Третий этап представляет собой алгоритмический перебор объекта расписания с целью выделения отдельных дисциплин каждого преподавателя и формирование нового объекта, индивидуального для каждого преподавателя, что наиболее эффективно будет влиять на распределение времени и производительность труда. Таким образом, решение задачи генерации расписания преподавателя на основе студенческого является нетривиальной задачей, имеющей под собой практическую значимость и актуальность.

Реализация функции структурирования литературных ссылок для автоматизированной информационной системы «Титановые сплавы»

Блохин К.Г., Самохин Р.О.

Научный руководитель — Чибисова Е.В.

Ступинский филиал МАИ, Ступино

kgblokhin@gmail.com

В настоящее время учеными-материаловедами накоплено большое количество экспериментальных, теоретических и практических данных по металлосплавлению, термической обработке и обработке давлением титана и его сплавов. К сожалению, данные разрознены, доступ к ним часто ограничен, что осложняет проведение научных исследований средствами математического моделирования и машинного обучения. Решением проблемы может стать создание информационной системы с открытым доступом, позволяющей пользователям делиться с сообществом исходными данными и результатами

своей работы. В настоящее время разработка такой системы ведётся в Ступинском филиале МАИ.

Система предусматривает возможность хранения различной информации о титановых сплавах из российских и зарубежных литературных источников. Для этого база данных АИС «Титановые сплавы» была модернизирована таким образом, чтобы имелась возможность записывать ссылки на источники в структурированном виде. Это поможет пользователям находить статьи нужных авторов, выполнять поиск по году, ключевым словам и другим параметрам, что бывает важно для лучшего понимания контекста данных, нахождения и сравнения результатов экспериментальных исследований.

Предусмотрено также добавление в систему функции форматирования списка литературы. При использовании в собственной работе каких-либо сведений из цитируемой научной статьи пользователь сможет указать ссылку на неё в необходимом формате, выбрав вид стандарта (например, ГОСТ 7.1-2003) и вид источника (монография, учебник, многотомное издание и т.д.). Это значительно сократит время, которое исследователи тратят на составление списка литературы. В дальнейшем планируется также добавление в систему возможности составления библиографических ссылок по зарубежным стандартам.

Система функционирует по модели «клиент-сервер». Разработка базы данных ведется средствами СУБД Microsoft SQL Server. Пользовательский веб-интерфейс создаётся в среде Microsoft Visual Studio на языке C#.

Разработка информационной системы электронного документооборота при взаимодействии преподавателей и студентов

Божко К.И., Денисов Е.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

kopeikin.kirill@yandex.ru

Очное обучение предполагает постоянный объемный документооборот между студентом и преподавателем. Всем его участникам хотелось бы так или иначе упростить данную процедуру. Для решения этой задачи в рамках Московского Авиационного Университета была выдвинута идея создания мобильного карманного помощника для студентов и преподавателей.

Данное приложение будет снабжать пользователей последней актуальной на данный момент времени информацией по основным вопросам обучения. Также оно предоставит возможность упрощенной коммуникации между студентом и преподавателем. Главное преимущество подобной модели документооборота заключается в удобности использования, так как смартфон всегда находится под рукой.

При входе в приложение будет 2 варианта "Студент" и "Преподаватель", после выбора нужно будет зарегистрироваться. Студенты будут иметь доступ к перечню вкладок. Вкладка "Расписание" будет представлять полное расписание студента в соответствии с его группой. Вкладка "Учебные материалы" будет содержать методические указания и прочие материалы, которые предоставляет преподаватель. Вкладка "Загрузка работ" будет позволять загружать практические и курсовые работы для проверки преподавателем. Вкладка "Сообщения" предназначена для общения студентов с преподавателями либо с другими студентами. Вкладка "Рейтинг группы" будет показывать рейтинг каждого студента на основе его среднего бала благодаря чему, они смогут следить за своей успеваемостью. Вкладка "Электронный журнал" в которой будут находиться оценки и посещаемость группы.

Таким образом в рамках поставленной цели ведется разработка мобильного приложения, которое будет обеспечивать весь необходимый функционал для упрощения ведения электронного документооборота между студентом и преподавателем.

Разработка методики экономии фотополимерных смол путём их непрерывной дозированной подачи в резервуар DLP-принтера

Бондаренко Г.Д.

Научный руководитель — Квашнин В.М.

МАИ, Москва

glbondar@gmail.com

Метод 3d печати DLP - метод печати путём проецирования изображения слоя на фотополимер до затвердевания материала под воздействием УФ излучения. Программа принтера разбивает печатаемый объект на слои заданной толщины. В резервуар принтера с прозрачным дном опускается рабочий столик, отступая от дна резервуара на один слой печатаемого объекта. Проектор, расположенный под резервуаром, проецирует на его дно изображение первого слоя, до затвердевания фотополимера. После затвердевания первого слоя, рабочий столик поднимается на один слой и проектор проецирует на дно резервуара новый слой, который под действием УФ излучения, затвердевает и прикрепляется к предыдущему.

DLP технология 3d печати имеет высокие показатели точности печати - толщина слоя может достигать 12 микрон. Данный показатель зависит от скорости печати и на практике можно достигнуть более высокой точности путём снижения скорости печати.

В настоящее время подобные технологии применяются при производстве сувениров, ювелирной промышленности, стоматологии и в свободном дизайне, т.к. имеют высокие показатели точности печати.

В DLP технологии 3d печати в качестве сырья используется фотополимер, который под воздействием УФ излучения полимеризуется и приобретает твёрдую форму. Фотополимерные смолы имеют высокий диапазон механических характеристик: от резины до твёрдых пластиков.

Главное преимущество данной технологии печати перед оригинальной технологией лазерной стереолитографии (SLA) в том, что для формирования слоёв печатаемого объекта используются не лазерные установки, сканирующие поверхность материала одной или несколькими лазерными головками, а цифровые светодиодные проекторы, проецирующие изображение целого слоя до затвердевания полимерной смолы, что значительно снижает стоимость устройства.

Применение системы непрерывной дозированной подачи фотополимера в резервуар принтера позволит сократить расходы на фотополимер для печати за счёт того, что в резервуаре для печати будет находиться не весь фотополимер сразу, а только его часть, восполняемая при необходимости из главного резервуара. Данное решение так же позволит ускорить процесс замены фотополимера на подходящий для печатаемого объекта по своим механическим характеристикам.

Конечным результатом данной работы будет являться создание 3d принтера с технологией печати DLP с применением системы дозированной подачи фотополимера в резервуар, что позволит снизить стоимость использования данной технологии путём рационального использования расходного материала для печати и упростит замену фотополимера при необходимости печати объекта с необходимыми физическими свойствами.

Разработка программного комплекса отображения данных волоконно-оптической системы изменения температуры

Булгаков М.С.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

bulmiha@gmail.com

DTS - distributed temperature sensing, технология применения оптоэлектронных приборов для измерения температуры, в котором стеклянные волокна используются в качестве линейных датчиков. Данная технология позволяет измерять температуру на больших линейных расстояниях с использованием одной непрерывной линии оптоволокну, прокладывая его в тех местах, где традиционные методы измерения недоступны.

Подобные технологии сейчас начинают использоваться в труднодоступных местах, где необходимо постоянное измерение температуры. Например, она используется некоторыми нефтедобывающими компаниями, позволяя сократить расходы и упростить систему контроля температуры, с целью недопустить возгорания.

Главным преимуществом представленной реализации является диверсификация и удешевление необходимого оборудования, ввиду перехода на фреймворк QT, доступный на широком спектре оборудования, вместо Nvidia CUDA, используемого в более раннем решении. Т.к. фреймворк QT доступен для большинства современных архитектур и операционных систем, разработанный программный комплекс может быть быстро перенесен на необходимую целевую платформу заказчика.

В текущей реализации используется открытый API OpenGL, позволяющий не ограничивать целевые платформы конкретными ОС или вендорами графических карт. Для ускорения расчетов также используется открытый API OpenMP (Open Multi-Processing - открытая многопроцессорность), для автоматизации параллельного программирования. Также планируется в будущем опциональная реализация на API OpenACC (Open Accelerators - открытые ускорители), для ГП ускорения вычислений.

Конечным результатом работы будет являться создание универсального программного комплекса для работы с оборудованием DTS, что позволит удешевить установку конечного оборудования для клиента с возможностью использования уже существующей аппаратной базы.

Разработка программно-аппаратного комплекса системы умного дома на базе платформы Arduino

Вайнштейн В.Л.

Научный руководитель — Квашнин В.М.

МАИ, Москва

zotac1995@gmail.com

Умным домом принято называть современные здания, оснащенные автоматизированной системой управления и мониторинга различных параметров здания. Умные дома призваны облегчить жизнь людей и сделать ее качественно лучше. Поэтому важно сделать данную технологию как можно более доступной для большого количества людей.

Для достижения данной цели был спроектирован программно-аппаратный комплекс, позволяющий без лишних финансовых затрат превратить любой дом в интеллектуальное здание.

Аппаратная часть представляет собой плату Arduino, с подключенными к ней датчиками и управляющими устройствами. Arduino по беспроводной сети Wi-Fi соединяется с маршрутизатором и обменивается информацией с сервером. Возможно также проводное соединение через интерфейс USB.

Программная часть состоит из ПО для Arduino, сервера, и клиентских приложений на компьютеры (Windows, Linux, macOS) и мобильные телефоны (Android).

ПО для Arduino написано на языке C. Оно позволяет подключать к пинам Arduino датчики и устройства без перепрограммирования платы, организывает подключение к серверу по проводу или по беспроводной сети, позволяет проводить настройку элементов, передает на сервер данные с датчиков и отправляет на управляющие устройства команды, пришедшие с сервера.

Серверная часть это программный хаб умного дома, к которому подключаются все остальные части комплекса. Он написан на языке Java, что обеспечивает его кроссплатформенность, за счет которой его можно установить на любой персональный компьютер. Сервер получает данные с платы Arduino и отправляет на нее команды, а также он осуществляет обмен информацией между платой и клиентскими приложениями (для ПК и смартфонов).

В состав сервера также входит веб-интерфейс, позволяющий производить настройку и работу с умным домом без установки клиентских приложений.

Клиентские приложения позволяют управлять сервером, удаленно подключаться к нему, и мониторить ситуацию в доме.

Таким образом, был разработан и протестирован программно-аппаратный комплекс, позволяющий управлять системами интеллектуального здания, с удобным пользовательским интерфейсом и поддержкой многих платформ.

Обзор BPM-систем для управления бизнес-процессами

Вакурин А.О.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Колесников Д.А.

МАИ, Москва

aovakur@yandex.ru

Направление BPM (управление бизнес-процессами) возникло в результате сближения четырех сегментов: системы, которые служат для автоматизации процессов, выполняемыми людьми (например, системы управления взаимоотношениями с клиентами), интеграция приложений и их информационный обмен между собой, системы для моделирования и анализа бизнес-процессов, системы для мониторинга и анализа эффективности предприятия.

Для использования данной концепции необходимо использовать системы управления бизнес-процессами (Business Process Management Suite, сокращённо BPMS). Такие системы имеют в своем арсенале средства моделирования бизнес-процессов, мониторинга, создания бизнес правил, проектирования визуальных форм, моделирования баз данных и исполнения бизнес-процессов.

При внедрении BPMS организация переходит от системного подхода к процессному. Если в системном подходе внимание концентрировалось на целостности структуры, взаимосвязях различных частей организации, управление ориентировалось на конечный результат, то в процессном подходе внедряется система менеджмента качества ИСО 9001:2015, происходит формирование цепочки бизнес-процессов в пределах производственной структуры предприятия, организуется управление ими, разрабатываются стандарты, методологии и регламенты, обеспечивающие результативность процессов.

Описание бизнес-процессов в системах BPMS чаще всего служит нотация BPMN (Business Process Model and Notation – нотация моделирования бизнес-процессов) или BPML (Business Process Modeling Language - язык для моделирования бизнес-процессов), иногда применяется EPC (Extended event driven process chain – расширенное описание событийной цепочки процессов), реже всего применяется нотация IDEF0 (относящаяся к методологии функционального моделирования). Нотация BPMN ориентирована на технических специалистов и на бизнес-пользователей. Эти диаграммы могут быть трансформированы в исполняемые модели на языке BPEL (Business Process Execution Language - язык исполняемых бизнес-процессов). Иногда для описания бизнес-процессов применяется язык

YAML (Ain't Markup Language - формат сериализации данных, концептуально близкий к языкам разметки) и UML (Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования).

Самые известные BPMS системы: «Aris Toolset», «Pega», «JBPM», «Bizagi», «IBM», «Oracle», «Camunda», - зарубежные системы, среди отечественных: «ELMA», «Diasoft BPM Framework». Данные системы возможно разделить на два класса: системы, требующие специальной подготовки (чаще всего знания языка программирования – Java или C#), и системы, не требующие навыков программирования.

«Pega», «JBPM», «IBM», «Oracle», «Camunda» являются Java Enterprise приложением, разработка ведется в Eclipse и на языке программирования Java. Моделирование бизнес-процессов производится в нотации BPMN 2.0 или языке исполняемых бизнес-процессов (BPEL) или YAWL. В качестве сервера приложений у «JBPM» используется WildFly, у «IBM» используется WebSphere Integration Developer, «Pega» использует Apache Tomcat. В качестве СУБД (системы управления базами данных) используется реляционная база данных: «H2», «MySQL», «SQL Server» или объектно-реляционная СУБД: «Postgress», «Oracle». Стоимость внедрения таких систем составляет несколько сотен тысяч долларов.

Среди бесплатных систем, не требующих знания специальных языков программирования, выделяется «Bizagi», которая состоит из трех сред: 1) Modeler – среда для моделирования бизнес-процессов; 2) Studio – среда, в которой можно производить проектирование графических форм и организовывать совместный доступ; 3) Engine – среда, которая является ядром всей BPM системы Bizagi. Система «Bizagi» устанавливается на операционную систему «Windows», использует СУБД «SQL Server», для моделирования бизнес-процессов используется урезанная нотация BPMN. От проектирования и до исполнения небольших бизнес-процессов проходит всего несколько дней, стоимость разработки практически нулевая.

Практический результат в краткосрочной перспективе от внедрения BPMS трудно измерить. Но в долгосрочной перспективе может оказать влияние на малые и средние компании (в т.ч. переход от системного подхода к процессному, внедрение менеджмента качества ИСО 9001:2015, автоматизации бизнес-процессов, сокращение издержек, внедрение системы качества PIQS и т.д.).

Диагностическая модель АСУ промежуточной нефтеперекачивающей станции

Васильева А.Г.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Карамзина А.Г.

УГАТУ, Уфа

anna29-95@mail.ru

Своевременное предупреждение аварий за счет всех выявленных дефектов на основе проведения комплексной диагностики объектов нефтеперекачивающей станции позволяет повысить надежность и качество работы оборудования [3]. Разработка системы диагностики АСУ промежуточной нефтеперекачивающей станции (ПНПС) позволит наглядно проследить этапы проверки перечня защит и алгоритмов контроля АСУ ПНПС.

Система контроля и управления технологическим оборудованием нефтеперекачивающей станции имеет трехуровневую структуру.

Первый уровень – нижний, содержит в себе исполнительные механизмы и измерительные устройства, устройства связи с объектами. В качестве исполнительных элементов служат система вентиляции (подпорная, приточная, вытяжная вентиляции), задвижки, которые могут быть в состояниях открыто/закрыто, открывается/закрывается, стоп, насосные агрегаты, обеспечивающие перекачку нефти. Для нормального функционирования насосного зала требуется поддержание давления, при котором обеспечивается подача нефти в режиме работы из насоса в насос. При прохождении нефти

из магистрального нефтепровода в промежуточную нефтеперекачивающую станцию, на входе перед первым магистрально насосным агрегатом располагаются два датчика, которые измеряют значения минимально предельного и аварийно-минимального давления. В соответствии с регламентирующим документом система автоматики реагирует на входные воздействия, которые поступают с датчиков, и совершает определенную последовательность действий. Входные воздействия определяются по таблицам, которые указаны в регламентирующем документе [2].

На среднем уровне располагаются объекты, которые позволяют решать задачи автоматического управления и регулирования, пуска и останова оборудования, аварийных отключений и защит. Средний уровень реализуется на основе программируемого логического контроллера, который расположен в шкафу центрального контроллера.

На верхнем уровне решаются задачи диспетчеризации процесса, диагностика, визуализации и архивирование процесса. Верхний уровень АСУ ПНПС реализуется на основе автоматизированного рабочего места оператора, имитатора. На данном этапе осуществляется сбор и обработка всех полученных данных. Экспертная система будет заложена в основу программного обеспечения, позволяющего обмениваться данными и проверять на соответствии сигналы с реального объекта ПНПС и тестового имитатора. Экспертная система будет оценивать алгоритм выполнения требований, предписанных нормативным документом [1].

Система управления представляет собой иерархическую трехуровневую структуру, диагностическая модель также реализована в иерархическом виде. Иерархия алгоритма обусловлена иерархической структурой объекта управления, в которой выделяются технологические системы, подсистемы и объекты (параметры). Структура процесса диагностирования указана на рисунке.

Каждый алгоритмический модуль представляет собой программный модуль функционально-группового управления основными или вспомогательными технологическими системами промежуточной нефтеперекачивающей станции.

Большинство модулей являются типовыми. Они описывают алгоритмы для однотипных объектов. Примером может служить обработка аналогового параметра, контроль и управление задвижкой и т.д. Модульная структура значительно облегчает процесс программирования и позволяет оптимизировать программное обеспечение.

Литература

1. Башлыков А.А. ДИЭКС-РВ экспертная система оперативной диагностики состояния основного технологического оборудования транспорта нефти/ А.А. Башлыков, И.В. Жаров – Харьков: Труды ХИКА, 2005. – 50 с.

2. Кутуков С.Е. Оперативная диагностика осложнений при эксплуатации участка МНП// Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Новоселовские чтения». Уфа: УГНТУ, 1998. С.12-13.

3. Пархоменко П.П. Основы технической диагностики /П.П. Пархоменко, В.В. Карибский, Е.С. Согомонян, В.Ф. Калчев – Москва: Энергия, 1976. – 460 с.

Прогнозирование физического состояния населения с помощью облачных технологий

Вороненкова К.В., Богослов М.К.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

kvoronenkova@gmail.com

Во многих странах мира всё большую популярность набирают так называемые технологии облачных вычислений (cloud computing). В России на рынке они ещё не очень широко используются, но понемногу внедряются в бизнес-структуру.

Основные преимущества использования:

• Доступность – доступ к информации получает любой, у кого есть устройство, подключённое к сети интернет.

- Мобильность – нет привязанности к рабочему месту.
- Экономичность
- Высокая технологичность – высокая вычислительная мощность.
- Гибкость – ресурсы предоставляются автономно.
- Надёжность

В данной работе рассмотрено применение облачных технологии для вычисления прогноза физического состояния населения. Данные для расчёта были взяты из Федеральной службы государственной статистики. Для составления прогноза использовались генетический метод и метод “гусеницы” (SSA-метод).

Генетический алгоритм основан на принципах, заимствованных у самой природы. Главные это - наследственность и изменчивость. Наследственность - способность организма передавать свою генетическую информацию своему потомству. Благодаря ей живые существа сохраняют в своих потомках характерные черты вида. Изменчивость генов у живых организмов обеспечивает способность приобретать новые признаки и свойства, что способствует многообразию вида.

SSA-метод позволяет предсказать дальнейшее поведение наблюдаемой зависимости. Основная цель метода Гусеница - разложить ряд в сумму компонент, таких как тренд, периодические компоненты, шум. При этом знание параметрической формы этих компонент не требуется.

На примере языка C# составлена программа для расчёта и вывода данных в виде полученных данных и графиков. Также проведено сравнение точности результатов использованных методов.

Разработка web-приложения для тестирования микросервисной архитектуры распределенной программной системы

Воронин А.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Чернышов Л.Н.

МАИ, Москва

alexus2074@gmail.com

По мере разрастания монолитных приложений с классической двухслойной или трехслойной архитектурой, начинают возникать трудности с их поддержкой, тестированием и добавлением нового функционала. В связи с этим, многие проекты делают выбор в пользу микросервисной архитектуры в целях повышения гибкости, модульности и независимости развертывания. Но в этом случае могут возникнуть проблемы с производительностью из-за издержек на обмен данными между сервисами. Для того, чтобы снизить накладные расходы и уменьшить передаваемый трафик, в рамках проекта, для которого разрабатывалась система (о ней идет речь в данном докладе) был выбран бинарный протокол Apache Thrift. В настоящее время существуют программы, такие как Postman, которые позволяют по протоколу HTTP взаимодействовать с REST сервисами и их API, но отсутствуют похожие инструменты для взаимодействия с Thrift API и его тестированием, что вызвало необходимость в разработке такого приложения.

В результате проделанной работы было создано приложение с пользовательским web-интерфейсом, которое будет REST API сервером для пользователя и Thrift API клиентом для внутренних микросервисов. Базовый сценарий работы состоит из следующих этапов:

- Выбрать Thrift модель микросервиса из каталога
- Выбрать конкретной сервис, описанный в модели
- Выбрать метод конкретного сервиса
- Заполнить поля с аргументами выбранного метода
- Указать адрес микросервиса (хост и порт) на который хотим отправить запрос

- Отправить запрос и получить ответ.

Thrift модели описываются на специальном языке описания интерфейсов (Thrift IDL) и когда мы выбираем сервис из каталога на первом этапе, Thrift компилятор преобразует модель в формат JSON, который после предварительной обработки отправляется на клиентскую часть и далее, с помощью ReactJs компонент, по нему строится форма на странице(сервис его методы и аргументы), которую пользователь заполняет данными для отправки на Thrift сервер. Далее Thrift компилятор генерирует Java классы по выбранной модели на сервере, которые заполняются данными с формы, заполненной пользователем. На следующем этапе происходит отправка запроса на заданный сервис, по сути вызов удаленной процедуры, и получение ответа, которое возвращается сервером на клиентскую часть и пользователь видит результат работы. Для реализации данного приложения на клиентской стороне были использованы такие технологии как ReactJs, Bootstrap 3 и HTML 5. Сервер был написан на Java и Spring.

В перспективах развития проекта, планируется произвести ряд улучшений и доработок. Следующим шагом будет создания механизма, с помощью которого можно будет удобно проходить авторизацию при отправке запроса на сервис, а также планируется произвести доработки существующего интерфейса для удобства использования.

Разработка системы управления документами в организации

Голева К.И.

Научный руководитель — Егорова Е.К.

МАИ, Москва

ksnzh@mail.ru

В настоящее время потоки информации, необходимые для стабильного функционирования предприятия, а также структурированной работы, из года в год имеют тенденцию к увеличению. Исходя из этого, у любой организации, как большой, так и маленькой, возникает необходимость в систематизировании данных для того, чтобы обеспечить более эффективную работу данной компании. Оптимальным решением данной проблемы является компьютеризированные способы хранения данных, а именно базы данных, которые позволяют пользователям хранить, систематизировать, модифицировать большие объемы информации за считанные секунды. К тому же использование клиент-серверных технологий упрощают доступ к системе управления базами данных.

Каждое предприятие, имеющее в своем пользовании компьютеры, стремится более или менее автоматизировать работу своих специалистов, тем самым повышая их эффективность труда. В связи с этим возникает вопрос о создании приложения, которое позволит пользователям, в зависимости от их статуса и положения в компании, взаимодействовать с внутренними документами организации. Для реализации данного приложения была взята студия танцев, выступившая в роли заказчика и сформулировавшая необходимые для ее эффективной работы задачи.

Выделим основные требования к системе управления:

1. Система должна иметь несколько ролей пользователей, которые в дальнейшем будут с ней взаимодействовать, а именно: главный администратор, руководитель, директор студии, администратор студии;
2. Система должна предоставлять данные пользователям, руководствуясь их статусом, а также организовать процесс своевременного обмена информации между ними;
3. Система должна иметь структурированное хранение большого объема информации;
4. Система должна быть разработана таким образом, чтобы предоставить пользователям легкодоступного интерфейса для работы с базами данных;
5. Система должна уметь обрабатывать документы различных форматов, а в частности *.doc, *.docx, *.xls, *.xlsx, *.pdf;

6. Система должна фиксировать взаимосвязи документов и предоставлять удобный инструмент перехода от одного документа к другому, связанному с ним.

На основании этих критериев был разработан программный комплекс с помощью платформы .NET framework 4.5 и языка C#, а также СУБД MS SQL Server 2012 и языка SQL.

База данных состоит из таблиц, которые содержат информацию о каждой студии в частности и о компании в целом, о действующем в процессе персонале и обучающихся, разделенных на группы по различным параметрам (по возрасту, по программам, по времени обучения и т.д.). Таблицы организованы с учетом требований нормальных форм, при этом отсутствует избыточность данных.

На сегодняшний день программный комплекс проходит тестирование и доработку.

Симуляция распределения температуры детали на платформе Autodesk Fusion 360

Голикова И.С.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

irishag608@gmail.com

За последние годы CAD/CAM/CAE-системы прошли путь от сравнительно простых чертежных приложений до интегрированных программных комплексов, обеспечивающих единую поддержку всего цикла разработки, начиная от эскизного проектирования и заканчивая технологической подготовкой производства, испытаниями и сопровождением. Использование разработанных САПР позволяет изучить 3D-модель, еще до того как она создана в реале. Трехмерную модель можно осмотреть, вращать, изучить все ее свойства.

Для моделирования детали была использована платформа Fusion 360.

После основной части проектирования зачастую требуется провести инженерные анализы модели для того, чтобы понимать, как будущее изделие поведет себя в реальных условиях. Благодаря виртуальной среде Autodesk Fusion 360 удастся проверить, как ведет себя сборка в реальных условиях: какие нагрузки сможет выдержать, какую температуру и т.д. При загрузке среды система Fusion 360 дает запрос на то, какой именно тип анализов будет выполняться: статический, динамический или температурный. Для нашей детали из предлагаемых вариантов мы остановимся на третьем.

Обычно анализ начинают с задания материала элементам модели. Самое главное, на что следует обратить внимание – это материал корпуса. Мы выбираем материал, который соответствует данной модели по техническим характеристикам.

На следующем шаге подготовки анализа зададим нагрузку. В приведенном перечне нагрузок есть возможность определить максимальную температуру нагрузки. Исходя из технических характеристик модели, выставляем нужную нам температуру. Таким образом, исходные данные для анализа подготовлены, а соответствующие настройки доступны для редактирования. Самое время приступить к тепловому расчету.

В результате выполнения расчета на модель в рабочем поле накладывается карта распределения значений аналитических характеристик, по структуре которой достаточно легко определить наиболее ослабленные части конструкции. Цветовая шкала, расположенная рядом с моделью, дает возможность численно оценить значения каждой из выбранных характеристик.

Таким образом, путем компьютерного моделирования сложных изделий, а так же последующего анализа, проектировщик может зафиксировать нестыковку и экономит на стоимости изготовления физического прототипа. Применение такого анализа не только влияет на стоимость, но и дает возможность сократить срок внедрения новых изделий и оказывает существенное влияние на технологию производства, позволяя повысить качество и надежность выпускаемой продукции (повышая, тем самым, ее конкурентоспособность).

Разработка клиентской архитектуры системы мгновенных сообщений по технологии WebSocket

Горчаков А.Я.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

tenebrisultorem@yandex.ru

Для корректной работы любой организации необходима отлаженная и оптимизированная система связи между её сотрудниками. В данной работе будет представлена разработка такой системы в контексте использования её в рамках организации научной конференции «Гагаринские чтения»

Использование популярных мессенджеров для обеспечения связи в организации является неприемлемым по ряду причин – это и недостаточная оптимизация системы для нужд организации, и малая защищённость информации, передаваемой между сотрудниками, и невозможность оградить от нежелательной и даже вредной для работы организации информации. По данным причинам каждая уважающая себя организация должна иметь собственную систему связи. В данной работе будет создана такая система, представленная в виде службы мгновенных сообщений, оптимизированная для обеспечения связи между организаторами и участниками научной конференции «Гагаринские чтения».

Клиентская часть приложения будет представлена в виде интерактивной веб-страницы, которая будет связываться с серверной частью при помощи технологии WebSocket. Данная страница будет отправлять на сервер запросы на получение и отправку сообщений и иной информации, управлению и так далее. Грамотное использование подобной системы позволит увеличить безопасность работы службы без ущерба интерактивности и удобству использования, а также упростит перенос системы на другие платформы. Интерфейс будет создан с учетом особенностей задачи, например информация об участниках и организаторах будет указываться только в интересующей нас области (научные достижения, ученая степень, опыт), а темы и сообщения распределены по соответствующим категориям.

Нейронные сети глубинного обучения для задач распознавания

Григорьевич И.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Аверкин А.Н.

МАИ, Москва

illenium.toy@gmail.com

С каждым годом в мире все больше процессов доверяют искусственному интеллекту. Почти каждый из нас, даже если и не знаком с таким понятием как искусственные нейронные сети, сталкивался с результатом их работы.

Нейронные сети уже не один год используются в таких областях как: системы ввода и обработки информации, прогнозирование временных рядов, мониторинг информационных потоков, медицина, ассоциативный поиск информации и многое другое. Одним из самых перспективных и популярных направлений в данной области являются задачи, связанные с распознаванием.

В рамках данной работы речь пойдет об исследовании в области сознания человеко-машинного интерфейса, основанного на распознавании одного из естественных для человека способов взаимодействия с компьютером – жесты. Распознавание жестов рук является довольно актуальной задачей в таких приложениях, как управление компьютером, автоматизированный сурдоперевод (процесс перевода языка жестов на естественный язык), естественное взаимодействие с трехмерными компьютерными моделями объектов и т.д.

Для создания интерфейса будет использоваться сверточная нейронная сеть.

Свёрточная нейронная сеть (СНС) – специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на эффективное распознавание изображений. СНС входит в состав

технологии глубинного обучения, является одним из лучших алгоритмов по распознаванию и классификации, обладает относительной устойчивостью к сдвигу и повороту распознаваемого изображения. Структура сети – однонаправленная и многослойная, то есть чередуются свёрточные и субдискретизирующие слои. Для обучения сверточных нейронных сетей используется метод обратного распространения ошибки, также требуется много данных, иначе можно получить эффект «переобучения» – это ситуация, когда нейронная сеть запоминает и обобщает признаки, характерные не для заданных объектов, а для отдельных элементов обучающей выборки.

Задача разработки интерфейса взаимодействия с компьютером с помощью жестов будет разделена на этапы:

- Анализ доступного спектра оборудования для получения визуальной информации;
- Встраивание механизма захвата и обработки изображения;
- Подготовка обучающей выборки;
- Обучение сверточной сети на созданной выборке;
- Создание динамического указателя результатов работы интерфейса;
- Тестирование и доработка.

Жизненный цикл производства объекта «Рабочее колесо» с использованием проектно-производственного сопровождения

Гурская А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

ari555871@gmail.com

Ежегодно на предприятиях возникают сотни новых идей, призванных: ускорить производство, улучшить потребительские свойства изделий, уменьшить расходы на производство. Часть этих идей при первичном рассмотрении признаётся несостоятельными. Из оставшихся, пущенных в разработку, минимум половина не приносит ожидаемого эффекта, и лишь малая доля реально оказывается воплощённой в конечном изделии. Системы класса PLM и ERP призваны оптимизировать и контролировать все проектные производственные нормативные циклы при изготовлении изделий или создании новых НИР и ОКР.

PLM (Product Lifecycle Management) системы – это реляционные базы данных созданные для контроля и управления жизненным циклом предприятия: начиная от проекта (создания КД) до завершения изготовления (поставка готовой продукции и снятия ее с учета предприятия).

Реализация данного программного обеспечения при подготовке и изготовлении продукции необходима и важна на российском рынке. Производственные стандарты на наших предприятиях довольно устарели и требуют систематизации и хранения на более современных носителях.

Рабочее колесо – это основная сборочная единица в центробежном насосе, от которой зависят основные показатели и работоспособность всего механизма. Данные насосы используются в таких областях промышленности как кораблестроении, нефтегазовая промышленность и не только. Рабочее колесо служит для преобразования вращательной энергии, которая выходит из электропривода в энергию потока воды. В зависимости от формы лопаток на рабочем колесе меняется и назначение всего агрегата. Одна из самых важных вещей заключается в том, что бы при проектировании правильно задать кривую лопатки рабочего колеса, так как от этого будет зависеть работоспособность и срок службы всего насоса.

В вопросах, обработки большого количества расчетов и проектирования наилучшей конструкции при меньших затратах – помогут СИМ (проектно - производственного сопровождения) системы. Они способны помочь создать конструкторскую документацию,

технологическую документацию, распланировать производственный цикл изготовления, то есть консолидируют информацию по всему жизненному циклу производственной цепи.

Исследование механизмов межзадачного взаимодействия операционной системы QNX Neutrino, на основе разработки ПО кластера высокой готовности с системой горячего резервирования

Девяткин А.С.

Научный руководитель — Квашнин В.М.

МАИ, Москва

al.devyatkin@bk.ru

Разрабатываемое программное обеспечение, установленное на одном из узлов кластера, должно обмениваться информацией с менеджером высокой готовности. Получать от него информацию о процессах, а также подавать заявки на запуск или их изменение.

Для поиска методов обмена информацией, потребовалось изучить механизмы межзадачного взаимодействия.

В ОСПВ QNX Neutrino имеется большой набор механизмов межзадачного взаимодействия — от знакомых разработчикам UNIX и POSIX сигналов и разделяемой памяти до нестандартного для QNX обмена сообщениями. Все виды межзадачного взаимодействия обозначены в списке ниже с информацией о том, что именно отвечает за реализацию этих механизмов:

- Обмен сообщениями, реализовано в микроядре;
- сигналы, реализовано в микроядре;
- разделяемая память, реализовано в администраторе процессов procnto;
- очереди сообщений POSIX, реализовано в менеджере mqueue;
- именованные (FIFO) и неименованные (pipe) программные каналы, реализовано в менеджере pipe;
- Persistent Publish and Subscribe (PPS, устойчивая служба публикации и подписки), реализовано в менеджере rps.

Выбор пал на службу публикации и подписки PPS, ввиду её простоты и обладанием надлежащим для нашей задачи функционалом. Данный механизм позволяет обмениваться информацией через файловую систему QNX, где объектами обмена являются файлы.

Модуль взаимодействия с файловой системой отвечает за считывание и запись информации, расположенной в файловой системе QNX Neutrino. Для удобства будет использоваться служба rps.

Persistent Publish and Subscribe (PPS, устойчивая служба публикации и подписки) — форма межзадачного взаимодействия, основанная на обмене сообщениями, которая появилась в ОС реального времени QNX в версии 6.5.0. За реализацию службы PPS отвечает специальный менеджер PPS. Основные отличия и преимущества службы PSS над другими вариантами межзадачного взаимодействия:

- Слабое связывание масштабируемых проектов — легкое изменение набора взаимодействующих компонентов;
- Большая гибкость — взаимодействие с объектами может строиться не только по привычной схеме один-к-одному. Также поддерживается взаимосвязь «один-ко-многим» (один издатель, несколько подписчиков) и «многие-к-одному» (много издателей, один подписчик).
- Сохранение данных между перезагрузками — не нужно заботиться о сохранении текущих данных, достаточно разместить их в объекте PPS и менеджер rps сохранит их из оперативной памяти в подходящий момент времени;
- Независимость от языка — компоненты, реализованные на разных языках программирования могут без проблем взаимодействовать друг с другом. Множество языков и платформ уже поддерживают PPS.

PPS очень удобный инструмент. Его объекты представляются файлами, в которых описываются объекты со своими свойствами. Одному файлу соответствует только один объект. Любой процесс может считывать и изменять такой файл, если POSIX атрибуты доступа это позволяют. Работа с PPS возможна практически на любом языке, так как для доступа к объектам используются обычные POSIX функции `open()`, `read()`, `write()` и другие.

Анализ факторов, влияющих на задержку общественного транспорта в информационной модели мегаполиса

Дирацунян Д.Д., Кижватова Н.В.

Научный руководитель — Егорова Е.К.

МАИ, Москва

wasd31@ya.ru

Людям проживающим в современном мегаполисе постоянно приходится преодолевать огромные расстояния каждый день и не у каждого есть личный транспорт. Поэтому область занимающаяся пассажирскими перевозками является одной из самых крупнейших на данный момент.

Требуемый уровень общественного транспорта постоянно меняется, именно поэтому перед предприятиями, занимающимися перевозками, всегда стоит вопрос об оптимизации.

В случае мегаполиса наиболее важной целью является оптимизация времени пути. Для этого необходимо рассмотреть сами факторы, которые влияют на задержки транспорта в пути. Именно анализ этого и является темой этого доклада.

Наиболее распространенным наземным общественным транспортом, который присутствует в любом мегаполисе в мире, является автобус, поэтому на его примере я и делаю свое исследование.

Главной вещью, на которую стоит обратить внимание является распределение пассажиропотоков во времени. В него входит общая информация о транспортной подвижности населения, её направленности и изменений во времени. Из этой информации можно дать оценку существующей системе и исходя из нее заниматься оптимизацией.

Например зная закономерности изменений потока по времени можно выбрать более оптимальное расписание движения, более эффективный транспортный состав и его количество на дорогах в момент времени, можно рассчитать показатели, характеризующие движение автобуса.

Не менее важно изучить закономерности изменений, накладываемых на это распределение различными внешними факторами, такими как городские праздники(в дни государственных праздников зачастую проходят мероприятия в центре города, из-за которых нагрузка на конкретные маршруты возрастает), изменение погодных условий(при сильном снегопаде большее количество людей решит воспользоваться автобусами, однако целесообразно ли выпускать много транспорта, рискуя получить перегруженные дороги?).

Не стоит забывать и об экономической части этой оптимизации: общественный транспорт должен удовлетворять критериям не только по качеству предоставляемых услуг, но и по цене, как для перевозчика, так и для самого пассажира;целесообразности использования ресурсов(как материальных, так и трудовых);и не менее важное - экологическим критериям.

Лишь изучив все факторы, которые влияют на общественный автотранспорт, мы сможем понять, как же нам его оптимизировать.

Рекомендательные системы с естественно-языковым интерфейсом

Добронравов О.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фомичев В.А.

МАИ, Москва

olegdobronravov94@gmail.com

Появление и развитие интернета сильно отразилось на всех видах деятельности. Очень сильно интернет повлиял на такую деятельность как торговля. Начали появляться различные интернет-магазины, которые предоставляют возможность приобрести нужный человеку товар не выходя из дома.

Однако процесс поиска и выбор необходимого товара в обычном магазине и в интернет-магазине отличается. Отличается тем, что в обычном магазине есть консультант, который может порекомендовать тот или иной товар на основе пожеланий покупателя. В обычном магазине покупатель может задавать какие-либо вопросы консультанту, так и консультант может спрашивать что-то у покупателя. Между консультантом и покупателем может возникнуть диалог – двустороннее общение. Данное общение происходит на естественном языке (естественный язык – язык на котором общаются люди, пишут книги и т.д.). В интернет-магазине покупатель вынужден сам искать товар пользуясь системой фильтров и поисковой системой, которая ищет по ключевым словам, что делает поиск и выбор товара менее удобным. По этой причине необходимо разработать систему, которая сможет что-то порекомендовать, как консультант в обычном магазине, взаимодействие с которой будет происходить на удобном для человека естественном языке – рекомендательную систему с естественно-языковым интерфейсом, которая будет искать товар не по каким-то ключевым словам, а по смыслу запроса покупателя. Также данная система должна работать в диалоговом режиме.

Разрабатываемая система будет представлять некоторое диалоговое окно – чат. В данном окне как покупатель сможет задать какие-либо свои вопросы по нужному товару на естественном языке, а система, поняв смысл запроса посредством перевода естественно-языкового текста в концептуальное представление, выдаст ответ пользователю, так и система сможет задавать какие-либо вопросы для поиска необходимого товара.

Вопросы, задаваемые пользователю, будут храниться в базе данных вопросов, и данная база будет пополняться. В связи с тем, что люди в разной степени разбираются в той или иной области, набор вопросов для разных категорий пользователей по уровню знаний по конкретной сфере будет отличаться, что сделает процесс поиска и выбора товара комфортным для покупателя. Обработка пользовательского запроса будет происходить по следующему алгоритму:

1. Пользователь формирует запрос.
2. Запрос отсылается в лингвистическую базу данных, где создается SQL запрос на основе смысла, извлеченного из запроса пользователя посредством концептуального представления текста.
3. SQL запрос отправляется в базу данных магазина.
4. База данных на основе запроса генерирует ответ и отправляет его в удобном виде на компьютер пользователя.

Разработав данную систему, процессы поиска и выбора товара в обычном магазине и в интернет-магазине будут одинаковы, что будет удобно для покупателя. Количество покупателей в интернет-магазине с данной рекомендательной системой будет возрастать, что положительно скажется на доходе магазина.

Моделирование конструкции и технологии изготовления изделия - «Шпиндель металлорежущего станка с ЧПУ»

Ермилова Е.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

hilavisa@rambler.ru

Металлорежущие станки с ЧПУ являются наиболее распространёнными и востребованными во всем мире. Современные станки с ЧПУ являются основой комплексов машиностроительного производства для изготовления различных деталей, составляющих современное оборудование, машины, изделия потребительского спроса. Поэтому производству станочного оборудования уделяется особое внимание, в частности, в нашей стране. От качества проектирования элементов конструкции станочного оборудования зависят качественные показатели экономики.

В предлагаемой работе рассматривается вопрос автоматизированного проектирования таких важных узлов, как шпиндельные узлы. От качества спроектированной конструкции зависят, в конечном итоге, такие важные показатели, как точность металлорежущего станка, трудоемкость его изготовления, себестоимость. В основе автоматизированного проектирования конструкции шпиндельных узлов лежат процедуры структурного синтеза и параметрический синтез. Качественное выполнение этих процедур необходимо для получения высоких результатов проектирования.

В основе параметрического синтеза лежат расчеты параметров конструкции. Точность расчетов определяется разработанными математическими моделями, а также программное обеспечение этих расчетов. Кроме того правильный выбор программного обеспечения позволяет существенно ускорить процесс проектирования конструкции шпиндельного узла и повысить его качество. В качестве основных расчетных параметров были выбраны расчеты на жесткость, точность и виброустойчивость. Расчеты проводились с использованием среды языка программирования Delphi. Такой подход позволяет осуществлять проектирование в режиме диалога. При этом осуществляется вывод основных параметров (размеров и рабочих характеристик) на дисплей. В процессе проектирования используется диалоговый режим с проектировщиком. Полученные варианты конструкции шпиндельного узла, их параметры рассчитываются в пакетном режиме и оперативно выбираются наилучшие.

Для создания «дружественного интерфейса» использовался язык программирования Visual Basic. Такой подход позволил с одной стороны ускорить процессы расчета и обеспечить их точность, с другой - обеспечить удобство пользования разработанной средой проектирования. Применение разработанной системы апробировалось в производственных условиях и показало высокую эффективность, выражающуюся в снижении времени проектирования подобных конструкций.

Развитие разработанной среды проектирования позволит распространить ее на проектирование всей конструкции металлорежущих станков.

Модель структуры производственной программы научно-производственного предприятия

Ермохин Е.А.

Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

ermokhin@matias.ru

В деятельности научно-производственного предприятия, занимающегося созданием сложных технических систем (СТС), приходится совмещать планирование опытно-конструкторских работ (ОКР) и работ по изготовлению серийных образцов продукции.

Такой подход позволяет более эффективно использовать имеющиеся ресурсы, не разделяя их на ресурсы опытного и серийного производства.

В модели производственной программы можно условно выделить группу заказов, описывающих совокупность ОКР. Определим их как портфель проектов ОКР. Гибкое управление портфелем проектов ОКР позволяет вести планирование и управление деятельностью в условиях ограниченности трудовых ресурсов (специалистов, оборудования, помещений).

К основным задачам, которые решает подсистема формирования портфеля проектов, можно отнести определение приоритетов выполнения проектов, распределения и контроля ресурсов, и оценку длительности выполнения общего плана. Отдельные проекты в портфеле могут быть не связаны между собой по техническим решениям, но имеют общие ограничения по производственным ресурсам. Существующее решение позволяет подбирать пул проектов в зависимости от выделенных ресурсов и сроков выполнения заказов. Модель позволяет комбинировать проекты при планировании, идентифицируя их по счетам и заказам, производить расчеты на ограниченном и неограниченном пуле ресурсов, что обеспечивает возможность расчёта вариантов циклов работ, варьировать сроки их начала и смещения во времени относительно друг друга.

Планирование опытно-конструкторских работ предполагает больший процент неопределенности, так как доступны только экспертные оценки длительности работ, что осложняет планирование таких проектов. Часто встречается ситуация, когда одни и те же уникальные трудовые ресурсы (включая оборудование) задействованы в нескольких проектах, при этом в каждом конкретном проекте загрузка ресурса может быть невысокой. Обзор общего потребления ресурсов в портфеле проектов позволяет выявить узкие места еще до запуска проекта в работу.

Графический интерфейс пользователя позволяет упорядочивать проекты при заданной программе выпуска продукции, распределяя их по счетам и заказам, и сравнивать различные варианты планов. К примеру, пользователь, меняя крайний срок выполнения конкретного проекта, входящего в портфель, может визуально определить изменения в характере загрузки ресурсов предприятия, пользуясь аналитическими отчетами (диаграмма загрузки подразделений, цикловой график и др.).

Таким образом, существующее решение позволяет:

- гибко распределять ресурсы между элементами производственной программы;
- контролировать доступность ресурсов, способствовать нахождению организационно-технических ограничений в проектно-производственной системе предприятия;
- повышать эффективность использования трудовых ресурсов предприятия.

Разработка сервис-ориентированной архитектуры системы дистанционного обучения

Жарков Е.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Кибзун А.И.

МАИ, Москва

zhr.evg@gmail.com

В последнее время при разработке крупных информационных систем все большее внимание уделяют концепции сервис-ориентированной архитектуры (Service-Oriented Architecture). Основная идея состоит в том, что систему разделяют на компоненты или сервисы, которые могут храниться и выполняться на различных ЭВМ, что позволяет сформировать масштабируемую распределенную систему. В данной работе описывается основная концепция сервис-ориентированной архитектуры, ее преимущества и недостатки, а также некоторые ее разновидности, такие как архитектура веб-сервисов (Web Service Architecture) и архитектура микросервисов (Microservices architecture). Описаны основные стандарты и протоколы взаимодействия компонентов между собой. Проводится

исследование применения принципов данных архитектур при построении системы дистанционного обучения. Моделируется взаимодействие модулей системы дистанционного обучения с помощью сетей Петри. Во второй части работы исследуются особенности применения концепции микросервисов в отдельных модулях системы для повышения отказоустойчивости и масштабируемости. Рассмотрен модуль математической поддержки, позволяющий вычислять показатели эффективности студентов, формировать тестовые наборы заданий, автоматически оценивать сложность заданий на основе статистических данных. В связи с большим объемом выполняемых задач, подробно описано разбиение данного модуля на микросервисы, что позволило изолировать сбои данного модуля от основной системы, а также повысить удобство внедрения новых математических алгоритмов, позволяющих проводить необходимые расчеты.

Разработка слоистой архитектуры в сложном проекте интерпретатора языка BML

Жига Н.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

assisken@yandex.ru

Для разработки программного обеспечения необходимо правильно подобрать и составить архитектуру, иначе её будет сложно разрабатывать и поддерживать. Правильно подобранная архитектура поможет разработчикам упростить коммуникацию между собой, также позволит повторно использовать код уже в других проектах.

Слоистая архитектура — вид архитектуры системы, состоящей из совокупности программных подсистем, называемых слоями. Свойства слоёв:

- Изолированность — каждый слой не знает о свойствах, или существовании более высоких слоёв;
- Связанность — каждый слой может обращаться к следующему внутреннему слою через интерфейс, не получая никакие свойства от него;
- Самодостаточность — каждый слой располагает своими ресурсами, скрывая их от других слоёв, либо предотвращая доступ к ним.

Благодаря этим свойствам, отдельные слои одного программного обеспечения можно заново использовать в других.

Рассмотрим пример применения данного вида архитектуры на интерпретаторе языка BML. BML — декларативный интерпретируемый язык программирования для обеспечения работы бекенд-части веб-сервера. Его интерпретатор состоит из следующих слоёв:

- Слой синтаксиса;
- Слой локаций;
- Слой ввода;
- Слой данных;
- Слой шаблонизатора.

Слой синтаксиса состоит из парсера XML-файлов и интерфейса, этот слой необходим для извлечения данных из файлов и обеспечения доступа к ним следующему слою.

Слой локаций формирует структуры данных, необходимые для дальнейшей работы программы. Со следующим слоем этот слой обеспечивает проверку данных на валидность, например, проверку запрашиваемого маршрута и возвращение соответствующего представления веб-ресурса.

В языке BML каждому маршруту соответствует своя локация. Проверка соответствия осуществляется с помощью сравнения строки маршрута с регулярным выражением, генерирующимся из названия локации. При соответствии этот слой передаёт соответствующую локацию следующему слою, при несоответствии (т.е. если маршруту не соответствует ни одна локация) слой передаёт ошибку.

Таким образом, слоистая архитектура на данном примере позволяет использовать различные реализации парсеров для XML-файлов, необходимо лишь адаптировать соответствующую реализацию интерфейса, не затрагивая остальные части системы. В случае изменения синтаксиса самого языка BML, необходимо лишь ввести изменения внутри слоя локаций, не затрагивая, например, слой данных, что сильно экономит время как на поддержку проекта, так и на дальнейшее его развитие.

Анализ и модернизация информационной инфраструктуры банка

Журенков Александр

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Гуснин С.Ю.

МАИ, Москва

sanya.94@list.ru

Сегодня сложно переоценить значимость информационных технологий в работе какого-либо бизнеса. Где-то в большей степени, где-то в меньшей, но, так или иначе, информационные технологии являются неотъемлемой частью всех современных компаний и предприятий, для которых важен быстрый и надежный обмен данными.

Особенное место правильная информационная инфраструктура занимает в банковской сфере. Большая часть всех бизнес процессов банка зависит от правильной работы информационной и её основы - сетевой инфраструктуры. Соответственно, плохо продуманная инфраструктура может повлечь нарушение бизнес процессов и потерю как в финансовом, так и в репутационном планах, что, несомненно, крайне критично для банка.

Как правило, информационная инфраструктура должна отвечать следующим основным параметрам:

- Безопасность
- Отказоустойчивость
- Масштабируемость
- Производительность

Для обеспечения всех этих параметров необходимо анализировать и выбирать необходимые подходы к построению инфраструктуры, технологии и протоколы: для безопасности – обеспечить шифрование трафика и разграничить права доступа; для отказоустойчивости – выбрать необходимые технологии (например, агрегирование каналов) и протоколы (например, VSS или HSRP); для масштабируемости и производительности – создать правильную топологию и выбрать необходимое оборудование. Кроме этого, решение должно быть рационально с точки зрения финансовых затрат.

Особое внимание уделяется и банковскому ЦОД, который также должен отвечать описанным выше требованиям. Как правило, серверы банка располагаются либо в удаленном ЦОД, либо на территории банка в построенном для этого собственном ЦОД. Крупные банки чаще всего создают собственные большие ЦОД. У небольших банков, как правило, нет возможности создать свой ЦОД, отвечающий всем требованиям, в связи с чем они вынуждены использовать удаленный ЦОД, что также не является оптимальным. Поэтому, всё чаще компании прибегают к использованию так называемых облаков.

Использование облаков позволяет в первую очередь решить проблемы масштабируемости и производительности. Так, в случае, если большие вычислительные мощности требуются редко, то нет необходимости переплачивать за оборудование «про запас», которое будет простаивать большую часть времени. Также, в случае нехватки имеющихся мощностей, нет возможности быстро увеличить производительность, для этого, зачастую, требуются месяцы. При использовании облаков наращивание мощностей можно произвести в любое время, быстро и в любом объеме.

В плане безопасности и отказоустойчивости облака также имеют плюсы. Так, хорошие облачные провайдеры имеют государственную аттестацию, что подтверждает соответствие предоставляемых услуг требованиям безопасности. Также, облачные провайдеры используют ряд решений, позволяющий обеспечить отказоустойчивость до 99%.

Таким образом, облака являются одним из лучших решений для небольших компаний. Они позволяют без лишних затрат организовать ЦОД, который будет отвечать всем необходимым требованиям.

Сетевая система контроля достижений обучающихся

Зайченко А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

zaychenko.96@mail.ru

Технологии не стоят на месте. Новые разработки различного программного обеспечения идут с поистине вдохновляющей скоростью. В наше время, когда все вокруг зависит от технологий, получить доступ к какой-либо информации не составляет особого труда. К такой информации относятся и персональные данные, поэтому их безопасность - первоочередная задача нынешних разработчиков. Возможно, данные о академических достижениях студентов могут показаться не столь важными для создания децентрализованной, защищенной криптографическими алгоритмами, системы их хранения, но для максимально точного процесса обучения, лишенного возможности махинации с этими данными, все средства хороши.

В настоящий момент наибольшую безопасность данных предоставляют блокчейн-сети. Многие крупные корпорации и целые правительства внедряют блокчейн во все сферы, касающиеся персональных данных, последние несколько лет. В нашей стране этот процесс начался немного позже, внедрение подобных сетей перешло в активную фазу с 2016-го года.

Блокчейн, как система хранения данных имеет несколько достоинств:

1. Все данные, записанные в сеть, остаются в сети. Если кто-либо изменит данные по определенному объекту, в сети сохранится и начальное состояние и конечное.

2. Все действия с данными, такие как запись, редактирование строго определяется смарт-контрактами. Это значит что произвести какие либо махинации с данными, не предусмотренные разработчиком сети не представляется возможным.

Сетевая система контроля будет состоять из двух частей:

- Блокчейн-сеть, хранящая данные
- Web-ресурс для доступа к данным

На данный момент, для продолжения работы по проекту, ожидается официальный релиз Hyperledger Fabric 1.1. Это open-source проект компании Linux Foundation, представляет инструменты для развертывания и диагностики блокчейн-сетей, сокращающие время разработки в несколько раз. Новый релиз ускорит доступ к данным и упростит создание смарт-контрактов, добавив поддержку языка JavaScript для их написания.

А сам проект сможет обеспечить высокий уровень надежности и доверия к хранимым данным.

Разработка прикладной библиотеки функционирования слоя данных в интерпретаторе декларативного языка BML методология BlockSet

Золотов Д.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

zombibober@gmail.com

За небольшой период индустрия пополнилась большим множеством способов и методологий создания Web-узлов.

BlockSet – это методология, позволяющая упростить разработку клиент-серверного приложения, благодаря простоте в освоении и возможностью задавать в сокращенном форме структуру и поведение элементов методологии (наборов и блоков), позволяет гибко решить

большинство основных задач, возникающих в индустрии Web-разработки. В основе методологии BlockSet на основе языка XML разработан декларативный язык BML (BlockSet Modeling Language) или «моделирующий язык BlockSet», который описывает логику генерации динамической Web-страницы. Проект BlockSet строится на слоистой архитектуре, один из слоев которых, называется Data Layer (“уровень данных”), отвечающий за работу с базами данных. Подразумевается, что слой данных будет поддерживать множество баз данных. На данный момент мы используем СУБД MySQL.

В большинстве случаев первым слоем, который оказывается под нагрузкой, является база данных. Основная проблема — это построить наиболее эффективный запрос на основе входящих древовидных данных. Один из вариантов — построить запрос с помощью оператора JOIN. Другой вариант — строить запрос с использованием подзапросов, то есть операторов WHERE и IN. Разница между этими вариантами заключается в том, что во втором случае запросы обрабатываются последовательно, что требует времени на слияние основного запроса и подзапроса, а при использовании JOIN запросы будут обрабатываться параллельно, что потребует дополнительной памяти. Третий вариант — использование одиноких запросов. Каждый из вариантов при работе с таблицей при малом количестве записей затрачивает небольшое количество времени, однако в больших таблицах разница будет существенная.

Создание эффективной архитектуры запросов на основе древовидных данных, передаваемых в слой Data Layer является одной из наиболее важных проблем при разработке интерпретатора языка BML. Программное обеспечение, разработанное при реализации языка BML и его интерпретатора, было уже апробировано и ожидает широкого внедрения в индустрию Web-разработки.

Автоматизированный расчет конструкторских размерных цепей с применением ЭВМ

Иванов А.А., Бочаров С.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Тимирязев В.А.

НИУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва

ivanovandreyanatolievih@gmail.com

Автоматизированный расчет конструкторских размерных цепей осуществляется на примере буровых долот, которые представляют собой сложную механическую конструкцию, функциональными параметрами точности которой являются допускаемые радиальное биение и разновысотность зубьев шарошек. Достижение требуемых параметрами точности изделия осуществляется методами взаимозаменяемости, регулировки или пригонки на основе выявления и расчета соответствующих конструкторских размерных цепей. Для автоматизации решения этих задач разработан пакет программ, обеспечивающих выполнение расчетов размерных цепей на компьютере в диалоговом режиме. Программа позволяет задавать необходимое число звеньев цепи, их номиналы, допуски и предельные отклонения. Расчет размерной цепи включает расчет номинальных значений составляющих звеньев и расчет допусков с учетом выбранного метода достижения точности. Программа позволяет осуществить решение как прямой, так и обратной задач, когда имеют место накладываемые ограничения на параметры точности отдельных деталей. На монитор выводится соответствующий кадр программы с окнами и кнопками для быстрого ввода параметров точности деталей и получения текущих результатов расчета. Разработанная программа позволяет задать различное число составляющих звеньев цепи, которые графически отображаются в левой части экрана. При этом представляется возможным менять характер звена путем перевода его из увеличивающего в уменьшающее и наоборот. Применение пакета программ для расчета конструкторских размерных цепей с использованием ЭВМ позволяет существенно сократить трудоемкость расчетов точности конструкций различных изделий. Программа обеспечивает возможность быстрого

выявления требуемого метода достижения точности и соответствующих параметров точности деталей узла.

Список использованных источников:

1. Тимирязев В.А., Косарев М.В. Использование ЭВМ для расчета размерных связей машин, горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) 2011, №4-6, с.72-75

2. Минакаян В.У., Сазыкин А.А., Тимирязев В.А., Автоматизированный расчет конструкторских размерных связей с помощью ЭВМ, горный информационно-аналитический бюллетень, 2006, №11, с. 316-318

Разработка интерактивного веб-ресурса визуализации сложных 3D-моделей с применением технологии WebGL

Ивлева С.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

alter_trame@mail.ru

Работа посвящена созданию интерактивного учебного пособия с отображением 3D-моделей и интерактивным взаимодействием с ними. Конечным продуктом данной научно-практической работы является веб-ресурс, обеспечивающий наглядное отображение сложных машиностроительных сборок. В качестве наиболее эффективного средства с наименьшим порогом вхождения для решения поставленной задачи был выбран программный комплекс T-FLEX CAD.

В T-FLEX CAD выполняется прорисовка и превращение чертежей в 3D-модель, из которых затем делается сборка. С помощью инструмента «анимация» выполняется разборка. На веб-странице ресурса пользователь может полностью ознакомиться со сборкой. Для этого применена технология WebGL, позволяющая запрограммировать интерактивное приложение с помощью JavaScript, что даёт широкие возможности по работе с полученной сборочной единицей. В итоге получается «оживлённая» картинка сборки, которую пользователь может покрутить и посмотреть со всех сторон.

Также на веб-странице ресурса можно подробнее ознакомиться со строением сложной 3D-детали, наглядно отобразив её характеристики. Для этого в программе T-FLEX CAD осуществляется разборка, которая позволяет визуализировать каждую из деталей сборки, задать им очерёдность и угол вращения. Например, можно отобразить, в какую сторону и в какую деталь закручивается винт.

Для визуального отображения разборки на странице используется программа для записи видео с экрана компьютера и, затем, полученный результат конвертируется в анимированный GIF-формат.

В процессе работы формируется библиотека деталей и сборочных единиц, помогающая пользователю найти нужную ему информацию. Работа будет полезна как для студентов, так и для людей, работающих в машиностроительной области.

Таким образом, результатом работы является интерактивное пособие, дающее возможность пользователю наглядно ознакомиться с интересующей его сложной машиностроительной деталью, увидеть её сборку со всех сторон и изучить строение, вплоть до мелочей.

Влияние турникетов в автобусах при условии адаптивного расписания

Игнатьев Т.И.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

tima-1994@yandex.ru

Сегодня учёные и специалисты по организации движения стараются найти оптимальное решение управлением городским общественным транспортом, обеспечив удобство и комфорт при передвижении людей, одновременно снижая экологический вред и неоправданные траты времени и финансов. Вносят свой вклад в этот процесс IT-специалисты, создавая транспортные модели адаптивного изменения графиков движения общественного транспорта (автобусов) с использованием математического аппарата и современного программного обеспечения.

Одним из главных показателей, который входит в математическую модель адаптивного управления расписанием движения автобусов является интервал движения. Считается, что основной проблемой увеличения интервалов движения служат городские пробки. Для сокращения влияния этого фактора предпринято создание выделенных полос движения для городского транспорта, но проведённые исследования показали, что даже при этом транспорт стоит на остановках около 60% времени от всего пути. Посадка пассажиров с использованием турникета в автобус через первую дверь вместо трех (или в случае длинных автобусов четырех) дверей и последующего прохода в салон занимает значительно больше времени. Кроме того, огромные очереди на посадку отрицательно влияют на имидж городского транспорта.

Автобусы при выходе на маршрут движутся согласно расписанию. При входе через переднюю дверь и проходе через турникет большого количества народу в утренний и вечерние часы пик, автобусы проводят много времени на остановках, что ведет за собой нарушение расписания транспорта. Из-за необходимости держаться в графике водители автобусов вынуждены увеличивать скорость во время движения, что приводит к снижению безопасности на городских улицах и увеличенному износу автобусов. Диспетчерам приходится выпускать дополнительные автобусы. Возникает проблема учёта дополнительного нелинейного субъективного фактора при моделировании графиков движения с целью оптимизации графика движения автобусов.

Задачей является перераспределение временных интервалов движения автобусов. Вход только через первую дверь и последующий проход через турникет приводит к серьезному замедлению общественного транспорта из-за того, что увеличивается время ожидания на остановках. Автобусы, производящие посадку через турникет на узкой улице, задерживают весь попутный транспорт на этой улице.

В ходе работы над данной темой была разработана модель, позволяющая создать адаптивное расписание движения автобусов, которая моделирует посадку пассажиров только через переднюю дверь и посадку через все двери автобуса. Данная модель помогает определить, как различные варианты посадки пассажиров влияют на составление расписания. В результате можно сделать вывод, что использование турникетов в автобусах не решает поставленных задач, не оправдывает ожидания, снижает скорость, комфорт, безопасность, увеличивает цену, снижает предсказуемость времени движения автобуса. Тестирования данной модели проходили на кафедре 813.

Применимость современных криптографических алгоритмов с открытым ключом в условиях квантовых вычислений

Ирбитский И.С.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

edeon1997@gmail.com

Одним из успехов 21 столетия стало создание хоть и маломощных, но вполне работоспособных квантовых компьютеров. Это ознаменовало возможность реализовать на них алгоритмы, предложенные в 1994 году Питером Шором, решающие задачи факторизации и дискретного логарифмирования и имеющие при этом субэкспоненциальную сложность. Это означает, что криптографические алгоритмы, основанные на сложности решения этих задач, потерпят крах и будут непригодными для применения при условии создания более мощных квантовых компьютеров, что возможно в обозримом будущем.

Данная работа призвана выделить из имеющихся алгоритмов те, которые останутся устойчивы к атакам посредством квантовых вычислений при условии использования более мощных, чем ныне существующие, квантовых компьютеров (имеющих порядка 1000-2000 кубитов), основанные на сложности решения задач, для которых пока не найдено решение с субэкспоненциальной сложностью. К таким задачам относятся, например, задача нахождения кратчайшего вектора решётки, а также задача декодирования полных линейных кодов.

В качестве исследуемых рассмотрены следующие алгоритмы шифрования: RSA, схема Эль-Гамала, McEliece, Niederreiter, LUC, алгоритмы на эллиптических кривых, NTRU-Елсгурт, криптосистема Рабина. Во внимание принят не только факт устойчивости к квантовым методам атак, но также другие свойства алгоритмов (длина ключа, время шифрования и другие особенности). Отобранные в результате исследования алгоритмы реализованы в клиентском приложении, позволяющем генерировать ключи симметричных алгоритмов (AES) и шифровать эти ключи.

Моделирование конструкции и технологии изготовления изделия «Переключатель»

Кабакин И.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.

МАИ, Москва

kaalin.ivan@mail.com

Развитие электронно-вычислительных машин и повышение мощностей микропроцессоров привело к возможности создания и дальнейшего использования систем автоматизированного проектирования, позволяющих создавать информационные модели изделия на этапе проектирования. Управление процессами производства, оптимизирование технологий и возможность создание конструкторско-технологической документации, предоставляет возможность изделию иметь высокие позиции на рынке. В настоящее время, не представляется возможность поддерживать конкурентоспособность предприятия без применения систем автоматизированного проектирования (NX, CATIA, PTC Creo) позволяющих использовать систему управления данными об изделии (PDM) и систему управления жизненным циклом (PLM).

Однако на данном этапе развития САПР ни одно из предприятий не может ограничиться применением одной, хотя и полностью удовлетворяющей его системы. Также невозможно обеспечить полную совместимость по системам со всеми сторонними партнерами. Следовательно, рождается потребность в создании универсальной, комплексной системы автоматизированного проектирования. Однако не все системы подходят под эти определения. Универсальной система может считаться, если имеется информационная база,

учитывающая все особенности конструкторской работы и обеспечивающая возможность создания многоуровневой иерархии выбора, с возможностью сетевой работы большого количества пользователей. Большинство таких систем постоянно расширяют перечень функций интеграции с другими аналогичными системами. Широкое применение САПР получили в авиастроении.

Самолет и его двигатель являются достаточно сложным продуктом, обычно служащие продолжительное количество времени. Поэтому для их разработки нужны САПР, поддерживающие очень большие сборки и тесные связи между отдельными элементами. На это способны только тяжелые системы. Нередко требуется подтверждения работоспособности или проверка некоторых определенных эксплуатационных характеристик. В таких случаях, наиболее простым и надежным способом проверки является создание опытных образцов с последующими испытаниями, что является достаточно затратным, поэтому наиболее эффективным считается применение виртуальных испытаний с применением систем инженерного анализа (CAE).

Реализация модели в системе Unigraphics NX 8 дает возможность конструкторам создавать аналогичные модели изделий авиастроения. За счет использования параметризованных деталей в создании конечной сборки дает возможность вносить изменения и производить модификацию в кратчайшие сроки, соблюдая константы заложенные при создании модели. После создания деталей сборки производятся расчеты на прочность за счет встроенных систем инженерного анализа.

После прочностного анализа выполняется формирование проекта на производства с использованием САПР. Система позволяет создавать, анализировать и оптимизировать модель на начальном этапе ее реализации без лишних затрат материальных и трудовых ресурсов. Позволяет создавать программы для станков с ЧПУ для выполнения автоматизированных работ требующих высокую степень точности, которую не может обеспечить человек.

Исследование возможностей синхронизации данных пользователя на разных устройствах, объединенных одной учетной записью, с использованием удаленного сервера

Казакова А.Н.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.

МАИ, Москва

kazakova1325@gmail.com

Важным аспектом в мобильной разработке является синхронизация данных пользователя на разных устройствах, объединенных одной учетной записью. Для синхронизации данных между устройствами пользователя необходим посредник, сервер, который будет заниматься хранением актуальных данных и распределением их между устройствами. Тут следует рассмотреть подробно три основные составляющие синхронизации: формат обмена данными, хранение и алгоритм синхронизации.

В качестве формата обмена данными были рассмотрены такие как «JSON» и «XML».

Выбор был сделан в пользу «JSON» из-за малого размера пакетов и простоты «парсинга».

В качестве способа хранения данных было решено использовать реляционную базу данных. Выбор пал на базу данных «SQLite» для клиента и «MySQL» для сервера. Это обусловлено большой скоростью поиска информации, что очень важно для финального продукта.

Рассмотрим алгоритм синхронизации. После запуска программы на стороне пользователя происходит выборка всех данных, которые были добавлены с последней синхронизации с сервером, преобразуются в формат «Json» и отправляются на сервер для добавления в базу. После обработки пришедших данные сервером, он выгружает данные,

которые могли появиться в базе с последней синхронизации, и высылает обновление для клиента. Клиент, получив данные, обновляет свою базу. После данных действий синхронизация считается завершенной.

Таким образом, было выявлено, из каких этапов состоит синхронизация данных между устройствами клиента. Также были выбраны технологии для реализации данного алгоритма синхронизации для финального продукта.

Разработка расширения автоматизации проверки оформления деталей и сборочных единиц для САПР Siemens NX

Калитанов Н.А.

Научный руководитель — Квашнин В.М.

МАИ, Москва

nk94@yandex.ru

NX — CAD/CAM/CAE-система от компании Siemens PLM Software, достаточно широко применяемая в машиностроении. Особенно в отраслях, где имеет место высокая плотность компоновки и большое количество деталей, а также изделия со сложными формами. Например, энергомашиностроение, газотурбинные двигатели, авиационная промышленность и т.д.

Набор приложений в составе пакета NX CAD позволяет решать задачи разработки электронного макета всего изделия и его составных частей для использования в процессах технологической подготовки к производству.

Также, для поддержки жизненного цикла изделий используется Teamcenter — пакет программных решений на основе открытой платформы PLM. Данный пакет предназначен для ускоренного вывода изделия на рынок, оптимизации использования ресурсов промышленного предприятия и поддержки сотрудничества со смежными предприятиями, имея единую базу данных, процессов и изделий.

NX и Teamcenter используются вместе для создания и выполнения требований к изделиям на каждом этапе разработки и производства.

Перед запуском изделия в производство его электронная модель проходит проверку на соответствие требованиям по целому ряду критериев. Это происходит вручную по каждому пункту требований для каждого изделия или его составной части.

Для ускорения запуска изделий в производство была поставлена задача разработать расширение для автоматизации проверки электронных моделей деталей и сборок. Это можно сделать при помощи средств расширения функциональности системы, встроенных в комплекс программ в составе пакета NX CAD. Эти средства позволяют существенно расширять стандартную функциональность системы и разрабатывать собственные средства автоматизации на базе платформы NX, используя такие языки программирования как C++, Python, Java, .NET.

При открытии детали или сборки через Teamcenter в NX теперь имеется новый пункт меню. Ранее детали проверялись вручную в обеих программах по нескольким критериям. В Teamcenter проверяется наличие детали/сборки в определённой папке будущего изделия, габариты и материал заготовки, а также наличие документа с техническими требованиями. В NX проверяется целостность геометрии, распределение по слоям, правильная закрашка шероховатости, ссылочные наборы и вид отображения. Теперь достаточно открыть деталь в NX, в верхней панели которого появился новый пункт с расширением, при запуске которого в одном окне показывается состояние по всем пунктам проверки.

Такое расширение позволит быстрее проходить этап проверки по выше описанным пунктам требований, либо полностью автоматизировать этот процесс, что благоприятно скажется на скорости поступления изделий на производство.

Разработка программного обеспечения для распознавания речи на основе нейросетей

Ким Л.Е.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

e_leokim@mail.ru

На протяжении тысячелетий люди использовали речь для обмена информацией. Речь - удобное и естественное средство коммуникации. Системы распознавания речи позволяют намного облегчить процесс работы с устройством, позволяя машине понимать человеческий язык. Первая система для распознавания речи появилась в 1952 году, она позволяла распознавать цифры, произнесенные диктором. С тех пор появилось достаточно много систем на базе различных методов, но все они не являются совершенными. Последние наработки в сфере распознавания речи показывают удивительные результаты, но всё же существуют области, в которых необходимо добиваться улучшений:

- Фоновый шум и другие помехи
- Большое количество голосов в одном канале
- Нестабильность и вариативность источников речевого сигнала
- Несовершенство оборудования
- Распознавание речи с помощью современных методов требует больших

вычислительных ресурсов

Целью данной работы является разработка программного обеспечения для распознавания речи на базе нейронных сетей. Для реализации этого приложения был выбран язык программирования Python. Для реализации различных математических вычислений были использованы следующие библиотеки Python для научных вычислений: NumPy, SciPy, Scikit-learn, Pandas. Для упрощения разработки и тестирования программа состоит из независимых модулей. Таким образом, модуль, отвечающий за обработку и распознавание речи, независим от модулей графического интерфейса, что позволяет использовать его в других проектах. Графический интерфейс был разработан с помощью библиотеки PyQt.

Разработка архитектуры мобильного приложения на платформе Android для ведения электронного документооборота научных конференций

Ковалев А.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

anton_kovalev@list.ru

Современные конференции не обходятся без применения системы электронного документооборота для сбора информации от участников мероприятия и организаторов. Управление такой информацией позволяет автоматизировать регистрацию, создавать и управлять исходящими заявками, делегировать конфиденциальной информацией для связи с организаторами конференции и объединять участников в единую информационную систему.

Организаторы конференции «Гагаринских чтений» внедрили одну из таких систем управления электронного документооборота и разработали собственную систему ведения заявок. Наличие огромного потока пользователей требует от организаторов постоянного внимания и своевременного обслуживания исходящих заявок от участников. Основным и единственным источником обработки данных является веб-сайт.

Для повышения доступности связи пользователя с организаторами конференции было предложено разработать мобильное приложение для Android устройств. Приложение будет помогать организаторам управлять заявками пользователей, а участникам – отслеживать статус поданных документов и заведенных заявок. Основная задача нашей разработки – создать мобильную архитектуру приложения для своевременной синхронизации данных

сервера с локальными данными приложения и обеспечить необходимый набор функций для управления информацией, полученной от сервера, с телефона пользователя.

Мы исследовали существующие типы архитектуры корпоративных мобильных приложений и подобрали основной перечень технологий для обеспечения необходимого ряда функций по управлению пользовательскими данными. Был произведен анализ современных объектно-реляционных баз данных и выбран оптимальный способ для хранения локальных структур данных на мобильном устройстве. В результате работы мы спроектировали собственную архитектуру приложения, с помощью которой можно реализовать требуемый функционал по ведению документооборота участников конференции.

Программный комплекс «Электронная кафедра»

Коваленко И.С., Шариков Д.В.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Moscow

ivan.kovalenko@bk.ru

В эру современных технологий автоматизация рабочего процесса является одной из основных тенденций развития современного общества. Большинство существующих систем узкоспециализированы или имеют недостаточный интерфейс для полного функционирования. В разработанной системе предлагается информационно-аналитический комплекс для автоматизации рабочего процесса на кафедре в университете.

Программный комплекс предусматривает решение следующих основных задач:

1. ведение учета сотрудников кафедры;
2. работа с расписанием преподавателей и студентов;
3. учет успеваемости студентов;
4. анализ работы кафедры.

Учет сотрудников ведется для поддержания актуальной информации по всем преподавателям и учебно-вспомогательному персоналу. В базе данных программы хранятся основные данные для обеспечения рабочего процесса на кафедре.

Расписание преподавателей – это одна из основных проблем, из которой вытекает множество последствий. Для работы с расписанием преподавателей предусмотрен интерфейс, позволяющий выводить списки с различной корреляцией критериев отбора. Благодаря этому интерфейсу можно легко подобрать замену преподавателей в тех или иных случаях.

Учет успеваемости студентов ведется на протяжении всего семестра. Преподаватели кафедры заполняют информацию о посещении студентами занятий и оценки, полученные на семинарах, контрольных и т.д. Данная информация вносится в учетные карточки, которые хранятся в бумажном и электронном виде.

Анализ работы кафедры осуществляется по результатам сессии и проведенных контрольных работ. Благодаря разработанной системе можно быстро и удобно получить информация по любым заданным параметрам.

Разработанный программный комплекс представляет собой клиент-серверную архитектуру. В качестве сервера используется MySQL Server, а в качестве клиента – оконное приложение, разработанное на языке программирования Python при помощи встроенной библиотеки PyQt.

В данный момент программный комплекс «Электронная кафедра» проходит апробацию в Московском авиационном институте на Кафедре 812 «Математика».

Особенности создания высокодетализированной низкополигональной 3D - модели

Козуренко И.А.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Губкинский

inna.kozurenko@gmail.com

3D-моделирование широко используется в различных сферах деятельности от кинематографии до промышленности. При построении модели в зависимости от области применения, используются различные методы моделирования.

В статье рассмотрен тип 3D-модели, полученный путем перехода от прототипа, созданного на основе метода скалптинг, к высокодетализированной низкополигональной модели. Такой процесс разработки можно разделить на несколько основных этапов:

1. Концепция модели, дизайн. Необходим эскиз модели, с помощью которого создается точное представление о желаемом результате.

2. Скалптинг модели. Процесс создания высокополигональной модели в интерактивном режиме с помощью специального набора программных инструментов. Благодаря данному процессу пропадает необходимость работы с вертексами и эджами.

3. Ретопология модели. Процесс оптимизации высокополигональной модели, суть которой заключается в уменьшении количества полигонов до оптимального. Модель должна состоять из полигонов правильной топологии, которая обеспечивает во время анимации правильные деформации. Данные требования, не всегда возможно реализовать. Так, например, четырехугольный полигон, вершины которого не лежат в одной плоскости, предпочтительно разбить на два треугольника.

4. Развертка. Все части полигональной сетки необходимо развернуть для корректного наложения текстур на модель. Рекомендуется оптимально расходовать текстурное пространство, а именно производить компоновку частей развертки ближе друг другу, соблюдая необходимое расстояние между шеллами. Чем будут меньше размеры текстур и их число, тем лучше для производительности. Необходимо соблюдать пропорцию при развертке, которую желательно «фразрезать» по группам сглаживания.

5. Запекание карт. Перенос детализации с high poly модели на low poly модель, с помощью использования текстурных карт (Normal Map, Ambient Occlusion и другие). Процесс создания карт происходит автоматически.

6. Текстурирование. Процесс наложения текстур на 3D-модель, для придания ей фактурности и цвета. Текстурирование дает возможность отобразить мелкие детали, шероховатости и неровности.

7. Риггинг и скиннинг. Процесс анимации модели. Изначально происходит создание цифрового скелета внутри модели, добавление контроллеров. После этого скелет и элементы управления необходимо связать с моделью, чтобы при анимации она двигалась за костями скелета.

Подобные высокодетализированные низкополигональные 3D-модели необходимы в тех областях моделирования, где требуется понижение нагрузки на оборудование в связи с ограничением производительности, а допустимое качество модели может быть достигнуто с меньшими затратами, посредством использования дополнительных методов компьютерной графики.

Разработка синтаксического слоя и лексического анализатора исходного кода декларативного языка BML

Козырев Н.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

leptishome@gmail.com

Наличие web-ресурса для различных целей в наше время порой бывает просто необходимым, однако не у всех бывает возможность изучить все аспекты разработки. Существенными плюсами проекта BlockSet, являющегося инструментарием для создания web-ресурсов различного уровня сложности без знания программирования, служат низкий порог вхождения без потери гибкости. Декларативный язык BML, взявший за основу семантически нейтральный XML, является неотъемлемой частью этого проекта, так как именно в BML-файлах будет храниться сконструированная редактором логика.

Ещё одним значительным преимуществом новой версии проекта BlockSet является слоистая архитектура. Были взяты все лучшие наработки предыдущей версии, скомбинированы со свежими идеями и внедрены в новую структуру. Слоистая архитектура позволяет оптимизировать процесс разработки проекта, так как каждый разработчик, или группа разработчиков может заниматься отдельным слоем, принимая данный из предыдущего слоя, обрабатывая их и отправляя на следующий по заранее оговоренному стандарту.

Первым из таких слоёв является Syntax layer, синтаксический слой. В его задачи входит получение XML кода в виде дерева из XML-парсера expat и обработка этой структуры по средствам лексического анализатора:

- Работа с моделью.

Модель – это каркас, описывающий взаимодействие локаций.

На этом этапе происходит поиск и обработка модели, а именно проверка наличие модели, проверка отсутствия двойственности модели, проверка логической структуры модели, преобразование данных в удобный вид для последующей работы с ними.

- Работа с локациями.

Локация описывает конкретную страницу web-ресурса.

После обработки модели происходит обработка локаций, проверка их логики и содержимого, и подготовка для последующей склейки с моделью

- Склейка с моделью.

Чтобы не тащить модель на последующих слоях происходит склеивание локаций с моделью. Суть этого этапа заключается в том, что вся информация и атрибуты из модели распределяется по локациям. Это нужно для того, чтобы разработчики на последующих слоях могли обходиться данными в локациях и не обращаться каждый раз к модели, проверяя объявление каждого пункта, что, опять же, значительно оптимизирует процесс разработки

- Генерация результата.

Заключительный этап. Тут происходит генерация итогового объекта, для передачи на следующий слой, у которого будет массив локаций, а так же набор методов, необходимый для удобной работы с ними.

В рамках данной работы был разработан слой синтаксического анализатора, который будет являться хорошей почвой для последующих разработок, поскольку данные, полученные в слое синтаксиса будут переданы в следующие слова в удобном виде.

Разработка модуля поддержки потокового вещания в формате h264 для сервера nginx

Колганов М.В.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

andreykalinin544@gmail.com

Интернет прочно занял одно из главенствующих мест в нашей жизни. Пожалуй нет ни одной сферы, которая так или иначе не была бы связана с Сетью. Вспомните - как давно Вы смотрели телевизор? А как давно слушали радио (это не касается водителей)? А как давно Вы читали газету? Покупаете ли Вы журналы? Большинство ответят на все эти вопросы "Нет.". Одно из самых перспективных направлений развития СМИ - онлайн-стримы (они же - онлайн-трансляции), так полюбившиеся большinstву людей благодаря своей интерактивности. В частности - наличие возможности общаться как с самим стримером (человек, который запустил трансляцию), так с другими участниками. При этом различные сервисы предоставляет огромные возможности по настройке и администрированию трансляции. У каждого стримера формируется определенная аудитория, отдельные представители которой называются подписчиками. Глупо говорить, что число подписчиков напрямую влияет на популярность стримера. К тому - зрители напротив каждой трансляции вольны оставлять, так называемые, "лайки" (метка о положительном впечатлении от просмотра) и "дизлайки" (соответственно - отрицательная метка) - и вновь прибывшие пользователи могут увидеть их соотношение и заранее решить для себя - стоит ли смотреть видеозапись. Экономия времени на лицо.

nginx - веб-сервер, разработанный в РФ Игорем Сысоевым и за время существования обрел огромную популярность. Данный сервер предоставляет - в том числе - ресурсы для ведения онлайн-трансляций на основе потокового видео. Однако формат транслируемого видео-потока ограничен лишь считанными форматами (flv, mp4). Целью работы является разработка программного модуля, позволяющего транслировать видео-поток в формате h264.

Нейронные сети как средство автоматизации интеллектуально-подвижных игр

Комаров А.С., Новиков В.Е.

Научный руководитель — Николаев П.Л.

МАИ, Москва

systemerror475@mail.ru

Сама концепция интеллектуально-подвижных игр появилась не так давно. Говоря простым языком эти игры представляют из себя совокупность интеллектуальных игр с решением всевозможных головоломок, загадок и задач, и скоростное ориентирование на местности, в нашем случае – на автомобиле. Обычно это происходит в пределах города, а вариативность и типы задач, а также схемы проведения и подсчета баллов ограничивается исключительно воображением организатора.

Существующие на данный момент игры проводятся, в большинстве своем, с непосредственным участием организаторов, что значительно усложняет весь процесс контроля игры, подсчета результатов, детектирования случаев жульничества и нарушения правил, а также всегда присутствует человеческий фактор. Все попытки упростить этот процесс заканчивались рассылкой заданий и получении ответов посредством интернета и социальных сетей, что не решает ни одной из перечисленных проблем. Нас же подход принципиально отличается от всех реализованных тем, что изначально не требует наличия самих организаторов при старте, проведении и окончании игры. Контроль за процессом будет осуществляться через мобильное приложение или web-интерфейсы, как и регистрация,

мониторинг игроков, оплата игр и выдача призов. Автоматизирование многих аспектов такого рода разработки можно переложить на нейронные сети.

В последние годы наиболее эффективные системы искусственного интеллекта построены на концепции нейронных сетей. Они отлично показывают себя в таких областях, как автоматизация управления автомобилями, компьютерное зрение (распознавание объектов), распознавание речи, автоматический перевод и других областях, подразумевающих глубокий анализ входных данных. Принципы построения таких сетей заключается в «копировании» человеческой нервной системы. Их главное отличие от статичных алгоритмов заключается в том, что они способны самообучаться, то есть работать на основании данных полученных ранее.

Таким образом в интеллектуально-подвижных играх для нейронных сетей открывается огромный потенциал для применения, что в итоге позволит произвести как частичную, так и полную автоматизацию многих внутриигровых процессов, таких как: динамическая обработка изображений с игровой символикой, кодов и шифров, что освобождает организаторов от ручной проверки, построение игровых точек с оптимальными маршрутами между собой, частичная интеграция в генератор заданий для оценки пригодности местности и написания самих текстов, анализ перемещения и поведения игроков, во избежание жульничества и многое другое.

Применение современных средств аутентификации в государственных учреждениях

Кондратьев П.А., Кашинцев В.С.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

pavelgame2@gmail.com

Мы живем в век современных технологий, но почему-то по-прежнему прибегаем к использованию устаревших методик авторизации и идентификации пользователей. Идея заключается в интеграции систем распознавания лиц в турникеты КПП казенных учреждений, таких как отделения Полиции, университеты, закрытые объекты с ограниченным пропускным контролем.

Система состоит из двух связанных модулей. Первый отвечает за авторизацию сотрудников и представляет собой камеру с глубинным сканированием, которая находится прямо напротив турникета, датчика Human Presence Detection (HPD, “датчик присутствия человека”), целью которого является распознавание количества людей во избежание несанкционированного прохода на территорию пробежкой за человеком (опционально, зависит от типа турникета и имеет смысл только при использовании дверных вариантов) и системы распознавания лиц, сверяющей полученный слепок с образцом в базе учреждения. Вторым модулем является система регистрации гостей на предприятии, базирующейся на уже имеющейся системе и с подключенным сканером паспортов. Гость прикладывает паспорт, камера считывает номер документа с нижней информационной полосы и отправляет номер паспорта и слепок лица в ФСБ для идентификации.

Плюсом системы является безопасность – все проверки производятся на стороне Государственных органов, что устраняет возможность утечки личных персональных данных, так как весь обмен данными происходит по зашифрованному протоколу SSL посредством https. Вся информация, которую получает сервер – соответствует переданная информация действительности или нет. К минусам можно отнести: необходимость заключения соглашения на обработку персональных данных третьими лицами (Федеральная служба безопасности). Для распознавания лиц используются системы отечественных компаний на основе нейронных систем, что позволяет идентифицировать пользователей со шрамами на лице, в очках, шляпах и другими отклонениями от исходного прототипа. На случай отказа системы предусмотрена резервная, базирующаяся на сканере отпечатка пальцев.

Таким образом, главным плюсом системы является ускорение процедуры авторизации для сотрудников в следствии отсутствия необходимости искать пропуск или удостоверение личности гражданина Российской Федерации или жителя постсоветского пространства стран Союза Независимых Государств (СНГ). Для регистрации гостей нет необходимости где-либо расписываться, предоставлять документы сотрудником Частного охрannого предприятия (ЧОП), ведется автоматизированный учет посетителей и автоматическое оповещение служб безопасности.

Разработка веб-приложения прогнозирования проходных баллов ВУЗа с использованием логико-вероятностной модели на основе ретроспективы

Кононова А.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

A.Kononova142-97@yandex.ru

Данное веб-приложение имеет клиент-серверную архитектуру. Программа принимает входные данные через клиентский интерфейс - сумму трех экзаменов по ЕГЭ на направление “Информатика и вычислительная техника”, затем формирует запрос серверу, и после обработки сервер формирует и возвращает веб-страницу по протоколу HTTP со значениями в процентном соотношении первой и второй волны. Для автоматизации сборки проектов был выбран фреймворк Apache Maven. Реализация серверной части программы осуществляется на объектно-ориентированном языке программирования Java. Обработка входного значения происходит через математическую модель на стороне сервера. Для расчета вероятности используем метод максимального правдоподобия, логит модели.

Для нахождения коэффициентов линейной комбинации независимых факторов и исходя из значительного объема данных, баллы всех подававших документы в приемную комиссию на данное направление, воспользуемся программой Stata. Stata – это универсальный программный пакет для решения статистических задач. Возможности данного программного пакета включают в себя управление данными, статистический анализ, графику, моделирование, регрессию и пользовательское программирование.

Преимущества статического пакета Stata:

Относительная простота написания собственных программных модулей;

Широкий ряд реализованных статистических методов;

Возможность максимизации функции правдоподобия, задаваемых пользователем;

Возможность интерактивного режима работы;

Наличие совместимых по функциональным возможностям и форматам данных реализации для большинства таких платформ как Windows, UNIX;

Реализация данного веб-приложения позволит улучшить процедуру поступления в ВУЗы для поступающего и позволит трезво оценить шансы на поступление. В процессе данной разработки были использованы современные технологии, математическое программное обеспечение.

Как выбрать современную технологию веб-разработки

Константинов П.Е., Дубовиков М.М.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Семенов А.С.

МАИ, Москва

pahasavr@yandex.ru

В бурно развивающемся мире, трудно уследить за всеми технологиями они быстро развиваются, меняются, появляются новые и «умирают». Безусловно, выбирая технологию надо смотреть вперед, если речь идет о большом проекте: ибо язык, фреймворк и CMS

меняются и надо предугадать, чтобы быть в тренде через несколько лет, ибо переписывать проект подо что то новое всегда проблематично и часто это очень дорого.

Для того что бы выбрать язык основной язык разработки надо понять, какой проект будет у вас если что то не крупное вроде лендинга или маленького магазина то тут можно воспользоваться готовым решением, и выбрать шаблон на любой из популярных CMS (WordPress, Joomla!, 1С-Битрикс). Хотя это решение не такое гибкое оно удовлетворяет большинство запросов для малого бизнеса.

Для более крупного проекта надо писать все самому, и тут встает вопрос какой выбрать язык насколько он гибок, писать при помощи фреймворков или все делать на чистом коде. Так же для многих проектов используют своего рода контейнеры (контейнерные технологии) в которых находится необходимый стек технологий для создания проекта самый известный это Docker.

Тут нужно опираться на долговечность проекта и изучить статистику, узнать, что сейчас в тренде и какие крупные проект были созданы при помощи тех или иных технологий. Большинство крупных сайтов используют один основной язык и несколько вспомогательных языков тоже и с базами данных где то идут реляционные а где то нереляционные.

Давайте посмотрим, какие крупные проекты при помощи чего были сделаны Instagram – Python, Pinterest – Python, Foursquare – Python, Groupon – Ruby и JS, Twitter – Ruby и Scala, Uber – JS, BK – PHP.

Подводя итог можно предположить что проекты на python и js будут жить довольно долго по крайней мере так же долго, как и проекты на php.

Использование систем проектно-производственного сопровождения

Кретов Г.Г.

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

МАИ, Москва

Transer_2007@bk.ru

Рассматривается конструкция и технология изготовления комплекта составных частей 6363-01 и 6363-02 для испытаний в КБ “Салют” К814 на виброударном стенде V954 и вакуумной камере OV-10-105m.

Разработка конструкции модели выполняется в SprutCAM.

Система СППС - Siemens Teamcenter.

Siemens Teamcenter – с помощью внедрения данной системы предполагается сократить сроки выпуска изделий.

Математическая модель поверхности и внутренней части каркаса моделей 6363-01 и 6363-02 используется как для разработки конструкции элементов насоса, так и для разработки технологической оснастки – для проведения испытаний на виброударных стендах и вакуумных камерах.

Использование собственных библиотек, а также дополнительных библиотек Mastercam C-Hooks и Mastercam Wire системы SprutCAM позволяет оценить погрешности, определяемые неизбежными технологическими допусками на размеры деталей.

Конечную прочность частей 6363-01 и 6363-02 производится с помощью модулей и библиотек CAM FLEX или на производстве с помощью пиропатронов серии ПП-2. При выполнении расчетов выполняются следующие требования: определяется прочность изделия, качество последующей сборки, виброустойчивость, а также последующая возможность установки частей насоса в камеру OV-10-105m. В расчетах использовались инженерные аналитические методы.

Технология изготовления комплекта из двух частей 6363-01 и 6363-02 включает скоростную механическую обработку паковок из сплава ВТ18У. Элементы внутреннего силового набора изготавливаются из того же сплава ВТ18У на 3х позиционном станке с ЧПУ марки CNC. После изготовления, две части сваривают между собой, и отправляют в

вакуумную камеру OV-10-105m, для испытания корпуса на герметичность. Для обеспечения требуемого давления используются советские установки МИК.

Последним этапом проверки идет виброударный стенд V954. Испытания проходят в 2 этапа. На первом этапе проводят стресс тест на высоких частотах. Второй этап включает в себя 8 часовые ударные испытания на последующую транспортировку готового изделия к месту установки.

В конечном итоге все этапы выпуска объекта для испытаний будут фиксироваться в Siemens Teamcenter и тем самым выпуск последующих частей для основного производства будет ускорен во много раз.

Блокчейн на примере использования и хранения личной информации студентов

Лакштовский Иван, Тартачная Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

ilakshovskiy@mail.ru

В наши дни в самых различных сферах жизни используются электронные хранение и обработка информации. Всё чаще встаёт вопрос об улучшении этих процессов по многим направлениям – уменьшение временных затрат и повышение производительности за счёт прямой передачи транзакций, большей открытости и защищённости. Описанные выше достоинства необходимы многим значимым сетям, и их предоставляет технология последнего десятилетия – блокчейн.

Являясь аналогом открытого и защищённого реестра, технология блокчейн играет роль цельного источника достоверных данных. Такой реестр постоянно запоминает операции между всеми участниками обмена информации – участниками сети. Узлы блокчейн-сети одноранговые. Отсутствие центрального участка сети гарантирует безопасность всей системе в случае возникновения проблем у одного или нескольких узлов. Кроме того, все участники блокчейн-сети равны и все вместе с помощью специального "консенсуса" согласуют запись осуществившихся транзакций, которые в дальнейшем не могут быть отменены.

Прозрачность такой технологии уменьшает возможные риски, поэтому в настоящее время она активно внедряется в банковское дело, политику, военную промышленность и медицину. Ещё одной из возможных областей применения блокчейна, первые шаги в которой были совершены в 2017 году, является документооборот в вузах, связанный со студентами.

Очевидное преимущество данной технологии в сфере высшего образования – прямой контроль за подлинностью дипломов, уменьшающий проблемы одновременно выпускникам, работникам вузов и работодателям. Отследить факт наличия диплома у выпускника при применении технологии блокчейн можно будет с помощью соответствующего доступного информационного реестра. В такую сеть также можно будет добавлять информацию о получении студентом или уже выпускником специальных сертификатов обучения, написания учебной статьи, публикаций в научных журналах и подобное. Кроме самого диплома в сеть может записываться текст научной работы, снижающий время на проверку других работ на антиплагиат и вероятность появления схожих работ.

Задержки в отправлении стипендий и материальной помощи могут быть устранены окончательно при использовании каких-либо цифровых валют – добавленные в сеть приказы будут гарантировать получение денежных средств.

В будущем планируется реализация подобной технологии.

Разработка автоматизированной информационной системы «НИРС» в Ступинском филиале МАИ

Летуновская С.В., Кондрашов С.А.
Научный руководитель — Чибисова Е.В.
Ступинский филиал МАИ, Ступино
s.letunovskaya@yandex.ru

Важное место в студенческой жизни занимает научно-исследовательская работа. Благодаря участию в исследованиях студент развивается, вместе с преподавателями и сокурсниками открывает новые для себя области знания.

В 2017 году в Ступинском филиале МАИ началась разработка автоматизированной информационной системы, объединяющей все сведения о научной деятельности студентов, сотрудников и преподавателей всех кафедр филиала.

В настоящее время ведётся разработка двух модулей. Первый представляет собой базу данных актуальных научных работ, которые выполняются в университете. С её помощью каждый студент сможет быстро найти интересное исследование, оставить комментарий, пообщаться с авторами работы и, возможно, присоединиться к ним. Кроме того, данные могут быть представлены абитуриентам вуза (школьникам, учащимся техникумов и т.д.), которые смогут более полно ознакомиться с научной деятельностью интересующих их кафедр.

Второй модуль разрабатывается для автоматизации работы отдела научно-исследовательской работы студентов (НИРС). Система хранит данные о предстоящих и прошедших лекциях, конкурсах, олимпиадах и конференциях, проведенных в филиале мероприятиях, публикациях, занятых студентами призовых местах. На основе собранных данных происходит формирование отчетов за выбранный период, составление планов работы, формирование рейтингов студентов, претендующих на повышенные стипендии.

Разработка ведётся по технологии «клиент-сервер» с помощью СУБД Microsoft SQL Server и среды разработки Microsoft Visual Studio (язык C#).

На начальном этапе система НИРС будет доступна пользователям внутри локальной сети филиала. В дальнейшем планируется публикация АИС в сети Internet, разработка календаря событий и автоматической рассылки новостей, благодаря которым зарегистрированные пользователи смогут узнать о ближайших мероприятиях и актуальных исследованиях филиала.

В перспективе система НИРС – система с большим потенциалом. Она может стать площадкой для обмена опытом между вузами, объединить информацию о научных исследованиях, ведущиеся в различных университетах, что в свою очередь поможет абитуриентам определиться с выбором вуза и кафедры, студентам – представить свои научные работы или выбрать новое исследование по душе, работодателям – найти будущих сотрудников для своих организаций.

Система дистанционного обучения: анализ состояния и перспективы

Лисинова А.И.
Научный руководитель — к.ф.-м.н. Павлов В.Ю.
МАИ, Москва
alyonalisinova@yandex.ru

Проведено исследование различных систем дистанционного обучения. Исследовались: сложность установки/настройки различных систем дистанционного обучения, удобство управления системами, сложность наполнения системы материалом, стоимость настройки и эксплуатации системы. Результатом исследования является сформированный список наиболее удобных, дешевых и простых в эксплуатации систем дистанционного обучения. Данный список можно использовать при выборе дистанционной системы обучения для

организации удаленного обучения студентов, удаленных курсов лекций или курсов повышения квалификации.

Преимущества дистанционного обучения заключаются в экономии времени студентов и преподавателей, а также в развитии самостоятельности у студентов. Но для такого вида обучения необходимо качественно наполнить дистанционную образовательную среду необходимыми материалами, а также проявить некоторый личностный подход к обучающимся студентам. Поэтому так важно выбрать наиболее простую, эффективную, недорогую и несложную в эксплуатации среду создания электронных курсов.

По результатам данного исследования был сформирован следующий список самых эффективных систем дистанционного обучения:

1. SCORM

SCORM является международным стандартом для создания электронного курса. Курс, созданный в SCORM «поймет» почти любая система дистанционного обучения. Плюсами данной системы являются сохранение прогресса, достигнутого обучающимся, модульность и возможность четкого построения структуры курса. Также, данная система является бесплатной.

2. Ё-СТАДИ

Данная система ориентирована в первую очередь на практическую работу обучающихся с курсом. Система не требует установки, содержит большое количество функций для оценки знаний и тестирований, а также абсолютно бесплатна.

3. Moodle

Эта система, несомненно, является одной из самых популярных на сегодняшний день из систем дистанционного обучения с открытым кодом. Moodle имеет различные многофункциональные панели инструментов, позволяющие осуществлять поддержку мультимедиа и создавать обучающие курсы, адаптированные под мобильные телефоны. Также, данная система является модульной и имеет ряд готовых шаблонов, по которым можно быстро создать требуемый курс.

4. iSpring Online

Система iSpring Online – это облачная система дистанционного обучения от компании iSpring, являющейся одним из лидеров на мировом рынке программ для создания электронных курсов дистанционного обучения. Данная система также проста в освоении, имеет гибкие инструменты для создания курсов, организации общения между пользователями, продвинутую систему отчетов и статистики. iSpring Online является платной системой со стоимостью годовой подписки в 56 000 рублей.

5. TeachBase

TeachBase – это облачная система дистанционного обучения, обладающая всеми необходимыми базовыми функциями для создания электронных курсов. Его самым главным плюсом является простота использования, с которой можно быстро создать необходимый курс за короткий промежуток времени. Система является платной и стоимость составляет 3200 рублей в месяц при поддержке 30 пользователей.

6. ILIAS

ILIAS является свободной системой управления обучением, которая базируется на Apache, PHP, MySQL, XML. ILIAS бесплатна, поддерживает мультиязычность, проста в установке, имеет систему поддержки тестов. Также, данную систему при необходимости можно доработать под собственные нужды.

Применение информационных систем проектно-производственного сопровождения при производстве объектов типа «Шпангоут»

Мальцев А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

andremaltsev1995@gmail.com

В настоящее время проектно-производственные процессы на машиностроительных предприятиях сопровождаются в различных информационных системах. Применение средств автоматизации в вопросах информационного сопровождения значительно ускоряют разработку и техническую подготовку производства. Общеизвестным является факт организации работы по управлению жизненным циклом продукции, организации взаимосвязей всех процессов создания, связанных с изделием, с помощью PLM-систем. Авиастроительные предприятия активно внедряют различные клиент-серверные программные решения для информационного сопровождения данных о продукции в единой информационной среде.

Развитие методов управления проектной и производственной деятельностью является создание средств, объединяющих эти процессы. Системы проектно-производственного сопровождения (СППС) являются примером такого функционала.

Одним из основных и часто используемых элементов конструкции самолета является – шпангоут. Таким образом, детальное описание модели такого элемента позволит эффективно применять результаты систем автоматизированного проектирования на предприятии. Нормальные шпангоуты задают форму поперечного сечения фюзеляжа и сохраняют ее при изгибе фюзеляжа. При этом они работают на изгиб в своей плоскости. Они являются опорами для обшивки и стрингеров, они подкрепляют стрингеры при их работе на сжатие и обшивку при ее работе на сжатие и сдвиг. Нормальные шпангоуты состоят из обода, двух поперечных балок (верхней и нижней) и двух стоек, являющихся дополнительной опорой верхней балки. Верхние и нижние балки являются основными элементами каркаса полов верхней и нижней палуб. Верхние балки имеют клепаную конструкцию, состоящую из прессованных поясов и стенки, подкрепленной стойками, а большинство нижних балок выполнено в виде прессованного профиля (швеллерного сечения), подкрепленного несколькими стойками.

Создание модели типового шпангоута для использования в системах информационного сопровождения позволит создавать различные модификации объектов подобного класса в кратчайшие сроки. Это позволит снизить затраты на последующие проектные работы по объектам похожих серий. Так же, наличие сведений о технологии изготовления объекта помогут реализовать функцию планирования в системе, что значительно снизит трудоемкость решения задач по диспетчеризации и повысит уровень контроля за исполнением производственных заданий.

Моделирование высокоскоростного соединения трубопроводов процессом МИОМ с применением САПР

Мельников Е.Д.

Научный руководитель — Астапов В.Ю.

МАИ, Москва

evgeny-1998@bk.ru

В конструкциях авиационной и ракетно-космической техники достаточно часто применяются соединения труб с законцовками, соединения труб различного диаметра. Использование соединений труб и трубопроводов достаточно широко: гидравлические системы, топливные системы, пневматические системы, в также системы управления, использующие тяги. К соединениям труб и трубопроводов предъявляются весьма жесткие

требования: обеспечение высокой герметичности при всех условиях эксплуатации, высокая вибропрочность, минимальная масса, технологичность изготовления и обеспечение взаимозаменяемости.

Проблемы сварки давлением труб из разнородных металлов, в основном, сводятся к общим проблемам сварки давлением разнородных металлов. Сварные соединения, как правило, обладают химической, структурной и механической неоднородностями, (которые могут возникать (в различных зонах соединения) в процессе сварки, при других технологических операциях и во время эксплуатации изделия. Одним из важных направлений сборки трубчатых конструкций является применение магнитно-импульсного деформирующего воздействия на одну из деталей и получение неразъемных соединений, в том числе сварки. При магнитно-импульсной сварке требуется достаточно точный и сложный расчет электромеханических параметров процесса, что приводит к сложным теоретическим выкладкам и решению громоздких уравнений.

Поэтому требуется выполнить моделирование процесса МИОМ с применением САПР. Был проведен анализ наиболее известных и используемых в России САД-систем. Для выполнения моделирования процесса высокоскоростного соединения трубчатых конструкций была выбрана система Autodesk Inventor Professional 2016.

В данной работе проводилось моделирование высокоскоростного соединения труб равного диаметра. Для моделирования процесса соединения понадобятся три трубы, две из которых одного диаметра, третья большего диаметра. Для моделирования таких деталей были приняты упрощенные геометрические данные их размеров.

Проводилось также моделирование высокоскоростного соединения труб разного диаметра. Для моделирования процесса соединения были созданы модели двух труб разного диаметра. В качестве примера подробно рассмотрена последовательность проектирования деталей трубопровода с одинаковыми диаметрами и с разными диаметрами, а также, в частности, компьютерное выполнение высокоскоростного образования соединений трубчатых конструкций.

Таким образом, произведено выполнение моделирование технологии соединения трубчатых конструкций для образования неразъемных сварных соединений соударением деталей под воздействием деформирующего магнитно-импульсного воздействия.

Выявление скрытых связей между агентами в гетерогенных сетях

Меркулов М.В.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

marllborobro@gmail.com

Гетерогенная сеть - это система, обеспечивающая обмен данным между устройствами с различными операционными системами и сетевыми протоколами.

Агент гетерогенной сети - это программа, обеспечивающая доступ к некоторому набору программного обеспечения и накапливаемых данных одного устройства, другим устройствам.

Существуют задачи поиска неявных связей между агентами в таких сетях. Например, поиск первоисточников среди новостных сайтов. В них агентов можно однозначно устанавливать по их доменному имени, а поиск связей проводить по текстовым данным, к которым эти агенты предоставляют доступ.

Было проведено предварительное исследование проблемы и поиск ее решений в репозитории GitHub и поисковых системах: Google, Yandex. Найденные в результате поиска решения не позволяют выполнять требуемые задачи.

Некоторые из них строят граф, в котором вершинами являются доменные имена, а связями - ссылки с одного домена на другие домены. Например Internet map. В нем каждый сайт является кругом, чем больше трафик домена, тем больше круг. Чем больше ссылок друг на друга между доменами, тем ближе расположены их круги друг к другу. В таких решениях

для выявления связей используются ссылки, а не текстовые данные, к которым агенты доменов предоставляют доступ.

Другие решения, например Discourse Network Analyzer, анализируют только некоторый набор текстовых данных. Выявляя основные сущности (людей, компании и т.д.) и части текстовых данных, к которым относятся эти сущности. После чего строят граф отношений сущностей между собой. В таких решениях можно анализировать текстовые данные, взятые из разных доменов, но выявляться будут только связи между сущностями, а не доменами.

Целью данной работы является решение задачи поиска связей между агентами доменов, путем построения и анализа математического объекта, в котором имена доменов и лексемы отображаются на частоты лексем. Лексема - это отдельная абстрактная единица естественного языка. Частотой лексемы в текстовых данных домена является отношение количество повторений этой лексемы к общему количеству лексем.

Одной из проблем, возникающих в процессе решения данной задачи, является разделение текстовых данных на отдельные лексемы. Для этого будут использоваться программные решения, позволяющие проводить анализ текста, написанного на естественном языке. В частности, Apache OpenNLP и MyStem.

В результате выполнения работы было разработано программное обеспечение, позволяющее выявлять скрытые связи между агентами доменов, по текстовым данным, к которым они предоставляют доступ.

Моделирование системы каршеринга

Минаков Д.П.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

minakcrut@gmail.com

Эффективность и полезность «каршеринга», как нового вида транспорта определяется на основе компьютерной модели.

В качестве компонентов, которые используются для реализации модели, а также для оценки параметров работы системы, выступают: клиентская часть приложения, сервер базы данных, система осуществляющая сбор данных по передвижению автомобилей, она же «система трекинга» и группа автоматизированных пользователей, которые в автоматическом режиме имитируют работу пользователей.

Клиентское приложение с графическим интерфейсом предоставляет пользователям доступ к функциональности исходя из определенных в системе ролей безопасности. Оно обрабатывает все действия пользователя и сохраняет информацию в базе данных.

Система «трекинга» позволяет следить за состоянием автомобилей, определять их местоположение и следить за передвижением. При этом автомобиль выступает в роли клиента, который периодически отправляет данные по состоянию автомобиля на серверную часть приложения. Эти данные обрабатываются сервером и сохраняются в базе данных.

Группа автоматизированных пользователей-это приложение, позволяющее генерировать пользователей, которые имитируют действия клиентов, пользующихся «каршерингом».

Отличительной чертой модели является то, что она основана на реальной системе «каршеринга», за счет чего можно определять требуемые параметры полезности и эффективности ее работы с высокой степенью достоверности.

Моя модель позволит показать людям, насколько эффективно пользоваться таким видом транспорта и насколько он полезен для повседневного использования.

Соккрытие информации в непрерывном потоке данных

Мирон С.К.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

serg1732@mail.ru

В настоящее время существует различные методы шифрования, методов сокрытия информации, но с развитием компьютеров и их вычислительной мощности все больше появляется возможностей для взлома того или иного метода шифрования. Для решения этой проблемы, я рассматриваю такой комбинированный способ сокрытия информации как стеганография совместно с криптографией. В отличие от криптографии, которая шифрует информацию, стеганография скрывает сам факт наличия информации в цифровом объекте. Но как существует в криптографии криптоанализ, так и в стеганографии существует стегоанализ. Самая простая попытка узнать о скрытой информации – внимательно рассматривать изображение, используя разные программы для более детального просмотра; прослушивать тщательно аудиозаписи и поиском каких-либо признаков сокрытия информации. Но такой способ возможен, когда стегосистема слабо защищена, а информация, которую прячут, незашифрованная. Чаще всего, это первый этап вскрытия информации. Можно выделить некоторые типы атак: атака на основе известного заполненного контейнера; атака на основе известного встроенного сообщения; атака на основе выбранного скрытого сообщения; адаптивная атака на основе выбранного скрытого сообщения; атака на основе известного пустого контейнера; атака на основе выбранного пустого контейнера; атака на основе известной математической модели контейнера или его части.

Для решения этой проблемы, я разрабатываю программный комплекс, в котором в качестве контейнера будут использоваться различные типы файлов. Контейнер – это любой файл с определенной возможностью вместимости сокрытой информации. Сама защита, представляет собой шифрование информации, помещаемой в контейнер и дальнейшим распределением по файлу в различные свободные места. Распределение информации по контейнеру, будет зависеть от ключа. Для того, чтобы информация никак не повредилась, во время использования файла по его основному назначению, место для хранения информации выбирается с таким учетом, что данный файл не затрагивает данные участки памяти. Если возникает такая ситуация, когда в контейнер не поместится вся информация, которую хотят скрыть, можно распределить эту информацию в нескольких контейнерах. Так же, для большей запутанности взломщиков, информацию, которая вмещается только в один контейнер, можно распределить в несколько контейнеров.

Размещая информацию в нескольких контейнерах, необходимо помнить порядок файлов, который был при сокрытии информации. Это усложняет задачу получения информации лицам, не являющимися владельцами этой информации. В качестве контейнера могут быть аудио или видео файлы.

Для создания программного комплекса используется язык программирования C# и библиотека Cryptography. В качестве метода шифрования используется, по выбору, RSA или Rijndael.

Моделирование проектно-производственных расчетов в процессе создания ракетно-космической техники

Морозкина Е.О.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.

МАИ, Москва

morozkina.ekaterina@yandex.ru

Технология изготовления узла (фланца) конического днища топливного бака III ступени ракеты-носителя предусматривает его изготовление из поковок с последующей сваркой.

Для снижения трудоемкости, энергоемкости и цикла изготовления детали была поставлена задача по переходу на изготовление фланца, входящего в состав топливного бака ракетноносителя из плиты 1201Т НТМО.

Разработка структурно-параметрической модели «Фланец»

Для описания объекта проектирования необходимо задать:

- состав элементов структуры;
- взаимосвязь (вхождение) элементов нижнего уровня в элементы верхнего уровня;
- состав свойств элементов;
- взаимосвязь свойств и элементов;
- состав параметров каждого элемента;
- взаимосвязь свойств и параметров элемента;
- взаимосвязь параметров элементов различных уровней;
- взаимосвязи между параметрами внутри структурного элемента в виде аналитических зависимостей, либо в табличной форме представления;
- взаимное положение элементов структуры в виде операторов перемещения и поворота координатных систем в пространстве.

Совокупность этой информации и алгоритмы ее обработки являются содержанием структурно-параметрических моделей (СПМ). При описании СПМ возможна ссылка на подструктуры, ранее определенные и размещенные в архиве данных.

Обработка СПМ выполняется с целью определения:

- состава элементов вошедших в проектное решение;
- значений собственных параметров каждого элемента решения;
- значений параметров положения элементов.

Автоматизация весовых расчетов наталкивается на необходимость сочетать полученные результаты оптимального распределения массы по силовым элементам конструкции с приближенными оценками массы и технологии изготовления деталей.

Для получения оптимального варианта по технологии были получены результаты:

1. Для изготовления детали «Фланец» в варианте 2-х сварных поковок 1201 с исходными параметрами длительность проекта составила – 405,92 ч.
2. Для изготовления детали «Фланец» в варианте плиты 1201НТМО с измененными параметрами длительность проекта составила – 315,72ч.

В результате анализа трудозатратфланца и процесса его изготовления были получены следующие результаты:

1. Для изготовления детали «Фланец» в варианте 2-х сварных поковок 1201 с исходными параметрами максимальноеколичество трудозатрат проекта составило – 19409,15руб (июнь), а минимальное – 6344,76 руб (декабрь).Срок изготовления детали $\approx$ 26неделя.
2. Для изготовления детали «Фланец» в варианте плиты 1201НТМО с исходными параметрами максимальноеколичество трудозатрат проекта составило – 33713,34руб (июль), а минимальное – 1604,12 руб (май). Срок изготовления детали $\approx$ 15неделя.

В результате анализа совокупных трудозатратфланца и процесса его изготовления были получены следующие результаты:

1. Для изготовления детали «Фланец» в варианте 2-х сварных поковок 1201 с исходными параметрами совокупные трудозатраты проекта составили – 164605,52 руб.

2. Для изготовления детали «Фланец» в варианте плиты 1201НТМО с исходными параметрами совокупные трудозатраты проекта составили – 217335 руб.

Практический опыт применения систем оркестрации контейнеров в разработке программного комплекса на базе микросервисной архитектуры

Морозов К.О.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Москва

morozov.cookie@gmail.com

Целью данной работы является изучить способы оркестрирования контейнеров при разработке программного комплекса на базе микросервисной архитектуры.

В данной работе, под программным комплексом, понимается набор автономных компонентов (микросервисов). Для установки и запуска каждого микросервиса, в том числе и некоторой инфраструктуры (например, сервер очередей сообщений), применяется технология Docker контейнеров.

Основной проблемой является количество контейнеров, которое может достигать нескольких десятков, масштабирование системы для выдерживания нагрузки со стороны клиентов, создание окружения, например, "боевого" (рабочего) или для тестирования. В данной ситуации следует задействовать систему оркестрации, которая сама будет отвечать за распределение нагрузки, по заданным экземплярам микросервисов, создавать окружение на подготовленных серверах и т.п. В данной работе, в качестве систему оркестрации была задействована система Kubernetes, для организации непрерывной доставки и интеграции (от англ. Continuous Delivery/Continuous Integration) выбран GitLab CI.

Для создания инфраструктуры, необходимо подготовить машины, установив на них Kubernetes, чтобы объединить их в кластер, добавить в репозиторий к каждому проекту параметры по настройке окружения и описать этапы по сборке проекта для непрерывной интеграции. Таким образом, при обновлении репозитория, GitLab, взаимодействуя автоматически соберет Docker-образ микросервиса, добавит его в реестр Docker-образов, а затем, Kubernetes выгрузит, настроит и запустит созданный ранее образ на доступной ему машине в необходимой конфигурации.

В качестве результата работы, была получена конфигурируемая инфраструктура, которая позволяет разворачивать масштабируемые и отказоустойчивые системы, состоящие из множества автономных частей.

Разработка CRM системы с Искусственным Интеллектом

Нанасян К.Л., Горячев А.М.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Чумакова Е.В.

МАИ, Москва

konstantin.nanasyan@icloud.com

Мы много читаем о том, как искусственный интеллект изменит мир: машины с автопилотом; боты похожие на людей; компьютеры, которые без сомнения могут сказать вам что такое кошка. Хотя это интересно, вопрос заключается в следующем: как мы будем его использовать? Как ИИ интегрируется в повседневную жизнь? И как он интегрироваться в бизнес?

Изучение этих вопрос изложено в книге AI for CRM: A Field Guide to Everything You Need to Know. Это учебник по ИИ: как большая вычислительная мощность лучше модели данных, и как идеи из Big Data заняли компьютерные вычисления в разных направлениях. Но это также первый шаг в разговоре о том, как ИИ изменит взаимоотношения с клиентами, сделав управление взаимоотношениями умнее, чем было когда-либо.

Как выглядит ИИ для CRM? Представьте, что вы можете захватывать сигналы в реальном времени, где бы они ни происходили, - от социальной почты клиента до твита. Затем представьте, что вы можете анализировать каждую точку данных, вытягивая данные из Salesforce, внешних источников и Интернета вещей, чтобы создать полный обзор каждого клиента. Это, в свою очередь, позволяет прогнозировать следующие лучшие продажи, маркетинг или обслуживание для каждого клиента, а затем автоматизировать все от обычных задач до взаимодействия с клиентами в реальном времени. Это совершенно новый способ подключения к клиентам и перспективам, с интеллектом, обеспечивающим новую эру успеха клиента.

AI имеет последствия для каждой линии бизнеса. Продажи смогут предвидеть возможности и сосредоточиться на лучших потенциальных клиентах. Группы обслуживания клиентов будут предлагать проактивное обслуживание следующего поколения, предотвращая отказ компьютера или часто задаваемые вопросы в сообществе клиентов, прежде чем у них появится шанс стать сервисом. Маркетологи могут строить прогностические поездки для каждого клиента, персонализируя опыт, как никогда раньше. ИТ-специалисты могут внедрять интеллект повсюду, создавая более интеллектуальные приложения для сотрудников и клиентов.

Иными словами, ИИ будет интегрирован в основу всего, что мы делаем в будущем. Эта система позволит решить всевозможные вопросы. Некоторые будут выглядеть знакомыми; некоторые из них будут совершенно новыми:

Вы продаете правильный продукт правильному клиенту в нужное время?

Вы обслуживаете клиентов на правильном канале подходящим агентом?

Вы продаете на правильном канале в нужное время с лучшим контентом?

Вы строите приложения, которые используют прогностическую силу ИИ?

Система позволяет создавать пользовательские модели ИИ вокруг прогнозов для любого поля, которое в настоящее время находится в Salesforce, просто путем определения поля, которое они хотят предсказать, и выбора данных, которые они хотят использовать, с помощью простого интерфейса «point and click».

Готовый инструмент для торгового персонала, который делает точные прогнозы, используя все свои исторические данные CRM. Прогнозирование - это, по сути, набор алгоритмов самообучения, которые изучают индивидуальные и командные прогнозы, чтобы предлагать объективную информацию о будущих продажах.

Функция Predictive Sort, которая использует машинное обучение для персонализации порядка, в котором продукты отображаются на страницах поиска и категории на сайтах электронной торговли, вплоть до индивидуального покупателя в зависимости от их предыдущих привычек просмотра.

Разработка серверной архитектуры системы мгновенных сообщений с поддержкой учётных записей OpenID Connect

Никольский Дмитрий

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

Srilank@yandex.ru

Разработанная платформа для подачи заявок на научные конференции сильно упрощает работу организаторам, но всё ещё остаются аспекты, в которых участникам конференций может потребоваться помощь организаторов. В такие моменты требуется наличие обратной связи участников с организаторами. Чаще всего такими инструментами выступают телефон одного или нескольких представителей оргкомитета, электронная почта конференции или страница в социальной сети. Все эти методы имеют не очень высокий показатель эффективности: телефон может быть занят, сотня сообщений на электронной почте займут

уйму времени на обработку и составление ответа, а страница в сети, скорее всего, служит для массового оповещения и не представляет собой обратную связь в чистом виде.

Для организации удобной и быстрой связи будет разработана система мгновенных сообщений (мессенджер). Одним из самых важных аспектов мессенджера является разработка серверной части, а именно архитектуры сервера. На данный момент есть несколько стандартных примеров архитектур, такие как p2p, децентрализованная или с единым сервером, но каждый новый разработчик добавляет свои особенности к уже имеющимся вариантам, для улучшения той или иной составляющей.

В нашем случае, основой выбрана архитектура с одним общим сервером, управляющим данными. Основой сервера станет API, который будет управлять отправкой и распределением сообщений, а также подключением к аккаунтам OpenID Connect. Подключение аккаунтов поможет избежать ненужного дублирования, а также позволит использовать информацию об участнике, которую можно будет получить с сайта конференции. Использование API позволит в будущем создать мобильную версию чата.

Выбранная архитектура подразумевает единую точку отказа, возможность использовать удобные идентификаторы. При обновлении сервера, можно будет работать только со стороны API, без внесения изменений в клиентскую часть или мобильное приложение. Необходимо сразу составить архитектуру методов API, которые будут использоваться для доступа к серверу. Достаточно не изменять их сигнатуру, это позволит менять реализацию сервера без необходимости изменять клиентскую часть.

Составление архитектуры сервера является важной частью в его разработке. Потратив чуть больше времени при разработке архитектуры, можно сэкономить много времени при последующем сопровождении.

Разработка методики для автоматического функционального тестирования сложных web-сервисов

Ничукин Д.Е.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

danilnich@mail.ru

Тестирование всегда являлось неотъемлемой частью разработки любого программного обеспечения. Особенно важно проверять сложные программные комплексы, в которых вероятность появления ошибок и недоработок гораздо выше. Автоматизация этого процесса позволяет сэкономить много времени и ресурсов, в большей мере это актуально для таких видов тестирования как, например, регрессионное.

В своей практике автоматизации тестов мы столкнулись с некоторыми задачами, для решения которых общепринятые методы не подходят. Именно о таких задачах пойдет речь в настоящей работе. Внутренняя архитектура проекта должна быть структурированной, что делает её простой в понимании. Это упрощает работу с проектом, его дальнейшую поддержку. Одно из самых распространенных архитектурных решений – паттерн Page Object. Это, так называемый, шаблон, то есть пример архитектуры программного кода. Его суть в том, чтобы каждый класс описывал все элементы отдельной страницы и методы для работы с ними. Это структурирует проект и при каких-либо изменениях на любой странице позволяет быстро исправить проблему. Но что если наш проект достаточно большой и страницы там исчисляются сотнями? Предлагается следующее решение: создание нескольких классов-помощников и один базовый класс. В базовом классе находятся примитивные методы, выполняющие простейшие действия, например, нажатие на кнопку. В классах-помощниках, методы, состоящие из примитивных, и выполняющие несколько последовательных действий. К таким действиям, например, относятся: ввод данных в поля «логин» и «пароль» и нажатие кнопки «Войти». Каждый класс помощник содержит в себе методы одного типа, например, методы навигации или работы с HTTP Cookies. Такая

архитектура позволяет по мере написания тестов пополнять «библиотеку» методов и, если нужно, использовать уже написанный код, исключая его дублирование. Она также обеспечивает простоту навигации по проекту.

Еще одна задача, требующая решения – это данные для тестов. Они должны быть быстро доступны и легко изменяемы. Возможно, человеку, не разбирающемуся в программировании, понадобится поменять тестовые данные. Если они будут скрыты в недрах проекта, для него это будет проблематично. Самый распространенный способ – хранить данные в файлах `properties`. Структура данных в них проста, а получение информации из таких файлов также не составит труда. Одной из проблем этого способа является кодировка ISO-8859-1. При получении данных из файла с ними нельзя работать и нужно сначала конвертировать в используемую разработчиком кодировку. Это неудобно и, кроме того, значительно тратит ресурсы программы, поэтому в рамках данной работы предлагается создать класс со статическими переменными. Это позволит получить доступ к данным из любого места программы и гораздо лучше использовать память, изменяя тип переменных.

В настоящем докладе будут представлены возможные решения еще ряда задач, актуальных для автоматического тестирования, а также наглядный пример применения этих методов.

Программный комплекс организации документооборота научных мероприятий «Лаборатория конференций»

Новиков А.Ю.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

novikov@conflab.ru

Актуальной задачей при организации научных мероприятий является быстрый и эффективный документооборот поступающих заявок. На заре времен использовался бумажный документооборот, когда заявитель, который подает заявку, отправлял свои наброски с помощью традиционной почты. Однако в настоящее время в эпоху расцвета информатизации, используется в лучшем случае электронная почта.

Способ приема заявок с помощью электронной почты неэффективен, поскольку в случае организации больших конференций повлечет за собой значительное увеличение рутинных задач. Для автоматизации процесса обработки заявок был разработан специализированный комплекс, получивший название «Лаборатория конференций».

Основной задачей данного программного комплекса является систематизация поступающих заявок и их каталогизация в рамках конференции. Необходимо учитывать аспекты: построение дружественного пользовательского интерфейса как для организатора конференции, так и для её участников, а также разграничение прав доступа между участниками и отдельными группами организаторов.

Главной особенностью «Лаборатории конференций» является возможность быстрого развёртывания полнофункционального проекта через облачный сервис, обладающий единой точкой входа в административную панель, в которой достаточно лишь создать секции и назначить секретарей конференции. При необходимости, также, администратор может создать дополнительные поля для заполнения потенциальными участниками конференции. Помимо всего прочего, администраторам доступны для редактирования шаблоны статических и динамических страниц, отправляемых писем, а также стили и любые необходимые файлы. Шаблоны можно редактировать, обладая минимальными знаниями HTML-разметки.

Отдельного внимания заслуживает способ авторизации пользователя на проектах, созданных «Лабораторией конференций». При первой регистрации создается единая учетная

запись, которая используется для входа в личный кабинет любого проекта с помощью стандарта децентрализованной системы аутентификации — OpenID Connect.

При подаче заявки пользователю предлагается заполнить набор полей, которые предварительно настраиваются администратором. Каждое поле имеет набор свойств: тип (текст, выпадающий список, радиокнопки, флажки, поле для прикрепления файла), обязательность заполнения, ограничение на ввод определенных символов, их количества, либо допустимые форматы файлов, значение по умолчанию, текст ошибки, название и краткое описание. При этом поля могут действовать как на весь проект, так и на некоторые секции.

Не менее важным является разделение поступающих докладов по тематике в рамках секций и отражения этого деления в функционале системы. Довольно частое явление, когда докладчик при подаче заявки выбирает секцию, несоответствующую тематике. Обычно в этом случае пользователю приходится подавать заявку заново. Для того, чтобы избежать дублирования был внедрен механизм перемещения заявок секретарями и организаторами.

Для ведения отчетов и статистики добавлена возможность выгрузки заявок в документ MS Excel, а также автоматическое формирование сборника тезисов, используя шаблон подстановок полей в формате текстового документа MS Word.

Данная разработка подтверждает свою практическую ценность имеющимся актом о внедрении программного обеспечения, была апробирована на международной молодежной конференции «Гагаринские чтения» и существенно сократила объем рутинных задач, выполняемых организационным комитетом.

Исследование актуальности разработки под мобильные системы для автоматизации интеллектуально-подвижных игр

Новиков В.Е., Комаров А.С.

Научный руководитель — Николаев П.Л.

МАИ, Москва

spacemarine47@gmail.com

Не так давно появилось такое понятие, как «Автоквест». Данный вид интеллектуально-подвижных игр основан на городском ориентировании с решением головоломок и задач на автомобиле. Сценариев проведения данных игр огромное множество и все зависит только лишь от фантазии организаторов.

Все игры, существующие на данный момент, выдают задания для игроков на листах бумаги. Также ответы на загадки и коды, найденные во время игры, необходимо непосредственно передавать организаторам. Для упрощения указанных проблем были предприняты попытки использовать социальные сети и форумы, но это не принесло должных результатов, так как организаторам все равно необходимо проверять все приходящие ответы игроков и подсчитывать очки. Мобильное приложение смогло бы разрешить данные проблемы в полной мере.

По средствам мобильного приложения, игроки могли бы получать задания и отправлять ответы. Также оно поможет контролировать перемещения игроков для предотвращения мошенничества. Интеграция в мобильное приложение нейронных сетей с целью автоматического анализа ответов позволит полностью автоматизировать процесс создания интеллектуально-подвижных игр такого типа. При работе в связке с удаленным сервером с Web-интерфейсом у организаторов появляется множество возможностей, а именно: редактирование сгенерированных искусственным интеллектом заданий, мониторинг действий игроков в реальном времени, координация пользователей во время игры.

Таким образом, внедрение мобильных приложений в организацию интеллектуально-подвижных игр существенно упростит эту задачу, что позволит полностью автоматизировать процесс их проведения, включающий динамическую обработку шрифтов с фотографий игроков, построение игрового маршрута и анализ перемещения игроков.

Методы дополненной реальности в представлении информации о сотрудниках института

Омельчук Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

shadowmast1@mail.ru

QR-код — матричный код (двумерный штрихкод), разработанный и представленный японской компанией Denso-Wave в 1994 году. В отличие от всем известного штрихкода, который сканируют тонким лучом, QR-код определяется неким датчиком, либо камерой смартфона как двумерное изображение. Тот факт, что сканировать этот тип кода можно с помощью камеры смартфона, делает его столь актуальным на сегодняшний день. В настоящий момент, наиболее популярными форматами данных, которые поддерживаются QR-кодом являются: URL адрес, текстовая информация, Email, SMS на номер, географические координаты. В текущей работе, нас интересует только текстовая информация и URL адреса.

Предлагается разработать систему, быстро демонстрирующую на месте QR-кода данные, расположенные по зашифрованной в нём ссылке, в режиме дополненной реальности.

Приложение реализовано на языке программирования Swift, который используется для создания приложений под устройства, которые управляются операционной системой IOS.

Для сканирования QR-кода мы должны его обнаружить, для этого есть 3 маркера, по которым осуществляется центрирование кода, и его дальнейшее сканирование. При обнаружении двухмерного штрихкода, мы уже знаем его координаты в полученном с камеры видеопотоке. Эти данные соответственно обновляются до тех пор, пока камера наведена на это код, в режиме реального времени. Учитывая это, составляем рамку используя эти координаты, внутри которой располагается обнаруженный QR-код.

Для отображения текстовой информации, вполне хватает пространства внутри составленной рамки. Это вполне комфортно для чтения и не препятствует быстрой навигации между кодами, расположенными рядом.

Если QR-код содержит ссылку, то отображение контента веб-страницы производится в пределах немного расширенной рамки которая составляется на основе полученных данных с камеры устройства, таким образом, чтобы не потерять преимущества Дополненной реальности.

В итоге мы получили приложение, которое выводит полученную информацию в режиме реального времени. Выглядит это как некий предпросмотр. Благодаря этому, если в поле зрения пользователя находится несколько QR-кодов, то с помощью этого приложения он сможет в течении 2-3 секунд найти код, который содержит полезную для него информацию, успев просмотреть информацию и во всех остальных.

Применение данной идеи позволяет оформить двери кабинетов в Институте QR-кодом, который будет ссылаться на информацию о сотруднике Института с его фотографией, что позволит легче наладить общение сотрудника с новыми людьми.

Разработка веб-приложения для интерактивного обучения студентов

Осинцев С.А.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

osstepan@yandex.ru

В настоящее время информационные технологии преобразили почти каждый аспект нашей жизни. В том числе и обучение в высших учебных заведениях. Лекции сопровождаются презентациями, тестирования проводятся на компьютерах, задания

пересылаются в электронном виде. Однако, сами методы подачи материала и проверки успеваемости сильно не изменились.

Как часто студенты в конце занятия отвечают преподавателю, есть ли у них вопросы? Первокурсники, обычно, часто поднимают руки, однако, у учащихся старших курсов намного меньше энтузиазма. Кто-то половину лекции “прослушал”, кто-то просто стесняется, думая, что из всей аудитории что-то не понял только он один. Причины могут быть разные, но, в результате, преподаватель не имеет верного представления, насколько хорошо слушатели усвоили материал. Лекционный материал обычно слишком объёмный, что усложняет восприятие, и студенты без необходимости редко к нему обращаются. Более эффективным способом закрепления материала могло бы стать интерактивное веб-приложение, позволяющее не только пошагово изучать дисциплину, но и помочь оценить уровень усвоения материала студентами.

Для апробирования данной теории было разработано веб-приложение, содержащее составленные преподавателем краткие теоретические данные и интерактивные задания, которые позволят студенту повторить и усвоить тему. Благодаря дроблению материала на мелкие части, студент знает, что потратит немного времени, и охотнее возьмется за такой формат закрепления знаний.

В разработанном веб-приложении с аккаунта учащегося можно выбрать нужный предмет, который разбит на темы, которые в свою очередь разделены на более мелкие тематические блоки. Во время задания или прочтения теоретической части, студент может пометить данный фрагмент как непонятный ему с помощью специальной кнопки. После прохождения блока данные о результатах отправляются на сервер. Аккаунт преподавателя, помимо возможности редактировать курс, имеет доступ к просмотру данных о выполнении заданий в виде статистики об ошибках студентов, а также о непонятных или трудных местах в интерактивном курсе.

Таким образом, разработанное веб-приложение позволяет студентам за короткий срок и в удобное для них время, закрепить и попрактиковаться в пройденном материале. С другой стороны, это дополнительный источник информации преподавателям для анализа успеваемости учеников.

Разработка поисковой системы по серверам протокола FTP

Павлов О.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

oleg101-101@mail.ru

Несмотря на стремительное развитие информационных технологий остаётся ряд актуальных проблем, связанных с менее популярными у широкой аудитории технологиями. Одной из таких проблем является поиск файлов на FTP-серверах. Несмотря на то, что протоколу FTP уже почти полвека, он до сих пор используется и на его основе обеспечивается доступ к колоссальному объёму данных.

В работе рассматривается система индексации этих данных, включающую в себя функционал хранения истории изменения файлов и параметров серверов.

Система индексации состоит из трёх основных частей:

- Поискового робота-индексатора файлов и каталогов.
- Базы данных для хранения результатов обхода.
- Поискового Web-сервиса.

Сбор данных осуществляет робот-индексатор, основанный на многопоточном рекурсивном проходе по директориям сервера и сохранении полученной информации о файлах и директориях в базу данных. Индексатор имеет набор парсеров для работы с FTP-серверами всех типов, способен определять ссылки и избегать их заикливания. Он получает и хранит список серверов для индексирования, периодичность повторного индексирования с

целью проверки данных. Также реализована возможность запроса повторного индексирования отдельных серверов, файлов или полного списка серверов.

База данных состоит из таблиц серверов, директорий, файлов и ссылок. Каждый файл или ссылка связаны с сервером и директорией, директории (включая домашнюю директорию каждого из серверов) связаны только с серверами. Для упрощения хранения истории изменений серверов, директорий и файлов был разработан специальный подход к хранению истории — актуальные данные занимают место данных предыдущего обновления, а те, в свою очередь, записываются как новые с указанием даты изменения.

Поисковый Web-сервис разработан в качестве интерфейса поиска для конечного пользователя и помимо жёстко заданных строк, поддерживает поиск по шаблонам с использованием символов-джокеров, расширению, размеру, дате создания, последней даты проверки файла, местоположению сервера. Также будет реализована возможность поиска среди удалённых файлов.

Основными задачами при создании системы индексирования файловых серверов были: разработка алгоритма получения информации о файловом сервере и находящихся на нём файлах, разработка структуры базы данных для хранения полученной информации и алгоритма работы системы индексирования. В качестве основного языка был выбран язык Python 3, как язык с низким порогом вхождения и наиболее подходящий для написания серверных скриптов, на основе которых функционирует многопоточный робот-сборщик данных. Для работы с базой данных используется СУБД MySQL.

Разработка системы поиска по файловым серверам является актуальной задачей, поскольку на сегодняшний день рынок FTP-поисковиков крайне мал, и большинство из них не обладают подобным функционалом. Несмотря на непопулярность FTP протокола среди простых пользователей, он по-прежнему занимает важное место в глобальной сети и на его основе существует колоссальное количество файловых серверов, которые необходимо агрегировать с целью осуществления доступа к ним для широкого круга пользователей.

Программируемый нейростимулятор на базе контроллера Arduino

Пархоменко В.В.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Павлов В.Ю.

МАИ, Москва

w8951@yandex.ru

Эта стимуляция возбуждает естественные потоки нервных импульсов в стволе мозга и мозжечка; вносит изменения в функции этих целевых структур мозга. Автор этого метода, Юрий Данилов, в своей статье (Yuri Danilov, Kurt Kaczmarek, Kimberly Skinner, and Mitchell Tyler. Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects. [Электронный ресурс] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK299239/>) подробно описал принцип его действия. Согласно этой публикации, язык стимулируют определёнными массивами импульсов (частотой около 200 Гц), с помощью устройства PoNS (Portable Neuro Modulation Stimulator). Его электродная матрица индуцирует электрическое поле в эпителиальную ткань языка, активирует механо, термо и свободные нервные окончания на глубину 300–400 мкм. Затем нервные импульсы заполняют стволовые ядра через тройничные и лицевые нервные волокна. А они непосредственно доставляют информационные потоки в мозг.

Этим способом удаётся повысить естественную способность мозга восстанавливать повреждения, помогать процессу восстановления, и ускорять функциональную нейрореабилитацию. У людей с какими-либо проблемами опорно-двигательной системы после стимуляции улучшается равновесие, контроль над конечностями. Но нужно помнить, что улучшения появляются только в течении длительной, периодичной реабилитации. Перерыв в стимуляции может вернуть результат на исходный уровень.

Мы предлагаем создать программно-аппаратный комплекс, который мог бы гибко менять программу этой модуляции (изменять последовательность и амплитуду импульсов,

чтобы оптимизировать восприятие для конкретного человека). Но главное отличие – наладить обратную связь, элементарно отследить воздействие этих импульсов на нервную систему. В качестве этого, возьмём за основу дипломную работу студента позапрошлого года: «Мобильное приложение для определения скорости реакции нервной системы». Мы, на том же приборе (не на смартфоне), будем использовать мигающую лампочку, для определения скорости реакции пациента на внешний раздражитель. Проводить измерения будем до стимуляции и после, чтобы сравнить результаты и сделать соответствующие выводы.

Этому можно найти применение в лечебной практике и для оценки состояния (подготовка пилотов, космонавтов), а также там, где большие психофизиологические нагрузки (подводные виды спорта, тяжёлая атлетика и другие дисциплины) и требуется эффективное восстановление нервной системы. Надеюсь, что этот проект привлечёт большее внимание к нейро-реабилитационной стимуляции, и поспособствует дальнейшему развитию в этой области.

Разработка программного комплекса для тестирования прикладных задач на языке Assembler'a

Приходько М.В.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

prixodko.maks@gmail.com

В процессе разработки программного обеспечения одной из наиболее важных частей является тестирование. Тестирование программного обеспечения - это процесс исследования полученного программного продукта для установления соответствия между ожидаемым и реальным поведением программы с целью выявления ошибок, допущенных при разработке и установления готовности продукта для его использования. Данный процесс проводится с помощью заранее подготовленных наборов тестов.

Существует множество видов и способов тестирования, каждый из которых предназначен для конкретных целей. Однако не все из них являются универсальными или целесообразными под определённые задачи. Поэтому в ряде сфер (таких, как образование) существует потребность в разработке программных комплексов для тестирования прикладных задач, которые позволят автоматизировать и упростить работу.

При разработке такого комплекса могут ставиться разные цели и задачи. Задачей такого отдельно взятого комплекса может являться тестирование небольших консольных программ, которые могут быть созданы, например, в рамках прохождения лабораторного практикума студентами ВУЗов. Так, разрабатываемый программный комплекс планируется к внедрению в курс «Архитектура ЭВМ и систем», где в качестве лабораторных работ выступают задачи на языке Assembler'a.

Наиболее важной и основной операцией, которая должна выполняться программой-тестировщиком, является перехват потоков исследуемой программы. Поток ввода необходим для автоматизированного ввода программой-тестировщиком набора значений, заданных для текущего сценария. Поток вывода необходим для получения и последующего анализа результатов работы исследуемой программы.

После ввода заранее заданного набора значений и его обработки испытываемой программой, приложение-тестировщик должно получить результаты и проверить их на соответствие с эталонным значением (или эталонной серией значений) результата, заданным для текущего тестового сценария. При соответствии эталонного и полученного результата можно сделать вывод о том, что текущий тест пройден успешно, в противном случае - нет.

При разработке программного комплекса для тестирования необходимо решать ряд проблем и задач. Потоки ввода-вывода тестируемой программы желательно перехватывать одновременно. Решением данного пункта может являться использование технологии

конвейера (pipeline, named pipe). При создании кроссплатформенного программного комплекса для тестирования и использовании технологии конвейера возникает необходимость отдельной реализации алгоритмов для перехвата потоков ввода-вывода исследуемой программы. Это связано с тем, что дизайн конвейеров (каналов) в Unix-подобных ОС и ОС семейства Windows различен. Программа-тестировщик должна быть способна проводить как отдельные единичные тестовые сценарии, так и серию тестов. При этом в отчёте результат исследования программы должен быть отдельно дан для каждого проведённого в серии тестов сценария. Так же тестировщику необходимо анализировать не только полученные результаты по определённому набору тестовых значений, но и состояние и поведение исследуемой программы во время её выполнения. Так, например, при такой ситуации, как уход тестируемой программы в бесконечный цикл, тестировщику необходимо прервать процесс её выполнения. В отчёте для текущего сценария, спровоцировавшего данную ситуацию, необходимо отметить неуспешное прохождение теста с указанием того, что тестируемое приложение выполняло свою работу некорректно. После проведения серии тестов должен быть сгенерирован отчёт с указанием результата проведённого анализа по каждому сценарию из серии. Для программы-тестировщика необходимо разработать пользовательский интерфейс для её использования и взаимодействия с ней.

При реализации данных задач, возможно создание программного комплекса для тестирования программ, способного решать одну из финальных и немаловажных задач, входящую в процесс разработки программного обеспечения - тестирование полученного в ходе выполнения работ продукта. Подобные комплексы позволяют не только автоматизировать, но и упростить проверку выполненных задач, что может быть полезно при использовании данного продукта в различных сферах, в частности, сфере образования.

Методы построения деталей сложной геометрии с использованием аддитивных технологий

Проценко С.Д.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

sdprage@yandex.ru

Аддитивные технологии широко охватывают множество отраслей — научно-исследовательская деятельность, промышленность, приборостроение, медицина, архитектура, дизайн. Одним из главных факторов, вызывающим интерес к данной отрасли, является создание сложных геометрических форм деталей. Но какой же из методов приведет к лучшему результату? В данной работе мы постараемся ответить на этот вопрос.

Первым рассмотрим SLA-технологию (Stereolithography Apparatus), или стереолитографию — технология послойного отверждения жидкого фотополимера лазером. Сложная трехмерная цифровая модель разбивается на множество слоев, после чего поэтапно вычерчивается. При помощи данного метода можно создать модель практически любой сложности и размеров.

При SLS-технологии (Selective Laser Sintering), или лазерном спекании, происходит послойное селективное лазерное плавление металлических порошков. Метод основан на выборочном плавлении тонкого слоя металлического порошка лучом лазера в соответствии с геометрией сечения детали каждого слоя. Изначально метод появился как модернизация метода жидкого фотополимера, в связи с чем и имеет ряд преимуществ: позволяет создавать более сложные детали, широкий выбор материалов и скорость вертикальной печати выше.

Самым дешевым методом 3D-печати является Fused Deposition Modeling (FDM-принтеры) — послойное плавление. В процессе послойного изготовления термопластичный материал в головке печатающего механизма плавится, а затем наносится в виде тонкой проволоки, оседая на поверхности — для первого слоя на рабочем столе, а для последующего на предыдущем слое, соединяясь с ним. Минусы, присущие данной методики

в создании сложной геометрии является в некоторых случаях востребованность в дополнительных поддерживающих структур для нависающих элементов с последующим их удалением, а иногда и разбиение модели на детали с последующим соединением.

Используя LOM-метод (Laminated Object Manufacturing), или послойного склеивания пленок, процесс создания 3D-модели разбивается на несколько этапов: вначале бумага загружается в 2D-принтер и на каждом листе в цвете печатается нужный слой. Затем листы со слоями кладутся оператором в 3D-принтер, где специальным лезвием на каждом из них делается прорезь по границе нанесенного изображения, а потом листы склеиваются между собой. На третьем этапе оператор вручную удаляется лишнюю бумагу без изображения, что для деталей со сложной геометрией может быть весьма проблематично осуществимо.

Метод многоструйного моделирования (Multi Jet Modeling, MJM) очень схож со струйной печатью: печатающая головка представляет собой ряды отверстий малого диаметра, через которые подается материал в нагретом состоянии. Затем из головки материал наносит слой и застывает. К плюсам данного метода стоит отнести высокое разрешение построения поверхности. Но, как и в случае с FDM-принтерами, для моделей с нависающими или горизонтально выступающими элементами требуются поддержки.

Рассмотренные методы построения деталей сложной геометрии имеют различные свойства, плюсы и минусы. Однозначно лучшего способа построения модели нет — все зависит от того, какая точность нам требуется, как много времени на построение детали и массовость ее производства.

Сравнительный анализ CAD систем используемых в 3D-печати

Пятницкий Н.С.

Научный руководитель — Харитоненков А.Н.

МАИ, Москва

enter.virtue@mail.ru

3D-печать — это послойное изготовление объектов путем нанесения материала печатной головкой, с помощью технологий печати, такие как: стереолитография (SLA), выборочное лазерное спекание (SLS) и метод многоструйного моделирования (MJM). Термины «3D-печать» и «аддитивное производство» в целом похожи и несут один и тот же смысл. Быстрое развитие данной технологии в последние годы сделало ее не только доступной, но и позволило создать новые типы аддитивного и гибридного производства. Добиться такого стремительного развития аддитивных технологий было бы невозможным без современного программного обеспечения. Такое ПО требует определенных знаний и умений, так как в результате его работы вы получите полноценное 3D изображение вашей модели.

Большинство 3D принтеров использует STL формат (информация хранится как список треугольников, описывающих его поверхность). Для печати, ваша модель должна иметь «непроницаемую» форму с закрытой поверхностью без разрывов, а также разделение на внутреннюю и внешние часть модели.

Рассмотрим самые известные CAD-системы, существующие на данный момент.

OpenSCAD – система, которая предназначена для создания твердотельных трехмерных САПР-объектов. Данная программа самый удобный выбор, если вашей задачей стоит создание, к примеру, 3D модели автозапчасти. Принцип работы «OpenSCAD» таков – программа читает «сценарий» файла, с помощью которого описан наш объект, затем непосредственно строит его 3D модель. В итоге пользователь полностью контролирует процесс и может менять последующие шаги моделирования.

Компас-3D – данная программа больше подходит для профессиональных пользователей, так как позволяет решать более сложные задачи. Чтобы помочь вам с этим, в ней имеется глубокий набор инструментов для всех тонкостей и довольно обширная база библиотек. Главная задача «Компас-3D» - создание трехмерной модели для детали и её сборочных

частей. Данная система позволяет добиться желаемого результата в машиностроительном и строительном проектировании, а также в приборостроении.

T-FLEX CAD 3D – система автоматизированного проектирования, включающая в себя возможности 2D и 3D моделирования. Данное ПО предоставляет пользователю мощные набор инструментов, а главное - обеспечивает возможность интегрировать ваши модели со множеством других программ в данной области.

SolidWorks — это система гибридного параметрического моделирования, которая позволяет быстро создавать модели и подробные чертежи, полностью редактировать их элементы и размеры. Ко всему прочему, «SolidWorks» позволяет оформлять конструкторскую документацию, соответствуя всем требованиям ЕСКД. К отличительным особенностям данной системы можно отнести: наличие твердотельного и поверхностного моделирования, полная ассоциативность между сборками, возможность анализа прочности детали, а также легкость освоения данного продукта.

Рынок предоставляемых CAD-систем обширен и не заканчивается на представленных образцах. Данная отрасль постоянно развивается, чтобы помочь в работе как опытным пользователям, так и только присоединившимся. Благодаря наличию многообразию функционала и возможностей, каждый может себе найти то ПО, которое позволит проектировать быстро и легко, а главное – эффективно.

Облачные вычисления и их безопасность

Рустамов Р.М.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Черкай А.Д.

МАИ, Москва

rustamov1996@bk.ru

Концепция "облачных вычислений" появилась еще в 1960 году, когда американский ученый, специалист по теории ЭВМ Джон Маккарти (John McCarthy) высказал предположение, что когда-нибудь компьютерные вычисления станут предоставляться подобно коммунальным услугам (public utility). Считается, что идеология облачных вычислений получила популярность с 2007 года благодаря быстрому развитию каналов связи и стремительно растущим потребностям пользователей.

Что же это такое?

Облачные вычисления - это предоставление услуг через Интернет (готовые программы, базы данных, платформы и так далее).

Под облачными вычислениями обычно понимается предоставление пользователю услуг в виде интернет-сервиса.

Самые известные платформы: Amazon, Google, Microsoft.

Одним из часто используемых услуг, к примеру, является Google ("Документы", "Календарь").

Сегодня существуют три основные модели облачных технологий, которые еще называются слоями облака.

- IaaS – инфраструктура как услуга;
- PaaS – платформа как услуга;
- SaaS – программное обеспечение как услуга.

Основные преимущества использования облачных вычислений:

- Доступность
- Мобильность
- Экономичность

Особенности «облаков»

- Масштабируемость
- Виртуализация
- «Оплата по мере использования» – оплачивай только то, что используешь.

Способы защиты данных в облачных вычислениях:

- 1) Соглашение об уровне обслуживания.
- 2) Установление защищенного канала
- 3) Хранение информации в облаке в зашифрованном виде

Так же, была создана небольшая программа, написанная на языке C# с использованием .NET, для того, чтобы показать один из способов защиты данных в облачных вычислениях: хранение информации в облаке в зашифрованном виде. Данное приложение позволит нам скидывать файлы на облако в шифрованном виде, а загружать из облака в расшифрованном, тем самым мы сможем обеспечить безопасность использования облаков.

Текстурирование и шейдинг 3D моделей

Сафина А.Я.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

safina.alisa33@yandex.ru

Процесс визуализации можно разделить на три основных этапа: моделирование, текстурирование и рендеринг. Особое внимание следует уделить рендерингу, так как данный этап требует больших познаний в поведении света и отображении материалов.

Рендеринг – вычисление глобального освещения в сцене. Главная проблема в этом процессе – фотореалистичная передача света и цвета, с ней легко справиться визуализатор V-Ray для среды 3ds max. V-Ray состоит из множества различных параметров, имеет свои источники света, камеры, объекты, материалы и модификаторы.

Несколько основных настроек V-Ray помогут нам получить правильное искомое изображение:

1. Diffuse - задает объекту основной цвет и легко позволит изменить его от насыщенного сплошного до битового (пиксельного).
2. Roughness - придает поверхности объекта шероховатый, зубчатый вид и наоборот - гладкий и скользящий. Изменяется от 0 до 1. Может принимать промежуточное значение.
3. Reflection – изменяет отражение на материале. Отраженный цвет изменяет не только цвет отражения но и силу насыщения. При использовании карт, позволяет настроить отражение согласно ее цвету. Черный - не дает никакого отражения, белый – дает 100% зеркальное отражение. Причем Reflection и Diffuse прочно связаны друг с другом, и чем сильнее Reflection, тем слабее проявляется Diffuse.
4. Refractions - контролирует сколько света пропускает заданный материал, и соответственно, насколько прозрачным становится объект. Полезно при работе с водой или стеклом.
5. Anisotropy - позволяет изменять форму отражений и бликов.
6. Opacity - изменяет непрозрачность поверхности объектов. При использовании карт белый цвет дает непрозрачность объекта, а черный создает невидимые области на объекте.

Таким образом, обладая знаниями о правильных настройках материалов, мы получаем возможность осуществлять правильный рендеринг, что в свою очередь дает возможность получать максимально приближенные к реальности, фотографические объекты.

Использование элементов системы проектно-производственного сопровождения для планирования производства мультикоптера

Сенякин С.С.

Научный руководитель — к.т.н. Цырков Г.А.

МАИ, Москва

prod007@gmail.com

Использование элементов системы проектно-производственного сопровождения для планирования производства мультикоптера

Для сопровождения процессов изготовления на предприятиях используются системы по глобальному управлению ресурсами предприятий — ERP, их производственные модули, функционал которых базируется на положениях об операционной деятельности. Данные подсистемы работают в соответствии со стандартами группы MRP-II (Manufacturing Resource Planning), которая позволила развить технологию планирования, ориентированную на применение корпоративных информационных систем, очертив полный круг задач управления промышленным предприятием на операционном уровне.

Разрабатываемый комплекс структурно-параметрических моделей осуществляющий конструкторскую проработку объектов класса «мультикоптер» позволит формировать различный состав элементов необходимый для планирования и производства в зависимости от входных функциональных характеристик моделируемого объекта. Результирующий набор информации возможно использовать в системах проектно-производственного сопровождения (СППС) реализующие процессы информационной поддержки данных о продукции на предприятии. СППС имеет возможность подготовить комплексное производственное решение, обеспечивая доступ к соответствующим инструментам анализа:

- общий количественный расчет по номенклатурным позициям;
- контроль и анализ характеристик изделия;
- расчет параметров для заготовок;
- формирование типовых технологических процессов;
- расчет количества деталей в партиях;
- расчет общей трудоемкости по проектам;
- формирование производственного плана.

При изготовлении объектов типа «мультикоптер» использование системы проектно-производственного сопровождения позволит снизить затраты на последующие проектные работы по объектам похожей серии. Так же, определенный набор технологической информации даст системе возможность реализовать функции планирования, и как результат сократить трудоемкость решения задач по диспетчеризации и повысить уровень контроля за исполнением производственных заданий.

Партнёрская программа повышения лояльности

Сергунин Илья

Научный руководитель — к.ф-м.н. Павлов В.Ю.

МАИ, Москва

ilia.sergunin@gmail.com

В настоящее время существует проблема малой эффективности инструментов, которые формируют отношение покупателей к компаниям и доставляют информацию клиенту. Основным и единственным является реклама различных видов:

- СМИ - телевизионная, радио, печатная, интернет-реклама;
- наружная - размещается на специальных временных и/или стационарных конструкциях, расположенных на открытой местности, а также на внешних поверхностях зданий, сооружений, на элементах уличного оборудования;

- внутренние – размещается внутри помещений, в первую очередь это реклама в местах продаж (торговых точках);

- BTL – включает остальные виды рекламы, не относящиеся к первым трем, проакт-плейсмент, рассылки, справочное обслуживание, вирусная реклама (сарафанное радио) и другое.

На данный момент большая часть из выше приведенных видов рекламы имеют низкую конверсию, т.к. показывается не конкретной целевой аудитории или человеку. Исключением является способы подачи информации, которые позволяют отсеять людей, не имеющих интереса к компании, ее услугам или продуктам. В данный момент это позволяет сделать вирусная реклама, которая является наиболее эффективной, внутренняя реклама и проакт-плейсмент. Первая с помощью того, что люди сами доводят информацию до целевой аудитории, а другие, т.к. позволяют отобрать группу людей, которой будет показана реклама.

Вирусная реклама не является доступной для большинства товаров и услуг, т.к. нельзя быть уверенным, что информация сможет впечатлить человека и побудить его поделиться. Другие способы передачи информации о продукте не столь эффективны, поэтому удобнее и практичнее создавать и повышать лояльность клиента. В настоящее время новую силу приобретает маркетинг влияния, использующий лидеров мнений в социальных сетях, потому что аудиторию таких людей легко посчитать и оценить. К тому же она обеспечивает высокую вовлеченность и доверие.

Лидеры мнений существуют в любой группе людей, их может быть несколько, в зависимости от предметной области. Это люди-ориентиры, они имеют уверенное представление о чем-то, хотя не всегда правильное, но другие люди, чаще всего ещё не определившиеся, готовы воспринять и довериться человеку с твердым мнением.

В работе реализуется новое решение, которое используя модель партнерского маркетинга CPA (Cost-Per-Action, плата за действие) и лидеров мнений, позволяет повысить лояльность к компании и дополнительно прорекламировать ее благодаря социальным сетям. Решение основывается на создании партнерской программы между компанией и клиентом. С помощью нее, любой человек совершающий положительную активность в отношении компании получает реальное вознаграждение. К положительной активности относятся пост, комментарий, подписка и т.п. в социальной сети с упоминанием компании, товара или услуги, полученной человеком, что автоматически будет отображено в ленте друзей и подписчиков. Вознаграждение рассчитывается из анализа предполагаемой аудитории, которая увидит данную информацию, и регулируется компанией посредством настройки весовых коэффициентов параметров (возраст, пол, круг интересов, социальная активность, социальный/экономический статус и т.д.). Дополнительно можно использовать CPS (Cost-Per-Sale, плата за продажу) посредством реферальной системы, создание которой упрощается, поскольку клиент самостоятельно себя идентифицирует через социальную сеть. Благодаря правильной настройке, компания сможет выделить тех людей, чье окружение наиболее ценно для нее, тем самым предлагая товар тому, кто наиболее в нем заинтересован. Дополнительно организация получает прямой контакт с клиентом и более точное определение своей потребительской аудитории.

Представленное решение состоит из трех частей: программа управления для организации, приложение для пользователей (покупателей), алгоритм оценки и анализа пользователей. Программа управления и приложение оформляются в виде WEB-сервиса, написанного с помощью PHP фреймворке Yii2 и фронтенд фреймворка Angular. Основной же частью является ядоль, реализующий алгоритм оценки и анализа людей, который написан на языке программирования GoLang с использованием JavaScript и C++ и представляет отдельную программу, строящуюся на основе плагинов, предназначенных для разносторонней оценки аудитории клиента.

Наличие партнерской программы такого рода позволит увеличить узнаваемость компании, дополнительно предоставит новый инструмент точного распространения информации, сбора данных о клиенте и целевой аудитории, а также проверить эффективность данного подхода.

Модифицированный алгоритм распознавания лиц на основе свёрточной нейронной сети

Сивцов В.А.

Научный руководитель — Квашнин В.М.

МАИ, Москва

TheDeGe@yandex.ru

В настоящее время системы идентификации человека по изображению лица широко используются (например, для верификации документов и в сфере безопасности). К их преимуществам относятся дешевизна и мобильность оборудования, быстрота и массовость идентификации.

Существует множество подходов к решению этой проблемы (собственные лица, эластичные графы, скрытые Марковские модели, многослойный персептрон), однако все они могут быть применены лишь в частных случаях. Одним из подходов является использование свёрточных нейронных сетей. Его преимуществами являются хорошая точность, инвариантность к положению лица на изображении, гибкость архитектуры для настройки на конкретную предметную область. В работе предлагается модификация классической свёрточной нейронной сети, включающая:

- а) вейвлетную предобработку изображения;
- б) локальную нормализацию;
- в) введение обратных связей;
- г) адаптивный шаг обучения.

Результаты экспериментов на базе изображений ORL для предложенного алгоритма свидетельствуют об уменьшении количества ошибок распознавания в 1,2 - 2,5 раза по сравнению с обычными свёрточными сетями.

В работе описан подход к проблеме распознавания человека по изображению лица, основанный на применении свёрточных нейронных сетей.

Была предложена модификация, направленная на решение основных недостатков свёрточных сетей - неполной инвариантности алгоритма к степени яркости изображения, шумам и местоположению лица на изображении. Она включает вейвлетную предобработку изображения, локальную нормализацию, использование обратных связей. Для ускорения процесса обучения алгоритм был дополнен выбором адаптивного шага обучения.

Для экспериментов на базах ORL и FERET предложенный алгоритм показал большую точность распознавания в сравнении с классическим алгоритмом свёрточных сетей. Уровень ошибок распознавания снизился в 1,2 - 2,5 раз в зависимости от конфигурации сети и набора изображений.

Система управления документами с использованием упрощенного естественного языка команд

Скляр Н.А.

Научный руководитель — Егорова Е.К.

МАИ, Москва

thesklyar@gmail.com

Для улучшения скорости работы предприятий с большим объемом бумажной документации между сотрудниками, был разработан комплекс программного обеспечения, позволяющий осуществлять электронный обмен документами с использованием чат-бота.

Данный комплекс имеет:

- Функционал для удобного запроса документации с использованием упрощенного естественного языка команд;
- Возможность формировать типы документов, которые могут быть предоставлены пользователям;

- Возможность осуществления электронной подписи документов.

Программное обеспечение позволяет создавать шаблонные типы документов, принимать по ним запросы на производство и осуществлять передачу готовых материалов подписанных при помощи сертификатов.

Предполагается разделение пользователей приложения на три роли:

- Обычный пользователь – человек, который сможет при помощи чат-бота с использованием упрощенного естественного языка команд осуществлять заказ и получать документы;

- Оператор системы – человек, выполняющий прием заказов, их обработку и отправку результата;

- Администратор – человек, осуществляющий организацию взаимодействия пользователей и операторов, с возможностью создания новых пользователей, присваивания им ролей, создания типов документов для системы, осуществления первоначальной настройки системы в целом.

Чат-бот в Telegram позволит не устанавливать пользователям отдельных приложений для работы, а использовать ту же систему обмена мгновенными сообщениями, что и в обычной жизни, с уже знакомым интерфейсом. Данный факт позволяет упростить доступ к функционалу комплекса, что позволит осуществлять обмен документами из любой точки мира, при наличии доступа в интернет, причем без использования дополнительных звеньев между теми, кто готовит документ и теми, кто его получает, так как он сам распределяет заказы между операторами, и осуществляет доставку готовых документов пользователям. Операторы системы при помощи приложения для Windows осуществляют прием заказов из формирующейся очереди, создают ответный документ и передают его системе, которая подписывает его сертификатом и отправляет пользователям. Администратор осуществляет первоначальную настройку сертификата для комплекса и имеет возможность добавлять новых пользователей в систему, определяя их роль в системе, причем один и тот же человек может состоять в нескольких ролях.

Данный программный комплекс реализован на C# при помощи WPF, Telegram Bot API и TTEXT API. Тестируется на кафедре 813 - «Компьютерная математика».

Компьютерная система учёта и статистического анализа текущей успеваемости

Собеневский А.П., Конюшков Р.В.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Москва

sobenevskiy@gmail.com

Компьютерная система учёта и статистического анализа текущей успеваемости

Важной составляющей работы общеобразовательной кафедры является сравнительный анализ успеваемости студентов различных групп и факультетов. Перед авторами была поставлена задача создать компьютерную систему, позволяющую быстро производить анализ статистических характеристик успеваемости студентов.

Ввод текущей успеваемости осуществляется по результатам контрольных работ, предоставленным преподавателями.

Программа позволяет получать следующие характеристики:

- Успеваемость отдельно взятого студента или группы студентов, объединенных по определенным критериям
- Средний балл среди выбранной по определенным критериям группы студентов
- Среднее квадратичное отклонение и соотношение оценок по группам, потокам, факультетам, преподавателям
- Корреляции между результатами промежуточной аттестации и вступительных испытаний

Данные, полученные в результате работы программы, выводятся в формат Excel(таблицы, списки, гистограммы) или PowerPoint(слайды с диаграммами) для наиболее наглядного представления информации.

На основе полученных данных появляется возможность прогнозировать примерные результаты сдачи экзаменов и, следовательно, оперативно выявить группу студентов, недостаточно усвоивших учебный материал и нуждающихся в дополнительных занятиях. Благодаря этому, в дальнейшем, возможно повысить качество преподавания.

Данная компьютерная система разработана для операционных систем семейства Windows. Она состоит из двух частей: базы данных MySQL Server, в которой содержится необходимая информация для проведения анализа, и клиентского приложения, написанного на языке Python 2.7 с использованием графической библиотеки PyQt 4 в виде оконного приложения с вышеуказанными возможностями. В настоящее время прототип приложения проходит апробацию в Московском авиационном институте (НИУ) на Кафедре 812 «Математика».

Разработка библиотеки сообщений Национальной биометрической платформы

Советников В.А.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

v.sovetnikov.28@gmail.com

На сегодняшний день, в связи с активным развитием информационных технологий в банковской отрасли, остро встал вопрос разработки платформы удаленной идентификации клиентов, благодаря которой, будет возможность получать финансовые и другие банковские услуги онлайн.

«Национальная биометрическая платформа» — техническое название платформы оператора биометрических данных. Данная платформа предназначена для биометрической идентификации клиентов-физических лиц с использованием Единой системы идентификации и аутентификации при оказании банковских услуг. Система обеспечивает идентификацию физических лиц кредитными организациями с дальнейшим оказанием им банковских услуг.

Платформа состоит более чем 10 подсистем, позволяющих осуществлять сбор, хранение, обработку и управление биометрическими данными пользователей, верификацию пользователя по его биометрическим данным. Информационный обмен между всеми компонентами подсистем в общем случае осуществляется посредством подсистемы интеграционной шина. Для данного вида информационного обмена используются функциональные возможности службы обмена сообщениями Apache Kafka.

Apache Kafka – распределенный программный брокер сообщений. Написан на языке Scala. Связь между клиентами и серверами осуществляется с помощью простого, высокопроизводительного TCP-протокола, поддерживающего обратную совместимость с ранними версиями. Существуют клиенты практически для любых современных языков программирования.

Передача данных по интеграционной шине происходит в формате BSON. Данный формат был выбран из-за размера биометрических данных и для удобства передачи. Каждое сообщение перед отправкой необходимо сформировать и перекодировать. Из-за индивидуальных форматов сообщения от каждой подсистемы, формирование данных сообщений – достаточно трудоемкий процесс, из-за чего возможность допуска ошибок при формировании сообщения сильно возрастает.

Для упрощения работы подсистем с интеграционной шиной была разработана библиотека, которая имеет относительно простой интерфейс и обладает готовыми функционалом для улучшения работы подсистем с интеграционной шиной. Средствами

разработки, которые были использованы для создания библиотеки, являются интегрированная среда разработки программного обеспечения IDE IntelliJ Idea, комплект разработчика приложений на языке Java JDK 8u144, формат электронного обмена цифровыми данными BSON.

Данная библиотека значительно упрощает взаимодействия основных инфраструктурных модулей Национальной биометрической платформы, которая в данный момент уже проходит тестовую эксплуатацию.

Методы автоматического составления упрощенной схемы изображения

Соломон Т.А., Якушин Р.Р.

Научный руководитель — к.ф.м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

tamrita@mail.ru

Изображения составляют неотъемлемую часть нашей жизни. И довольно часто приходится обрабатывать их, как автоматически, так и вручную. Я лично сталкивалась с продуктом, в котором после автоматической обработки изображения приходится дорабатывать схему изображения до необходимого состояния вручную и длительный промежуток времени.

В соответствии с этим были разработаны методы оптимизированного автоматического составления упрощенной схемы изображения. Методы заключаются в анализе фильтров сглаживания изображения: Box, Triangle, Hermite, Bell, BSpline, Lanczos, Mithchell (фильтры анализируются как по отдельности, так и комбинированно с другими) [1,3] и адаптации к ограниченной гамме цветов (использовались карты цветов ниток Гамма (Российская Федерация), DMC (Соединенные штаты Америки), Anchor (Великобритания), Madeira (Германия), Patema Wool (Китай), Mill Hill Beads (Бельгия), а также карты цветов страз для выкладывания картин (алмазной вышивки) DMC (Соединенные штаты Америки), Zlatka (Китай)).

В настоящий момент разработано приложение, в котором применяются вышеописанные методы. Эта программа позволяет создавать схемы для вышивания и алмазной вышивки с наименьшими временными затратами на ручное редактирование.

Данное приложение проходит тестирование на базе лабораторий кафедры 813 «Компьютерная математика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Также методы могут быть применены для оптимизации "зрения" роботов [2], что планируется в дальнейшей разработке.

Библиографический список:

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений — М.: Техносфера, 2005.
2. В. В. Бутенко, Особенности применения фильтров обработки изображений перед поиском объектов на изображениях — М.: Молодой учёный, 2016.
3. Яне Б. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2007.

Исследование различных форматов тестирований в системах LMS и разработка шаблона для формирования банка вопросов

Старчаус И.С.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

starchausis@gmail.com

Тестирования в качестве контроля знаний существует уже очень долгое время, ещё в 1899-м году Альфредо Бинетти разработал систему тестирований, способную указать на имеющиеся у детей проблемы с обучением и восприятием информации. С тех пор

тестирование, как вид контроля знаний претерпело множество изменений. Однако, сами формулировки вопросов, их типы, а также область использования кардинально изменились. Тестирования позволяют определить множество критериев, связанных со способностями человека. Данный тип контроля нашёл себе применение во многих областях науки и её отраслях.

В настоящее время тестирование проводится в различных форматах, в том числе дистанционно. Например, для обучения студентов широко используются специальные системы Learning Management System (LMS). Одной из популярных систем управления обучением является «Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment» или сокращенно Moodle. Основным преимуществом данной системы является возможность дистанционного прохождения тестирований, а как следствие упрощение привлечения большего количества испытуемых. Также стоит отметить тот факт, что в арсенале данной системы находится огромное количество различного функционала, который позволит не только сделать корректный тест, но и получить из него максимальное количество статистических данных.

Не смотря на преимущества использования подобных систем, часто возникает вопрос об оперативной загрузке больших баз данных с вопросами. Из-за трудоёмкости и времязатратности необходимых для создания и поддержания актуального банка вопросов происходит снижение заинтересованности преподавателей и методистов в формировании системы электронных тестирований.

Для решения данной проблемы был разработан шаблон загрузки вопросов в систему управления обучением. Наиболее удобным форматом для загрузки вопросов в систему Moodle является GIFT. За основу был взят существующий шаблон. Его недостатком являлось ограничение количества типов вопросов, которые можно было загрузить. К тому же существующий шаблон не поддерживал картинки, из-за чего возникала необходимость редактировать каждый созданный вопрос с целью добавления в него изображений, что существенно усложняло формирование теста в целом.

Созданный шаблон позволяет не только использовать изображения, но и загружать вопросы новых типов, в частности, широко используемые вопросы с технологией Drag and Drop, за счёт которой уменьшается порог вхождения обучающегося в тестирование. Шаблон представляет собой документ в формате Microsoft Office Word с внедрёнными макросами, которые ориентированы на создание различных типов вопросов. Готовый документ экспортируется в формат GIFT и загружается в систему.

Таким образом, разработанный шаблон позволит снизить трудоёмкость и времязатратность создания и поддержания актуального банка вопросов, а как следствие упростит формирования электронной системы тестирований.

Применение информационных систем проектно-производственного сопровождения при производстве объектов типа «Фюзеляж»

Сунцев В.В.

Научный руководитель — к.т.н. Цырклов Г.А.

МАИ, Москва

valentinsuntsev@yandex.ru

В современной авиастроительной промышленности широко используются различные программные комплексы информационного сопровождения производства. Обычно подобные системы реализованы на клиент-серверной архитектуре и являются результатом интегрирования систем класса PLM — по управлению составом изделия, и ERP — по учету и отчетности в хозяйственной деятельности. Комплексы информационного сопровождения производства помогают решать проблемы проектного и технологического этапа производства. Автоматизированные средства производства значительно ускоряют разработку и техническую подготовку производства.

Объединение и улучшение методов управления проектной и производственной деятельности приводит к развитию систем проектно-производственного сопровождения (СППС).

Фюзеляж самолета предназначен для размещения экипажа, пассажиров, багажа, грузов и различного оборудования. Фюзеляж также является строительной основой конструкции самолета, связывая в силовом отношении в единое целое его основные части – крыло, оперение, шасси. Обшивка фюзеляжа работающая, она участвует в восприятии силовых факторов, действующих в сечениях фюзеляжа, а также нагружена избыточным давлением.

Различные части фюзеляжа имеют особенности конструкции, но имеются также общие для всех частей элементы каркаса, которые можно назвать основными. К основным элементам каркаса можно отнести стрингеры и шпангоуты.

Создание модели фюзеляжа с использованием систем информационного сопровождения позволяет оперативно и с малыми трудозатратами вносить изменения в составные части конструкции, быстро решать проблемы проектного и технологического производства. Так же, информационные системы помогут повысить контроль исполнения задач при добавлении изменений в составные части конструкции фюзеляжа.

Разработка web-приложения для интерактивного обучения математической логике

Сысоева И.С.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

irasys0504@gmail.com

Важную роль в образовании и современной науке играет математическая логика, так как именно она учит последовательно мыслить, доказательно рассуждать, строить гипотезы и опровергать неверные выводы. Умение понимать математическую логику развивает аналитическое мышление и позволяет понять логические основы работы вычислительной техники.

Благодаря совершенствованию вычислительной техники расширяется возможность успешного применения математики при решении определенных задач. В связи с этим необходимо готовить специалистов к изучению последующих математических и специальных дисциплин, многие из которых связаны с основными понятиями математической логики.

Конечно, данному предмету обучают в учебных заведениях. Кроме того, существует много курсов по математической логике в интернете. Однако используемым средствам обучения не хватает практики, которая представляла бы собой не просто решение практических задач, а могла бы заинтересовать обучающегося. Решением этой проблемы является применение интерактивных технологий, которые не только дадут знания, умения и навыки, но и существенно увеличат степень заинтересованности обучающихся, а также помогут им более быстро и качественно усвоить материал. Обучение в виде игры даст возможность индивидуально оценивать уровень знаний студента и поможет более гибко давать материал для дальнейшего изучения.

С целью реализации и внедрения интерактивного обучения в образовательный процесс было разработано web-приложение, представляющее собой генератор различных комбинационных схем, основанных на элементах математической логики.

Задачей пользователя является определить верный набор входных сигналов для получения указанного состояния выхода. Для этого пользователю требуется не только знать принцип работы логических операций, но и проявить определённые творческие способности.

Как известно, логическая операция состоит в преобразовании по определенным правилам входной цифровой информации в выходную. Чтобы студент закрепил знания о

том, как работают логические операции в игре ему даются различные варианты схем с разными уровнями сложности.

Работающий на стороне сервера генератор составляет комбинационную схему, в зависимости от количества операций. Количество элементов и операций увеличивается при повышении уровня. При составлении схемы блоки операций выбираются случайным образом.

Сгенерированная схема в формате JSON передаётся на сторону клиента, где происходит обработка и отображение схемы. Любое действие пользователя, изменяющее входные сигналы, отправляет AJAX-запрос на сервер. За счёт использования JavaScript и AJAX пересчёт схемы выполняется без обновления страницы.

Таким образом, разработанное web-приложение существенно увеличит заинтересованность обучающихся и позволит улучшить качество и усваиваемость материала, связанного с основами математической логики.

Разработка приложения для интерактивного анализа сообщений в социальных сетях

Темнов А.А., Палочкин И.И.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

temnov_aleksei@mail.ru

В современном мире IT индустрия все сильнее интегрирована почти во все сферы деятельности человека и в связи с этим важную роль играет автоматизированный анализ текстовой информации, которой обмениваются участники некоторых социальных групп. В связи с этим возникает необходимость в автономном мониторинге информационного потока, для распознавания и анализа большого количества текстовых сообщений.

Для построения лингвистической модели используется разновидность архитектуры рекуррентных нейронных сетей – долгая краткосрочная память, которая в себе содержит простой LSTM-блок с тремя вентилями: входным, выходным и забывания.

LSTM сети специально разработаны для решения проблемы долговременной зависимости. В основном LSTM сети применяют для прогнозирования и классификации данных. В нашей работе мы настроили и обучили LSTM сеть на большом объеме слабоструктурированных текстовых данных – 70% от общего объема базы знаний. Фаза тестирования проводилась на оставшихся 30%. В результате итерационного подхода обучения было выявлено оптимальное количество тестовых данных, для наилучшего расчёта опорных коэффициентов.

Было разработано клиент-серверное приложения на платформе Node.js с поддержкой REST API для web части. Для получения текстовых данных были использованы публичные API telegram. Для хранения и постобработки данных была спроектирована база данных MariaDB. Архитектура данного приложения основывается на современном подходе к разработке, в основе которого лежит технология микросервисов. Данное решение позволяет масштабировать приложение на различные независимые серверные мощности и позволяет распределять нагрузку с помощью балансировочного сервера.

Разработанное приложение позволяет отслеживать активность в различных информационных каналах, что может быть эффективно при анализе спроса и предложения на различных рынках.

Методы и средства организации программируемой векторной анимации в среде Web

Тимофеева А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

alena195101@yandex.ru

В настоящее время в сфере web-программирования все большую популярность набирает векторная программируемая анимация и векторная графика. Это связано с большим количеством плюсов такой графики, например, таких как маленький вес и хорошее масштабируемость изображения. Маленький вес нужен для того, чтобы картинка быстрее загружалась на web-странице, а хорошее качество, чтобы изображение хорошо смотрелось при любом разрешении экрана, используемого устройства. Для создания качественной анимации на web-страницах используют векторную графику SVG.

Векторная графика SVG (от англ. Scalable Vector Graphics — масштабируемая векторная графика) — язык разметки масштабируемой векторной графики. Формат, основанный на векторе для веб-разработчиков. Изображения такого формата базируются на двухмерной графике. Они часто используются для создания иконок и логотипов. Данный тип формата стал столь популярен из-за ряда преимуществ, таких как:

- Масштабирование: в отличие от растровой графики, SVG не теряет в качестве при масштабировании.
- Уменьшение HTTP-запросов: при использовании SVG сокращается количество обращений к серверу, так как изображение прогружается в виде текста. Соответственно увеличивается скорость загрузки сайта.
- Малый размер: объекты SVG весят намного меньше растровых изображений.
- Анимация и редактирование: при помощи JavaScript можно анимировать SVG, а также редактировать в текстовом или графическом редакторе (InkScape или Adobe Illustrator).

Векторные изображения можно не только менять в плане внешнего вида, то есть изменить цвет фона или какой-либо части, но и анимировать. В отличие от GIF, где анимация покадровая, в SVG каждой отдельной геометрической фигуре в изображении можно присвоить свои инструкции по поведению. Создать программируемую векторную анимацию можно несколькими способами: использование свойств CSS, SMIL и JavaScript.

CSS (Cascading Style Sheets) — это язык стилей, определяющий отображение HTML-документов. CSS свойства позволяют нам сделать простейшую анимацию объекта. Мы можем передвигать его в пространстве, поворачивать, изменять цвет. Но CSS имеет некоторые ограничения. Например, в SVG у каждого объекта есть свои атрибуты, и мы не сможем никак изменять их с помощью CSS (изменять координаты объекта) и не сможем сделать анимацию плавного изменения формы.

SMIL (The Synchronized Multimedia Integration Language) — язык разметки, рекомендованный W3C для описания мультимедийных презентаций. Это очень перспективный и удобный метод анимации. Суть этого стиля в том, что анимация прописывается в коде самого SVG изображения. SMIL-анимация имеет большее преимущество чем простая CSS-анимация. С помощью нескольких команд(тегов) можно сделать простую и очень сложную анимацию. Здесь можно реализовать анимацию по какому-либо действию или событию, например, анимацию по клику мыши или плавное перетекание одного элемента в другой. Также можно задать последовательность, в которой должны выполняться анимации. Еще одно преимущество SMIL есть перед JS-анимациями — то, что JS-анимации не работают, если SVG встроен в страницу в виде `img` или использован как `background-image` в CSS. SMIL-анимации работают в обоих случаях. Но этот вид анимации имеет и минусы. Основной минус состоит в том, что анимация, созданная с помощью этого стиля, является статической, и если нужно будет сделать так, чтобы

анимация изменялась в зависимости от действий посетителя web-страницы, то нужно будет прибегнуть к методам.

Еще один из способов эффективного создания SVG графики и анимации — это использование библиотек JavaScript. Они позволяют создавать простую и сложную SVG анимацию начиная от вращения объектов, изменения их размеров до создания полноценного анимационного сюжета. Таких библиотек достаточно много, но самые популярные это:

- Raphael.JS — небольшая библиотека для упрощения работы с векторной графикой. Очень хорошая поддержка браузеров, включая версии IE6 и выше.
- Snap.Svg — облегчает работу с SVG в современных браузерах. Snap.SVG создана разработчиками самой популярной библиотеки SVG Raphael.JS. Она поддерживает такие функции, как маски, узоры, полные градиенты, группы и многое другое.
- SVG.js — это библиотека для простой работы с SVG. Библиотека является автономной, очень компактной и содержит множество полезных функций.

Она включает встроенные методы для создания форм (прямоугольник, круг и т.д.). Для всех элементов может быть задана анимация (изменение размера, положения, цвета) и взаимодействие со стандартными событиями JavaScript.

Таким образом, использование только CSS свойств для создания хорошей векторной анимации недостаточно. Возможности CSS-анимации для SVG можно дополнить либо использованием JavaScript, либо SVG-анимациями, основанными на SMIL. С помощью этих методов можно создать хорошо поддерживаемую и качественную программируемую анимацию.

Компьютерное моделирование в аддитивном производстве

Титов П.В.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

pavkatit@gmail.com

Современное производство достигло пика своего развития в традиционных методах обработки металлов, и лишь применение новых материалов возможно последующее улучшение характеристик и свойств деталей. Однако не все материалы хорошо поддаются обработке традиционными методами, поэтому использование новых материалов очень ограничено, и обуславливается в основном формой изготавливаемой детали. К таким материалам можно отнести металлокерамику и твердые сплавы. Их применение ограничено в связи со сложностью обработки. Эту проблему можно попытаться решить с помощью 3D-печати.

3D-печать или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных изделий на основе трехмерной CAD-модели (модели, разработанной в САПР). 3D-печать – это изготовление детали слой за слоем по трехмерной компьютерной модели. Метод аддитивного производства отличается от традиционных методов обработки металлов тем, что изделие формируется за счет удаления лишнего материала методами механического производства и обработки (резка и фрезеровка)

Проектирование модели для 3D-печати имеет свои задачи:

- Выбор технологии для 3D-печати
- Выбор оптимальной ориентации модели на рабочей платформе.
- Оптимизация топологии изделий для снижения веса и расхода материала.
- Моделирование элементов поддержки (вспомогательных структур, необходимых для печати навесных элементов детали).

Успешное решение этих задач может быть достигнуто только при использовании достижений информационной технологии, связанных с инженерным анализом, твердотельным моделированием и компьютерными базами знаний. В связи с этим информационные технологии начинают играть существенную роль в 3D-печати и помогают повысить качество изделия, сокращения сроков и снижения трудоемкости проектирования.

Использование средств компьютерного моделирования позволяет избавиться от необходимости проведения стендовых испытаний и эксплуатации оборудования.

Применение средств компьютерного моделирования позволяет:

- Проводить сборку и оптимизацию виртуальных моделей узлов с использованием параметризации, что позволяет корректировать изделие на стадии испытаний.
- Проводить динамическое моделирование технологических процессов изготовления изделия методом 3D-печати.
- Проводить визуализацию изделий в фотореалистичные изображения и выполнять анимацию объектов проектирования. Это предоставляет наглядное и качественное представление будущего изделия на всех этапах разработки.
- Создание рабочей документации изделия по цифровому прототипу, что существенно сокращает количество ошибок и ускоряет разработку изделия.

Разработка методики прогнозирования ресурса работы машин на основании измерения динамических характеристик путем вибродиагностирования

Тихонов В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва

vtikhonovv@gmail.com

На ранних этапах развития роторных машин возникали проблемы в их эксплуатации. Некоторой из них является проблема потери точности их работы. На ряду с другими явлениями, это явление тесно связано с вибрациями в технологической машине. Таким образом, вызванные дисбалансом роторных узлов машины биения, отражаются на точности их работы.

Для выяснения причин понижения точности, за неимением ранее неразрушающих методов диагностики, машину необходимо было останавливать, разбирать и заниматься поиском причин в большом количестве деталей по отдельности. Что неизбежно вело к длительному простою оборудования, а следовательно и финансовым потерям организаций.

Позже, на ряду с развитием технологий, выражающимся, например, во внедрении систем автоматизации рабочих процессов и активной компенсации погрешностей, были разработаны неразрушающие методы вибродиагностирования, которые применяются и по сей день.

Актуальность научной работы заключается в удовлетворении достаточно масштабного спроса на услуги прогнозирования остаточного ресурса машин.

Данные методы вибродиагностики призваны: как минимум, планомерно отслеживать состояние машины для обеспечения точности её работы, и как максимум, прогнозированию заблаговременного ТО оборудования и исключению его внезапного выхода из строя.

Однако, предоставляемые компетентными компаниями услуги в этой области являются технически сложными, требующими работы очень узконаправленных специалистов и являются финансово затратными.

Целью научной работы является обеспечение повышенной надежности эксплуатируемых машин за счет разработки и применения способов мониторинга их динамических характеристик.

Научная новизна работы заключается в создании математической модели, характеризующей взаимосвязь собственных частот роторного узла с жесткостью его опор в процессе эксплуатации машины, что позволит получить функцию влияния жесткости опор на резонансные частоты.

Практическая значимость работы заключается в:

- разработке рекомендаций по использованию разработанного программно-математического обеспечения идентификации жесткости опор роторного узла на основе его экспериментальных частотных характеристик, обеспечивающих поддержание

работоспособности машины и уменьшение затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования;

- разработке рекомендаций по определению текущего состояния опор роторного узла машин, способствующих повышению их эксплуатационной надежности, обеспечению бесперебойной работы оборудования и повышению его производительности.

Проектирование и разработка универсальной системы хранения и обработки экспериментальных данных

Трофимушкин А.С.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Костиков Ю.А.

МАИ, Москва

artemtrofimushkin@gmail.com

При проектировании и конструировании различного рода техники, специализированные программные комплексы обработки результатов технических экспериментов приобретают все более важное значение. С одной стороны, существуют универсальные системы обработки данных, которые требуют привлечения высококвалифицированных специалистов, больших вычислительных ресурсов, тонкой настройки и содержат функциональные возможности, значительная часть которых не используется. В связи с этим эффективность таких программных продуктов снижается. С другой стороны, на рынке присутствуют узкоспециализированные компьютерные системы, которые предназначены для решения конкретных задач, но в них часто отсутствует требуемый функционал.

К разрабатываемой системе были выдвинуты такие требования как надежность, целостный доступ к данным, простота обслуживания и поддержки, понятный и удобный пользовательский интерфейс, а также возможность расширения дополнительным функционалом.

Результатом работы является программный комплекс, построенный на основе модульной клиент-серверной архитектуре, с встроенными возможностями для расширения и масштабирования. Программный комплекс включает в себя набор преднастроенных модулей: модуль администрирования, модуль экспериментальных данных, модуль графических представлений, аналитический модуль, и систему динамической компоновки, осуществляющей загрузку, управление и подключение модулей этих и сторонних модулей по системе plug-in.

Серверной частью комплекса является веб приложение, реализованное на современном фреймворке ASP.NET Core 2.0. Следствием данного выбора является возможность развертывания как на Windows платформах, так и на Linux и MacOS X дистрибутивах. Приложение предоставляет доступ к данным по RESTful API, гарантируя при этом транзакционную целостность и разграничение прав доступа как к самим данным так и действиям над ними. Также, реализована встроенная система мониторинга и диагностики с пользовательским Web интерфейсом.

В качестве хранилища данных была выбрана реляционная СУБД PostgreSQL, современные возможности которой позволяют спроектировать надежную, высокопроизводительную систему.

Графическим интерфейсом к комплексу является классическое оконное приложение разработанное на фреймворке Windows Presentation Foundation с применением архитектурного шаблона проектирования Model-View-ViewModel. Установка и обновление приложения на компьютеры конечных пользователей осуществляются с помощью технологии ClickOnce.

Программный комплекс значительно повышает производительность и качество труда персонала, эффективность обработки, хранения, анализа и сравнения результатов испытаний.

В настоящее время программный комплекс готовится к прохождению тестирования на одном из авиационных предприятий.

Список литературы:

1. Саймон Ригс., Ханну Кросинг. «Администрирование PostgreSQL 9. Книга рецептов». Издательство ДМК Пресс, 2013 – 368с.;
2. Джеффри Рихтер. «CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#». Издательство: Питер, 2017 – 896с.;
3. Мэттью Макдональд «WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0 для профессионалов». Издательство: Вильямс, 2013 – 1024с.;
4. Мартин Фаулер, Дэвид Райс, Мэттью Фоммел, Эдвард Хайет, Роберт Ми, Рэнди Стаффорд. «Шаблоны корпоративных приложений». Издательство: Вильямс, 2006 – 544с.;

Основы скелетной анимации в полигональном моделировании

Тюльпакова И.А.

Научный руководитель — Харитоненков А.И.

МАИ, Москва

itylpakova@mail.ru

Анимация всегда интересовала людей, о чём свидетельствует множество способов её создания. В XX веке была популярна двумерная анимация, но ей на смену пришла трёхмерная анимация, которая создаётся совсем по другому принципу. Если для создания двухмерной анимации требовалось создать рисунок каждого положения персонажа, то сейчас создают трёхмерную модель и заставляют её двигаться с помощью скелетной анимации.

Скелетная анимация - это придание 3д модели движения, то есть способ анимирования полигональной модели. Состоит анимация из нескольких этапов: риггинг, скининг и непосредственно сама анимация. Рассмотрим более подробно каждый из этапов.

Первым этапом, риггингом, называют наполнение модели управляющими элементами (костями), связанными между собой в единый скелет. Чем сложнее модель, тем больше костей требуется в неё поместить. Все кости, помещённые внутри модели, называются риг. Установка иерархии костей помогает наладить модель поведения при изменении положения костей в пространстве. С помощью риггинга происходит трансформация модели.

После того как модель получила свой скелет, приступают к скиннингу, то есть привязыванию модели к управляющим элементам, чтобы каждая кость управляла своей группой полигонов на поверхности модели. Результатом скининга будет привязанность всех участков полигональной сетки к управляющим элементам.

После того как модель подготовлена, приступают к анимации. Движение какой-либо части тела задаётся движением соответствующей кости. Чтобы сделать анимацию более реалистичной, прорабатывается весь риг.

Основными проблемами создания анимации является неправильное распределение полигонов по костям, пренебрежение анатомией персонажа, то есть пренебрежение постановкой ограничений для каждой конкретной кости. Создание скелетной анимации трудоёмкий процесс, так как нужно предусмотреть все возможные положения управляющих элементов.

Разработка и проектирование интерфейсов системы планирования задач

Тюльпакова М.А.

Научный руководитель — Викулин М.А.

МАИ, Москва

mtylpakova@mail.ru

Современные тенденции развития общества всё чаще заставляют человека сталкиваться с нехваткой времени, сжатых сроков выполнения работы, а также и со стрессом, вызванным вынужденной спешкой. Всё чаще специалисты в компаниях прибегают к технологии упорядочения времени, известной как «тайм-менеджмент».

Тайм-менеджмент направлен на повышение эффективности использования времени, в чём будет заинтересована любая серьёзная компания. Одной из областей, которые охватывает тайм-менеджмент, является планирование и делегирование задач. Эффективность в данном аспекте достигается путём составления конкретного списка задач, в котором будут указаны сроки выполнения и исполнитель.

Такие списки задач должны не только содержать актуальные задачи, но и хранить архив уже выполненных поручений для составлений отчётов о произведённой работе. Кроме того, список должен быть централизованным и позволять каждому из исполнителей просматривать общий список задач для понимания тенденций продвижения компании. К тому же, каждый исполнитель должен иметь возможность легко выбрать из всего списка только те задачи, какие ему необходимо выполнить.

Несмотря на развитие информационных технологий, многие специалисты всё ещё пользуются бумажными носителями для подобных записей: например, каждый исполнитель записывает собственные задачи на совещании. Встречается также и использование чатов, электронной почты и текстовых документов. Однако все указанные способы планирования не являются эффективными и не соответствуют обозначенным требованиям.

В качестве первого шага для решения проблем с планированием задач в компаниях и реализации централизованных списков задач был разработан интерфейс веб-приложения, позволяющего вести планирование в режиме «online».

Интерфейс веб-приложения имеет два основных раздела: общий список задач и личный кабинет для каждого пользователя. Список задач представляет собой электронную таблицу, поддерживающую интерактивное редактирование информации. Поля таблицы позволяют ввести наименование задачи, её приоритет, сроки выполнения, исполнителя и другую необходимую информацию. С помощью инструментария JavaScript при двойном клике на любую ячейку она преобразуется в поле для редактирования. В дальнейшем, для поддержки данного функционала потребуется реализовать взаимодействие с сервером при помощи технологии AJAX, чтобы редактируемые данные сохранялись без обновления страницы.

Второй раздел интерфейса – личный кабинет. Здесь пользователю отображаются все списки задач, созданные им, либо к которым ему был предоставлен доступ. Однако списки задач в данном разделе являются вспомогательной информацией. Основную часть окна занимают различные задачи, в которых данный пользователь назначен исполнителем. В результате пользователь всегда может оперативно посмотреть список актуальных для него задач или же, например, отметить какую-либо задачу выполненной.

Таким образом, разработанный интерфейс соответствует заявленным требованиям. Пользователям доступен как общий список задач, так и интересующие лично его поручения. При этом реализация планировщика задач в качестве веб-приложения подразумевает доступность сервиса не только с персонального компьютера, но и со смартфонов, что позволяет специалистам всегда быть в курсе актуальных задач и вести работу наиболее эффективно.

Сравнительный анализ платформ мобильной разработки нативных и Web-приложений

Уколов А.П.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

ukolov.sasha@yandex.ru

С каждым годом рынок мобильных устройств расширяется. По данным компании “Яндекс” на 2016 год в России выход в интернет с использованием мобильных устройств осуществляется в 70% случаях. В связи с такой статистикой вебмастера, как правило, вынуждены как-то адаптировать свои проекты под пользователя мобильных телефонов. Есть два самых распространенных метода: сделать мобильное приложение под каждую операционную систему или переделать свой веб-ресурс в мобильное веб-приложение.

Нативным приложением (Native App) называется приложение, которое требует установки. Как правило, такие приложения устанавливаются через внутренние магазины Google Play для Android устройств и App Store для iOS.

Прогрессивные веб-приложения (Progressive Web Apps) – приложения, которые можно воспринимать как сайт, построенный на основе веб-технологий, но может взаимодействовать с пользователем как обычное нативное приложение.

Одна из самых привлекательных особенностей прогрессивных веб-приложений – это простота разработки. Для создания данного приложения потребуются лишь знания, необходимые для создания классических сайтов. Эти приложения можно установить на домашний экран, получать PUSH-уведомления и даже работать в автономном режиме.

Progressive Web Apps имеют следующие особенности, отличающие их перед классическими приложениями:

1) Web-приложение не требует установки, и как правило, при втором посещении ресурса предлагает установить приложение при повторном посещении.

2) Для создания Progressive Web Apps не требуется проработка API, так как в отличие от native-приложений, пользователь запускает одну и ту же версию приложения.

3) Кроссплатформенность – так как код написан на HTML, CSS и JavaScript, сильно удешевляется стоимость разработки проекта, поскольку имеет место быть унификация, что не требует найма отдельного специалиста для каждой операционной системы или платформы.

Веб-приложения имеют доступ к системным API и возможность организовывать работу в оффлайне – они могут иметь доступ к книге контактов пользователя, фото, камере и так далее. Это делает его функционал схожим с классическими приложениями.

Чтобы ресурс считался веб-приложением требуется два файла:

Service worker – представляет собой JavaScript-файл, который может контролировать веб-страницу, с которым он ассоциируется, перехватывать и модифицировать запросы навигации и ресурсов, очень гибко кэшировать ресурсы, для того чтобы предоставить полный контроль над тем, как приложение ведет себя в определенных ситуациях (например, когда сеть не доступна). Он работает в отдельном потоке от системного потока JavaScript. Именно он позволяет описывать поведение веб-приложения в режиме оффлайн и имеет доступ к PUSH-уведомлениям и API.

Web App Manifest – JSON-файл для установки приложения на домашний экран смартфона и описывающий его.

Несмотря на видимые преимущества Web Apps, следует выделить явные минусы перед Native Apps:

- 1) Для работы приложения требуется постоянное HTTPS-соединение.
- 2) Требуется поддержка различных браузеров.
- 3) Нельзя найти на просторах встроенного магазина приложений.
- 4) Веб-приложения сильно проигрывают в скорости и эффективности классическим приложениям.

Выбор разрабатываемого приложения должен зависеть от спектра предоставляемых услуг и решаемых задач, а также понимания, когда и для чего конечному пользователю нужно будет воспользоваться разрабатываемым продуктом. Только когда есть уверенность, что потребитель всегда имеет стабильное подключение к интернету, то Web-приложение – отличный выбор. Однако если приложение разрабатывается как развлечение и подключение к интернету вовсе не обязательное опция, то native приложение будет лучшим вариантом, особенно если от приложения требуется большие затраты внутренних ресурсов, таких как оперативная или встроенная память телефона. Однако при достаточном бюджете на разработку, в идеальных условиях, не будет лишним сделать как native, так веб-версию.

Модель рекламной монетизации интернет-ресурса, ориентированная на пользователя

Утяшев Э.Э.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Фомичев В.А.

МАИ, Москва

emil.utyashev@mail.ru

1. Социальные сети

На настоящий момент социальные сети занимают огромный пласт в человеческой деятельности. Они разнятся по своим видам и реализациям, но они все имеют одну общую черту. Сообщества. Этот признак является залогом самого важного с точки зрения бизнеса показателя – посещаемости.

2. Свой сайт

Я создал развлекательный интернет-ресурс, где каждый может поделиться своими достижениями и получить так называемую «ачивку», созданную другим пользователем. Это элемент, взятый из игровой индустрии, который является наградой-отметкой о выполнении какого-то действия внутри игры. Таким образом, я делаю из социальной среды игру, которая базируется на одной из ступеней пирамиды потребностей Маслоу – потребность в признании. Обозначу структуру сайта: он поделён на темы, в каждой теме пользователь может публиковать свои рассказы и другие формы описания своих достижений в реальной жизни. Пользователи могут присвоить автору соответствующую ачивку за рассказ. И ачивка, набравшая больше всего голосов, будет присвоена профилю автора публикации.

3. Возможная монетизация

Любой сайт рано или поздно начинает требовать денег на поддержание своей работы. И как минимум, он должен окупать сам себя, чтобы работать эффективно.

Существует 2 основных способа:

- Монетизация через пожертвования, которая не требует ничего кроме доброй воли обитателей сайта, которые хотят, чтобы он продолжил существовать, но раздражает людей, которые воспринимают это как попрошайничество или наглое требование денег.

- Монетизация через рекламу, которая ныне раздражает очень много людей из-за своей структуры. Это раздражение вылилось в то, что сейчас существует множество приложений, которые блокируют рекламу автоматически.

4. Реклама

Возникает закономерный вопрос: как же сделать монетизацию такой, чтобы она не раздражала людей?

Исследования, проведённые компанией AdBlock показывают, что люди, в принципе, не против поддерживать сайт, позволяя ему отображать рекламу, но их раздражает огромное количество и нерелевантность товаров, они ощущают себя так, что им постоянно пытаются что-то навязать. И существующие системы Google и Яндекс вызывают у людей дискомфорт, потому что они ощущают, что за ними следят, чтобы опять что-то навязать.

5. Нейро-маркетинг

Люди привыкли что им постоянно пытаются что-то продать. Огромное количество баннеров и текстовых вставок нерелевантных товаров развивают у пользователей баннерную слепоту, которая снижает показатель процента кликов на просмотры. Даже если «вшить» рекламу в сайт так чтобы она не блокировалась автоматически, пользователи будут просто игнорировать её. Таким образом, какая бы у сайта ни была посещаемость, реклама в нынешнем виде не может быть эффективной.

6. Разработка собственной рекламной модели

Решением поставленных проблем стала идея переработать рекламу. Сделать её ориентированной не на удобство продавца, а на удобство пользователя сайта, показывая ему только такую рекламу, которая релевантна не к той информации, что собрал следящий алгоритм, а к местам его «обитания» в интернете. В рамках моего сайта этой цели послужит разделение на темы.

Была создана новая модель принципов:

- Каждая тема – отдельная деятельность, к которой можно отнести соответствующие товары. Реклама должна быть релевантной теме.

- Реклама должна быть не навязанной, но опциональной. Иными словами, если человек интересуется темой и хочет в ней участвовать, он захочет приобрести всё необходимое для этой задачи. И отдельная секция «релевантных товаров» поможет ему.

- Для рекламодателей должна быть создана страница, на которой специальный алгоритм выводит все тенденции на сайте, чтобы дать им представление о том какие товары могут пользоваться на сайте популярностью.

Такая модель гарантирует, возможно, не огромное количество просмотров, но возросшее количество «кликов» относительно классического принципа «разместить баннер здесь».

Для функционирования модели необходим алгоритм считывания тенденций, который я разработал в своей работе.

Распространение этой модели может положить конец «войне» между рекламщиками и пользователями, сделав рекламу в интернете чем-то полезным для пользователя.

Применение компьютерного моделирования для анализа технологических процессов изготовления элементов конструкций

Харитonenков А.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Хорошко Л.Л.

МАИ, Москва

kharitonov.a.i@gmail.com

В настоящее время компьютерное моделирование стало незаменимым инструментом для проектирования сложных технических объектов. Развитие компьютерных технологий и увеличение вычислительных мощностей компьютерных систем увеличивает возможности для создания цифровых прототипов изделий.

Компьютерное моделирование, хоть и не может в полной мере заменить классические испытания, но обладает рядом преимуществ. С экономической составляющей, компьютерное моделирование обходится гораздо дешевле, чем создание прототипа. Виртуальные испытания позволяют рассматривать изучаемый процесс в различных режимах его проведения, что немаловажно в многовариантном случае. Также к преимуществам стоит отнести возможность оценки эффектов, вносимых различными факторами в общий результат.

К наиболее часто встречающимся задачам моделирования можно отнести: процессы, характеризующиеся напряженно-деформированным состоянием твердых тел, а также движение и теплообмен текучей среды. Основные методы, используемые при решении этих уравнений: метод конечных элементов и метод конечных объемов. Эти методы используются достаточно широко для решения различных уравнений при математическом моделировании различных физических процессов.

Изучение физической задачи с использованием математического моделирования, как правило, осуществляется через следующие этапы:

1. Формулировка модели.
2. Исследование математической задачи.
3. Поиск алгоритма решения.
4. Создание компьютерной модели.
5. Исследование результатов и сопоставление их с имеющимися данными.
6. Доработка модели.

Для нахождения результатов поставленной задачи возможна разработка собственного программного обеспечения для решения конкретной задачи, так и использования уже существующих на рынке решений. При этом, следует учитывать неизбежные при любой численной аппроксимации условности и погрешности. В связи с этим вопрос соответствия расчетной модели к реальному объекту является, пожалуй, основным при использовании программ компьютерного моделирования. В процессе работы мной было выполнено компьютерное моделирование технологического процесса магнитно-импульсной сборки осесимметричных конструкций ЛА, включающее разработку 3D моделей инструмента и оснастки с использованием системы поверхностного параметрического и трехмерного твердотельного моделирования.

Отслеживание объектов на видео-потоках

Хмелевский И.Д.

Научный руководитель — Браун С.А.

МАИ, Москва

ivan.khm@gmail.com

Современные разработки в области машинного обучения и общий рост производительности компьютерного железа, дают возможность для развития технологии распознавания объектов на видео-потоках. Она используется во многих областях науки и искусства, однако в последнее время больше всего востребована в области видео наблюдения. Существует множество свободно распространяемого программного обеспечения, реализующего данную технологию, но большинство из них не обладают высоким качеством трекинга.

Данные программы позволяют определять лишь примерные области нахождения объектов, например в форме прямоугольников. Желая решить эту проблему, мною было создано ПО, реализующее следующий функционал:

- повышенная точность слежения(корректное детектирование границ объекта);
- отслеживание перемещения объекта между кадрами;
- отслеживание объекта на видео идущем в живом времени(лайв трансляция);
- универсальность, простая встраиваемость в различные системы.

Были произведены оптимизация и улучшение алгоритмов для определения границ объектов, а именно построение и обучение LSTM(Long Short-Term Memory) нейросети с помощью изображений движущихся людей и прочих объектов. Вideoпоток в реальном времени разделяется программой на отдельные кадры, которые подаются на вход нейросети, получая на выход границы объекта с заданной точностью. После чего эти границы накладываются на изначальные кадры и они вновь совмещаются в видео. За основу были взяты существующие решения и был достигнут наилучший результат за счёт их компоновки и доработок.

В результате, данное ПО позволяет облегчить задачу людям, в случае поиска пути перемещения объекта между камерами. Так же улучшено определение силуэта объекта, которое позволяет определить характер его движения в кадре (например резкие или спокойные движения человека).

Моделирование технологических процессов изготовления и сборки элементов конструкций летательных аппаратов с применением САПР

Хорошко А.Л.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Силуянова М.В.

МАИ, Москва

lesha065@mail.ru

В трубопроводах летательных аппаратов достаточно часто применяются неразъёмные герметичные соединения, требующие обеспечения высокого качества прочности самого соединения.

Высокоскоростная сварка труб давлением импульсного поля образуется в результате сложных физико-химических процессов, происходящих на контактных поверхностях и в приконтактных объемах соединяемых материалов. В настоящее время к соединениям предъявляются жесткие требования по обеспечению высокой герметичности в экстремальных условиях эксплуатации, высокой вибропрочности, минимальной массе конструкции и обеспечению взаимозаменяемости. Магнитно-импульсная сварка является одним из самых перспективных процессов сборки, имеющим ряд преимуществ перед другими способами, в частности: процесс формообразования легко регулируется в широком диапазоне и точно дозируется передаваемой энергией импульсного поля, характеризуется стабильностью воспроизведения рабочих режимов, высокой производительностью и легко автоматизируется в САПР.

На основе проведенного сравнительного анализа существующих систем автоматизированного проектирования был сделан вывод, что система Autodesk Inventor является наиболее функциональной для моделирования деталей, оснастки и инструмента для магнитно-импульсной сборки, а также динамического моделирования самого процесса формообразования. Autodesk Inventor – система поверхностного параметрического и трехмерного твердотельного моделирования, используя при проектировании стандартные библиотеки изделий которой, например: жесткие трубопроводы с фитингами, гнутые трубы и гибкие шланги для моделирования трубопроводных систем, можно достаточно быстро разрабатывать детали, узлы, агрегаты и сами конструкции сложных изделий. Т.о., применение САПР позволяет не только проводить динамическое моделирование (для деформирования трубчатых заготовок давлением импульсного магнитного поля) технологических процессов изготовления элементов конструкций летательных аппаратов, но и проводить виртуальные испытания конструкций и изделий с использованием виртуальных моделей, а также выполнять их визуализацию в фотореалистичные изображения и выполнять анимацию объектов проектирования.

Динамическая модель высокоскоростного деформирования элементов конструкций ЛА методом магнитно-импульсной обработки материалов, а также возникновение контактного напряжения в процессе воздействия магнитного поля была выполнена в программе Autodesk Simulation Mechanical, что позволило смоделировать процесс образования соединений и технологический процесс сборки. В результате проведенного моделирования, без использования дорогостоящего оборудования, затрат на изготовление инструмента и образцов деталей, стало возможным определить режимы деформирования трубчатых конструкций для образования соединений требуемых параметров в области контакта, изменяя значение давления импульсного магнитного поля для выполнения соединений трубчатых заготовок. Все это дает возможность делать наглядные и качественные представления изготовления соединений трубчатых конструкций будущего изделия на всех этапах работы над разработкой проекта.

Применение непрерывного подхода в имитационном моделировании

Цимбал А.А., Ярмухаметов Ф.Ф.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

tsimbal.art@gmail.com

В большинстве развивающихся стран, производственные предприятия пытаются проанализировать рынок с целью определения рентабельности проводимого плана развития предприятия. Ведь, если предприятие закупит лишнее оборудования, которое будет храниться на складе, то получится нерациональное использование прибыли предприятия. Неправильное распределения прибыли может привести к убыткам и дальнейшему кризису на предприятии. Обычно для решения таких задач применяют имитационное моделирование, хотя сфера применения имитационного моделирования является куда шире, чем кажется на первый взгляд.

В данной работе будет рассказано об имитационном моделировании и рассмотрено в каких задачах необходимо использовать непрерывных подход к имитационному моделированию. Но прежде всего стоит пояснить, что такое имитационное моделирование.

Имитационное моделирование (или моделирование) – одно из наиболее распространённых методов, а возможно, и самый распространённый метод, исследования операций и теории управления[1]. Сутью имитационного моделирования является имитация различных процессов или операций, выполняемых реальными устройствами. В моделировании устройства или процесс обычно именуют системой, а моделью научное исследование системы, которая имеет вид математических или логических отношений, позволяющая получить представление о поведении соответствующей системы. Хотя имитационное моделирование и зародилось еще в 1950-60 годах, но к нему все также продолжают прибегать, когда:

- невозможно построить аналитическую модель из-за наличия в системе: последствий, причинных связей, случайных переменных, времени, нелинейности, и т.д.;
- материальный объект является дорогостоящими или он пока еще не изобретён и его необходимо исследовать;
- поведение системы необходимо имитировать относительно времени.

В непрерывной имитационной модели существуют переменные состояния, которые являются зависимыми переменными, непрерывно изменяющимися в течении имитационного времени и сообщаящими о состоянии системы. В данной имитационной модели как правило используются дифференциальные уравнения. Они устанавливают отношения между временем и скоростью изменения переменных состояния. Простые дифференциальные уравнения можно решать аналитически для этого выделяют функцию в момент времени равный нулю, которая будет учитывать значения переменных состояния для всех значений. Но аналитическое решение становится невозможным если возникает необходимость анализировать большие непрерывные модели, то в таком случае с заданными специальными значениями для переменных состояния в момент времени равный нулю, можно воспользоваться численным интегрированием дифференциальных уравнений, используя технологию численного анализа.

К непрерывной имитационной модели можно отнести:

- изучение полета самолета;
- изучение динамики миграции птиц;
- исследование мира в области динамики народонаселения;
- и т.п.

Список литературы:

1. Аверилл М. Лоу, В. Дэвид Кельтон, «Имитационное моделирование» 3-е издание, 2004;
2. Павелко Я. О., Осетрова Н.В., «Имитационное моделирование: теория и практика»;

Оценка возможностей применения SimInTech на основе контроллера Raspberry Pi на примере автоматизации лабораторной установки «Методы и технические средства измерения давления»

Чапоргин А.В.

Научный руководитель — к.т.н. Сурков Д.А.

МАИ, Москва

fk.sir@mail.ru

Ряд западных стран в настоящее время ввели санкции в отношении Российской Федерации. С этого момента в РФ начался процесс импортозамещения, и ряд отраслей, таких как сельское хозяйство и пищевая промышленность, стремительно растут и развиваются.

Однако, импортозамещения в сфере информационных технологий развиваются не достаточно быстро. Существует ряд причин, такие как долгосрочные контракты с зарубежными поставщиками программного обеспечения и отсутствие конкурентных отечественных решений.

Но зарубежное ПО не всегда лучше отечественного, особенно в плане устойчивости к удаленному взлому и защиты данных, что очень важно для крупных компаний.

Одной из таких компаний является «Транснефть», которая в 2016-2017 гг провела глубокий анализ рисков для компании в части информационной безопасности АСУ ТП (автоматизированные системы управления технологическим процессами). Результаты исследования показали, что использование оборудования Schneider Electric - французской компании, не удовлетворяет нормам безопасности. Были обнаружены уязвимости во встроенных механизмах защиты АСУ ТП. В связи с этим, «Транснефть» объявила об отказе сотрудничества со Schneider Electric.

Путём решения проблем импортозамещения и кибербезопасности является использование модельно-ориентированного проектирования (МОП), все компоненты и блоки которого будут иметь отечественное производство.

Средой динамического моделирования технических систем в МОП будет отечественная среда SimInTech. С помощью этой среды возможна и очень удобна автоматизация всевозможных процессов.

Научная новизна разрабатываемого блока - оценка возможностей применения SimInTech на основе контроллера Raspberry Pi для автоматизации технологического процесса.

Примером такого блока является установка «Методы и технические средства измерения давлений», которая используется для калибровки датчиков давления. Она имеет как каналы измерения, так и каналы управления.

Для ее автоматизации используется ПО SimInTech.

Для достижения указанной цели были решены следующие основные задачи:

1. Разработать структурную схему создаваемого микропроцессорного измерительно-управляющего блока. При этом осуществить выбор комплектующих измерительно-управляющего блока, его программного обеспечения и системы проектирования.
2. Разработать электрическую схему измерительно-управляющего блока.
3. На основе электрической схемы разработать печатную плату измерительно-управляющего блока.
4. Разработать алгоритм и программное обеспечение, управляющие лабораторной установкой “Методы и технические средства измерения давлений”.
5. Для визуализации хода проведения экспериментальных исследований разработать пользовательский интерфейс.
6. Произвести загрузку разработанных алгоритмов и программного обеспечения для работы установки.
7. Выполнить монтаж микропроцессорного измерительно-управляющего блока и лабораторной установки.

8. Провести стендовые испытания разработанного микропроцессорного измерительно-управляющего блока на базе лабораторной установки.

9. Сделать выводы по оценке возможности применения SimInTech для автоматизации технологического процесса.

Применение технологии переноса обучения при построении сверточной сети

Черепанов С.Ю.

Научный руководитель — Николаев П.Л.

МАИ, Москва

yasergey-96@mail.ru

Технология переноса обучения позволяет изменить архитектуру предварительно обученной глубокой нейронной сети таким образом, чтобы она подходила для решения нашей новой задачи, обучившись на новом наборе данных.

Например, данные, полученные при обучении нейросети распознаванию автомобилей, могут в какой-то мере использоваться для распознавания грузовиков.

Нейронные сети, обученные для решения задач классификации изображений, состоят из двух частей:

Сверточная часть используется для выделения характерных признаков из изображения.

Полносвязная часть реализует классификацию - определяет, что за объект находится на изображении на основе признаков, которые извлекла сверточная часть.

На практике очень мало людей обучают сверточные сети (со случайной инициализацией) с нуля, так как относительно редко существует набор данных достаточного размера. Вместо этого принято обучать сверточную нейронную сеть (СНС) на очень большом наборе данных (например, ImageNet, который содержит 1,2 миллиона изображений с 1000 категориями), а затем использовать СНС либо в качестве инициализации, либо для конкретной функции, интересующей нас задачи.

Существует три основных сценария переноса обучения:

1. СНС как средство выделения фиксированной функции.

Берется СНС, предварительно обученная на ImageNet, удаляется последний полностью подключенный уровень, а затем обрабатывается оставшая часть СНС в качестве нового фиксированного экстрактора функций для нового набора данных.

2. Точная настройка СНС.

Вторая стратегия заключается не только в замене и переподготовке классификатора поверх СНС на новом наборе данных, но и в том, чтобы также точно настроить вес предварительно подготовленной сети, продолжая обратное развертывание. Можно настроить все уровни СНС, или сохранить некоторые из ранних слоев фиксированными (из-за проблем с переобучением) и точнее настроить часть более высокого уровня сети. Это следует из того, что ранние слои СНС содержат более общие функции (например, детекторы кромок или детекторы цветных пятен), которые могут быть полезны для многих задач, но поздние слои постепенно становятся более конкретными для деталей классов, содержащихся в исходном наборе данных. Например, в случае ImageNet, который содержит много пород собак.

3. Предварительные модели.

Поскольку современным СНС нужно много времени на обучение на графических процессорах на наборе данных ImageNet, разработчики часто используют предварительно обученную модель и настраивают ее под свои данные.

Моделирование конструкции и технологии изготовления изделия «Корпус»

Шаблий А.Д.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кузнецов П.М.

МАИ, Москва

dambr-wolf@mail.ru

В наши дни нашли широкое применение информационные технологии, позволяющие проектировать, моделировать и даже формировать документацию для производства изделий аэрокосмической отрасли. Освоение систем и закрепление практических навыков по созданию информационных моделей изделий позволяет осуществлять планирование и распределение ресурсов с целью нахождения более оптимального способа изготовления изделия. Это способствует нахождению путей к увеличению качества продукции и уменьшению временных затрат. С этой целью в аэрокосмической отрасли нашли широкое применение такие программные продукты как T-FLEX, Solid Workx, NX и т.д. PDM системы, нацеленные на управление данными об изделии. PLM системы, предназначенные для управления жизненным циклом изделия. Так же существуют системы, предназначенные для упрощения создания и написания технологий, такие системы несут в себе реляционные базы данных.

Для передачи вращательного момента в подвижных частях и элементах летательных аппаратов важную роль играет изделие «Корпус». Такое изделие обеспечивает перемещение вращательного момента от одного элемента к другому с одновременным гашением вибрации, что обусловлено вхождением в состав изолятора. Использование внешнего контура произвольной формы, размера и соответственно массы позволяет достичь оптимальной конструкции для того или иного летательного аппарата не потеряв при этом в функциональности. Таким образом, становится очевидна функциональность данного изделия.

Создание модели изделия «Корпус» в системе T-FLEX открывает широкие перспективы в создании информационных моделей так же и прочих систем и модулей аэрокосмической отрасли. Сначала создаются информационные модели деталей, из которых в последствии составляются сборочные единицы. Это способствует созданию информационных моделей изделий в заданные сроки и с теми требованиями, которые заложены в ТЗ летательного аппарата, для которого в частности предназначено изделие «Корпус». Функционал T-FLEX позволяет не только создавать параметризованные информационные модели, но так же осуществлять тестирование этих моделей на прочность при вращении.

Соответственно после произведённых расчётов на прочность производятся расчёты на способность изделия функционировать в различных температурных условиях. Эти расчёты обусловлены тем, что изделия аэрокосмической отрасли должны быть способны функционировать как при очень высоких температурах, так и при очень низких.

После проведения всех расчётов осуществляется формирование документации на производство или, если будут использоваться станки с ЧПУ, составляется программа для таких станков с использованием систем автоматического проектирования (САПР). Такие системы позволяют проводить анализы уже созданной информационной модели и устранить возможные недостатки в процессе проектирования изделия и его составных частей с целью экономии времени и позволяет не допустить затраты на устранение недостатков или доработку в процессе производства.

Разработка клиент-серверного программного комплекса тренажёра для подготовки специалистов-автомехаников на примере автомобиля Lada Vesta

Шандура К.А., Калинин П.А., Краснов И.С.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

iipoc1deagle@gmail.com

Активное развитие инструментов для создания веб-приложений ведет к разнообразию подходов к решению задач. Популярный и развивающийся на данный момент подход к решениям – создание одностраничных веб-приложений. Данный подход удобен конечному пользователю тем, что нет необходимости в отдельном клиенте.

Нами разрабатывается проект обучающего веб-приложения для студентов автомеханических колледжей. Проект представляет собой систему, позволяющую обучающимся решать задачи, связанные с обслуживанием, поиском поломок и починкой электрических цепей автомобиля. Для работы в системе используется модель автомобиля «Лада Веста». При этом предусмотрена возможность просмотра процесса выполнения задания и учета результатов для учителей, а также подробная запись выполненных учениками действий. Это было реализовано с помощью технологии WebSocket, благодаря чему данные процесса выполнения задания учеником отслеживаются учителем в реальном времени. В качестве библиотеки практической реализации технологии WebSocket была использована библиотека Socket.IO. Таким образом преподаватель может следить за работой каждого ученика одновременно в реальном времени.

Проект создается целиком на языке JavaScript с использованием программной платформы Node.js, позволяющей использовать JavaScript для создания back-end составляющей веб-приложения (серверной части). Выбор пал на эту технологию по причине ее простоты в использовании и удобстве при разработке одностраничных веб-приложений (Single-page application, SPA), которым является наш проект.

Разрабатываемый сервис позволит в удобном виде совместить демонстрацию работы с электрическими цепями автомобиля и систему контроля выполнения заданий учениками в едином решении, тем самым улучшить подготовку специалистов в автомеханических колледжах.

Исследование программного комплекса для взаимодействия с умными вещами

Шебанин А.С., Иванов А.И.

Научный руководитель — профессор, Восков Л.С.

МИЭМ НИУ ВШЭ, Москва

a.shebanin@gmail.com

Основные программной платформы IoT

Основываясь на [1] [7], можно выбрать следующие функции, которые имеют решающее значение для программной платформы IoT: управление устройствами, интеграция, безопасность, протоколы сбора данных, типы аналитики и поддержка визуализации.

Поддержка управления и поддержки устройств

Платформа IoT должна поддерживать список подключенных к ней устройств и отслеживать их рабочее состояние; Она должна иметь возможность обрабатывать обновления конфигурации, прошивки (или любого другого программного обеспечения) и предоставлять отчеты об ошибках на уровне устройств и обработку ошибок [2]. В конце концов, пользователи устройств должны иметь возможность получать статистику отдельных устройств.

Информационная безопасность

Меры информационной безопасности, необходимые для работы программной платформы IoT, намного выше, чем общие программные приложения и службы. Миллионы устройств, подключенных к платформе IoT, означают, что мы должны предвидеть пропорциональное количество уязвимостей [3]. Как правило, сетевое соединение между устройствами IoT и программной платформой IoT должно быть зашифровано с использованием надежного механизма шифрования, чтобы избежать потенциального подслушивания.

Протоколы сбора данных

Другим важным аспектом, который требует внимания, являются типы протоколов, используемых для передачи данных между компонентами программной платформы IoT. Возможно, платформу IoT нужно масштабировать до миллионов или даже миллиардов устройств (узлов). Легкие протоколы связи должны использоваться, чтобы обеспечить низкое потребление энергии, а также низкую пропускную способность сети.

Аналитика данных

Данные, собранные с датчиков, подключенных к платформе IoT, должны анализироваться интеллектуальным образом, чтобы получить осмысленные сведения.

Существует четыре основных типа аналитики, которые могут быть выполнены на основе данных IoT: в режиме реального времени, пакетной, предсказательной и интерактивной аналитики [4]. Аналитики в режиме реального времени проводят онлайн-анализ потоков данных в режиме онлайн. Примеры операций включают агрегирование на основе окон, фильтрацию, преобразование и т. д.

Выводы и обоснование выбора.

Из анализа платформ IoT можно сделать вывод, что самым оптимальным решением реальной ситуации, было бы использование AWS Cloud platform, благодаря простоте работы с API и rules engine. Однако, в данной ситуации, будет использоваться связка IBM Bluemix и сервиса iotify, который позволяет виртуализировать интернет-вещи.

Примеры реализации мобильного интерфейса взаимодействия

Приложения от производителя.

В настоящее время мощность мобильных устройств сопоставима с мощностью средних ноутбуков 4х летней давности, что делает мобильные приложения достаточно производительными для рендера интерактивной информации в виде графиков, чартов и тп. В большинстве случаев подобные приложения содержат набор умных вещей и не сложный функционал для их управления.

Использование чат-ботов

На волне популярности использования таких мессенджеров, как telegram, skype, whatsapp, для пользователя будет не так сложно освоить простой текстовый интерфейс чат-бота (это стало возможным благодаря открытому API для разработчиков) для управления 'умными вещами'.

Голосовое управление

Очевидно, мобильные устройства обладают микрофоном, что делает возможным голосовое управление интернет-вещами. Однако, учитывая психологические и другие факторы пользователю очень редко будет удобно использовать голосовое управление, что делает не актуальным рассмотрение данного интерфейса.

Управление через мобильное приложение используя геймификацию

Под геймификацией понимается использование игровых механик, в неигровых процессах. Например, использование 3д движка для моделирования помещения в котором находятся умные вещи и манипулирования ими имитируя при этом взаимодействия с ними в реальной жизни.

Выводы и обоснование выбора.

Прежде всего интерфейс должен быть одинаково доступен как для маленького, так и большого кол-ва умных-вещей, этот параметр назовём - масштабированием. Так же интерфейс должен обладать удобством и простотой использования.

И адекватной потребности в ресурсах для его отображения. На данный момент самый оптимальной реализацией является чат бот.

Заключение

В процессе работы были решены следующие задачи:

Проведен обзор и анализ существующих способов взаимодействия с умными вещами.

Определен и обоснован выбор метода взаимодействия с умными вещами.

Таким образом, разработанный прототип может послужить базой для разработки программного обеспечения для интерактивного взаимодействия с интернет-вещами по средствам телеграмм бота.

Информационно-методическое обеспечение задач эксплуатационной надежности технических систем

Шульга Т.Ф.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.

МАИ, Москва

bombtim@gmail.com

Основу конкурентоспособности составляет надёжность продукции, для обеспечения требуемых показателей которой необходима разработка соответствующих средств на всех этапах жизненного цикла технического объекта, в частности, при его функционировании. Со временем технические объекты подвергаются влиянию деградационных процессов, приводящих к ухудшению рабочих характеристик, нарушению требуемого функционала, а также к поломкам ответственных узлов и технического объекта в целом, нанести непоправимый ущерб.

Для решения проблемы предупреждения отказов необходимо разработать приложение (программу для ЭВМ) для отслеживания деградации характеристик электротехнических объектов. Программа должна уметь:

- производить мониторинг условных показателей состояния технического объекта в процессе его функционирования;
- преобразовывать эту информацию к виду удобному для вычислений, человеко-машинного взаимодействия, и внешнего отображения;
- определять состояния рассматриваемого объекта по полученным данным;
- осуществлять накопление информации в базе данных и обеспечить возможность многократного доступа к ней.

Для описания деградационного процесса в работе используются полиномы второй степени, формируемые с помощью метода наименьших квадратов. Когда деградационный процесс начинает развиваться лавинообразно, необходимо автоматически осуществлять переход от степенных полиномов к дробно-рациональным или к экспоненциальным функциям, дающим более адекватное описание процессов с крутыми фронтами. Используя такие функции можно определять критический предел эксплуатации технического объекта.

При получении исходной информации с объекта, фиксируются значения приращений (относительно номинального значения) характеристических параметров, представляющих качество, состояние или годность данных объектов. По приращениям этих параметров формируют ключ доступа в базу данных, причём, этот ключ является самостоятельной содержательной характеристикой состояния объекта. В базе данных этому ключу соответствует консолидированная информация об объекте. Эта информация для каждого объекта содержит результат причинно-следственного анализа текущего состояния объекта, рекомендации по устранению возможных неисправностей, режимы эксплуатации и т.п.

Реализацией данного подхода является приложение, разработанное на языке программирования C# с использованием системы построения клиентских приложений WPF в среде разработки Microsoft Visual Studio 2015. Для работы с базой данных используется система управления базами данных Microsoft SQL Server 2012.

Литература

Лисов А.А., Чернова Т.А., Кубрин П.В. Получение консолидированной информации о состоянии контролируемых объектов по совокупности их характеристических параметров. Научоёмкие технологии №6, т.16, 2015г. - 16-19с.

Методы представления схем в дополнительной реальности

Якушин Р.Р.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Мокряков А.В.

МАИ, Москва

yakushin_ruslan@mail.ru

В наше время существуют науки, технологии, культуры, которые имеют ряд ограничений, или не позволяют, или замедляют их развитие в более современные.

Причиной этому может быть связанные с невозможностью представить деталь, или модель чего-то в объёмном виде, что упростило бы изучение, или производство. Например, это может быть медицина, где сильно можно упростить изучение анатомии человека в сфере нейрохирургии, а также спорт где каждый мог бы видеть себя самого, как оппонента, бегущего как призрак, который показывает результат предыдущего круга.

Решением этой задачи является представление моделей в дополненной реальности (Augmented Reality).

Дополненная реальность развивается на смартфонах и планшетах. Уже созданы приложения для упрощения представления к примеру: меню ресторана, развивающих играх для детей (Vuforia), ремонт квартир (ViewAR SDK), где в полной мере можно представить заранее, что будет стоять в квартире и в каком месте.

В этой работе рассматривается разработка приложения с технологиями дополненной реальности используемое в спорте. В ней будут предоставляться шаблоны беговых дорожек, стадионов, и проецирование Вас в форме «призрака» для определения результатов предыдущих кругов. Разработка происходит на системе Android на платформе ARCore работающей на java и Unity.

Данное приложение проходит тестирование на базе лаборатории кафедры 813 «Компьютерная математика» Московского авиационного института (национального исследовательского университета).

Библиографический список:

1. Джошуа Блох , "Java". Эффективное программирование, М.: Лори, 2002, с. 220.

2. П.Дейтэл, Х.Дейтэл, "Андройд для разработчиков", СПб.: Питер, 2016, с. 512.

3. Джозеф Хокинг, Unity в действии. "Мультиплатформенная разработка" на C#, СПб.: Питер, 2016, стр.336.

Применение дискретно-событийного метода к имитационному моделированию систем

Ярмухаметов Ф.Ф., Цимбал А.А.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

merkureo@blockset.ru

В настоящее время распространено применение инструмента имитационного моделирования для любого рода исследования системы. Имитационное моделирование подразумевает построение математической модели системы, меняющей состояние при воздействии внутренних или внешних событий. На основании анализа различных подходов при реализации имитационной модели и для выявления оптимального подхода к моделированию объектов обоснуем возможность применения дискретно-событийного метода к моделированию конкретного объекта.

Для разработки и реализации имитационных моделей необходимо определить объект моделирования, для этого следует ввести понятие системы и состояния системы. Определим понятие системы как совокупность элементов, функционирующих и взаимодействующих друг с другом с последующим изменением состояния системы, при этом состояние системы рассмотрим как совокупность значений свойств элементов, входящих в состав системы. Объем значений свойств элементов определяется качеством описаний состояний системы на определенный момент времени. В результате возможность представления любого объекта реального мира в рамках данных выше определений, позволяет перейти к разработке имитационной модели и определению метода моделирования.

Рассмотрим в качестве объектов моделирования два независимых примера: системы работы магазина и системы движения поезда.

Предложим систему работы магазина, где в качестве элементов системы введены понятия товара в магазине, покупателя и продавца. Изменение состояния системы происходит при продаже товара, обслуживании (не обслуживании) покупателя, приходе (уходе) покупателя и получении (списании) товара. Данное описание справедливо, если рассмотреть систему независимо от внешних факторов, а именно число покупателей всегда строго задано разработчиком модели, объем реализуемого товара независим от дня и времени суток, и критериев качества обслуживания.

Так же предложим систему движения поезда, где в качестве элементов системы введены понятия состояние поезда, груза и машиниста. Изменение системы происходит от действий машиниста, состояния поезда и изменения величины груза. Как и описание прошлой системы, это не зависит от внешних факторов, а именно число остановок по пути движения строго задано и не предусматривает незапланированных остановок, качество работы машиниста не зависит от видимости, состояние груза не зависит от качества дорожного полотна, состояние поезда не зависит от погодных условий.

Рассмотрим применение дискретно-событийный метод имитационного моделирования к предложенным системам. Следует уточнить, что дискретно-событийный метод моделирования заключается в разделении всего времени работы системы на определённые промежутки времени (дискреты), при этом следует учесть, что модель проходит не через все дискреты, а только по моментам изменения системы или появления события вызывающего изменение элемента системы.

Рассмотрим представленные системы для применения дискретно-событийного метода моделирования. Для системы работы магазина при каждом появлении/уходе покупателя, обслуживании/не обслуживании покупателя, получении/списании товара возникает событие, меняющее состояние системы, которые необходимо нормировать в соответствии с выбранным квантом. Так же рассмотрим модель поезда с использованием дискретно-событийного метода. При каждом действии машиниста, изменении скорости поезда и количества груза возникает событие, меняющее состояние системы. Оба примера имеют два недостатка: точность моделирования и отсутствие внешних воздействий на систему. Точность показаний состояния системы зависит от выбранного кванта в модели, а для исследования может быть важна точность. К примеру, если квант будет слишком большой показания изменения скорости движения поезда будут отличаться от реальных. Второй недостаток так же даёт ложное представление о модели. К примеру оценивая продажи магазина в течение недели, используя для этого модели работы магазина, не учитывая различную посещаемость в разные дни получим результат сильно отличающийся от реального. Стоит отметить, что введение внешних, часто случайно возникающих, событий в имитационную модель, построенную по дискретно-событийному методу, сложно.

В дипломной работе более детально рассмотрена возможность применения дискретно-событийного метода имитационного моделирования при выполнении всех требований к модели и реализации задач проводимого исследования над системой. Детальное описание проблематики реализации элемента отвечающего за события, влияющие из вне системы объясняет трудозатратность применяемого метода и подтверждает качество и глубину описания исследуемого объекта с использованием дискретно-событийного метода.

Исследование эффективности NoSQL-хранилищ при построении высоконагруженных систем

Ярославский В.В., Горохова А.И.

Научный руководитель — к.т.н. Кейно П.П.

МАИ, Москва

vovay97@mail.ru

Целью работы является исследование эффективности NoSQL-хранилищ при построении высоконагруженных систем.

В современном мире существует многообразные NoSQL-хранилища, и проблема заключается в выборе подходящей СУБД для эффективного решения поставленной задачи разработчика.

В данной работе представлены четыре различных NoSQL-хранилища, рассмотрены их основные особенности, а также сделаны выводы, для каких задач лучше использовать каждое из них.

Первым представителем NoSQL-хранилищ является Redis (REmote DIctionary Server) – нереляционная высокопроизводительная СУБД, хранящая данные в виде словаря, где каждый ключ связан со своим значением. Главной отличительной особенностью Redis является ее высокая производительность. Она обеспечивается тем, что все данные хранятся в оперативной памяти. Redis также умеет переносить данные на диск в файл формата *RDB.

Вместе с тем Redis обладает существенными недостатками. Объем данных, который может храниться на одном физическом сервере, ограничен объемом оперативной памяти на этом сервере – из чего следует, что хранить в Redis огромное количество данных будет трудозатратно. А отказ сервера между двумя синхронизациями с диском может обернуться потерей всех данных, находящихся в памяти, – поэтому не рекомендуется использовать Redis как главное хранилище данных.

Redis подойдет для хранения временных данных: сессий и профилей пользователей, счетчиков посетителей сайта, а также промежуточных результатов вычислений при обработке больших объемов данных.

Следующий представитель NoSQL-хранилищ – программное обеспечение Memcached. Оно позволяет хранить данные в оперативной памяти с заданным временем жизни в виде хеш-таблиц.

Memcached обладает высокой производительностью кэширования. Осуществляется это благодаря тому, что данные хранятся в оперативной памяти, и в принципе не используется дисковое хранилище.

Однако Memcached не является надежным хранилищем данных. Если объем оперативной памяти исчерпан, из кэша автоматически будут удалены те ключи, срок последнего обращения к которым значительно отличается от текущего времени. При этом никак не учитывается частота обращения или объем закреплённых за ключом данных. Также весь кэш может быть потерян при перезагрузке сервера.

На практике Memcached используют для кэширования кода сгенерированных веб-страниц и результатов запросов к базе данных. В Memcached также можно хранить сессии пользователей, коды CAPTCHA или счетчики посетителей, находящихся в текущий момент на сайте.

Третий представитель NoSQL-хранилищ – Berkeley DB (BDB). Высокопроизводительная встраиваемая система управления базами данных, реализованная в виде библиотеки.

BDB способна обслуживать тысячи процессов или потоков одновременно и хранить базы данных, объем памяти которых достигает 256 терабайт. Является надежным хранилищем – обеспечивает восстановление баз данных после системных и дисковых сбоев.

BDB прекрасно подойдет в качестве хранилища любой информации – в частности BDB используется как хранилище сессий в программном комплексе интерпретатора BlockSet, являющегося высоконагруженной системой [1]. Существенных недостатков у BDB не

наблюдается. Единственным слабым местом BDB можно назвать ее ресурсозатратность – для полноценной работы ее нужно обеспечить несколькими дисковыми накопителями.

Последний представитель – MongoDB (от англ. humongous – огромный). Это документно-ориентированная СУБД, хранящая данные в документах, которые объединяются в коллекции. Благодаря подобной модели MongoDB работает быстрее реляционных баз данных и обладает лучшей масштабируемостью.

Размер коллекции в MongoDB может быть ограничен числом документов или мегабайтами. Если коллекция слишком разрастется, старые документы будут удаляться. Эта возможность может пригодиться при хранении временных данных.

Однако у MongoDB нет связей между документами и коллекциями. Не существует способа объединить данные из различных документов, что является существенным недостатком.

MongoDB рекомендуется использовать для создания приложений, в которых не содержится слишком большого количества связей. Хорошим примером такого приложения является движок для блог-платформы.

Выбор NoSQL-хранилища зависит в первую очередь от задач, которые ставит перед собой разработчик. Так, например, СУБД, использующие оперативную память, являются ненадежными хранилищами, однако обладают высокой производительностью и прекрасно подойдут для работы с временными данными. В данной работе были рассмотрены четыре различных представителя NoSQL-хранилищ, получивших широкое распространение на практике при построении высоконагруженных систем. Каждое из представленных хранилищ обладает своими особенностями, использование которых на отдельных звеньях проекта положительно скажется на всей архитектуре системы в целом.

Список литературы:

1. Кейно П. П., Силуянов А. В. Разработка и внедрение интерпретатора декларативного языка моделирования Web-интерфейсов на высоконагруженных системах // Прикладная информатика. – 2015. – №. 1 (55).

Секция №3.5 Электротехника, электротехнические комплексы и электроника

Сверхпроводниковый электродвигатель для аэроэлектродвижения летательного аппарата

Ахунов М.Т.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.

МАИ, Москва

mihan2517@mail.ru

Внедрение одной отраслевой технологии в авиационные системы часто приводит к множеству межотраслевых проблем, поскольку влечёт за собой не только фундаментальные изменения в системе движения, но и в архитектуре подсистем и конструкции планера. Внедрение новых авиационных систем может сделать неприменимой оценку технологии, опирающуюся лишь на метрические параметры, такие как удельная масса и КПД.

Конфигурация ЛА оценивается такими параметрами, как взлётная масса, длина взлетно-посадочной полосы (ВПП), качество выхлопа и уровень шума с учётом размеров самолёта. По-видимому, внедрение системы ВТСП электродвижения самолёта выдвинет серьёзные отклонения от исторических тенденций в авиации.

Системы электродвижения могут применяться как на пилотируемых, так и беспилотных ЛА. В США рассматриваются два основных класса:

- относительно малые транспортные самолёты регионального назначения традиционной конструкции, содержащей фюзеляж и крылья с большим удлинением;

- большие трансконтинентальные или межконтинентальные транспортные самолёты с гибридной дельтовидной схемой и возможностями укороченного взлёта и посадки. Для обеих конструкций электроэнергия, производимая генераторами с приводом от турбин, используется для питания нескольких одноступенчатых электроventilаторов, расположенных на несущих плоскостях. Блоки моторов-ventilаторов монтируются в индивидуальных гондолах. Необходимо отметить надёжность многомоторной схемы электродвижения. Компоновка авиадвигателя и ВТСП генератора аналогична автономной установке с СП генератором. Генераторы располагаются перед авиадвигателем для исключения воздействия выхлопных газов. Схема предполагает возможность параллельной работы генераторов для одновременного питания всех мотор-ventilаторов.

Уровень шума от скрытого в фюзеляже турбовального двигателя может быть легко подавлен. Частота вращения ventилаторов невелика, а шум в сторону земли частично экранируется крыльями[1,2,3].

Список использованных источников

[1] Пенкин В.Т. Разработка синхронных электрически машин с композитными и объемными сверхпроводниками в роторе. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. МАИ: Москва. 2012. 310с.

[2]Masson P.J., Soban D.S., Brown G.V. and Luongo C.A. HTS Machines as enabling Technology for All-Electric Airborne Vehicles // Superconductor Science and Technology. -2007. -Vol.20-No.8-P. 748-756.

[3]Cesar A. Luongo, Senior Member, IEEE, Philippe J. Masson, Senior Member, IEEE, Taewoo Nam, Dimitri Mavris, Hyun D. Kim, Gerald V. Brown, Mark Waters, and David Hall. Next Generation More-Electric Aircraft: A Potential

Application for HTS Superconductors // IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY, VOL. 19, NO. 3, JUNE 2009.

Анализ схем выпрямительных устройств с корректором коэффициента мощности

Самошкин А.О.

Научный руководитель — профессор, к.т.н. Шевцов Д.А.

МАИ, Москва

sssssamossssh@gmail.com

Подключение к сети переменного тока системы электроснабжения различных потребителей с нелинейной нагрузкой, например, сервоприводов, электродвигателей, источников питания содержащих емкостный фильтр и т.д. приводит к тому, что ток, потребляемый данными устройствами имеет импульсную форму и содержит в себе большой процент высших гармоник, что может вызвать электромагнитную несовместимость различного оборудования. Значение коэффициента мощности при таком подключении обычно не превышает 0,7.[1]

Корректор коэффициента мощности (ККМ) предназначен для активной фильтрации тока сети. ККМ приводит фазовый сдвиг между током и напряжением к нулю и формирует синусоидальную форму тока потребляемого от сети. Значение коэффициента мощности при этом может достигать 0,96-0,99.[2]

Для управления силовыми транзисторами ККМ существуют различные методы управления. В настоящее время существует обширное семейство микроэлектронных решений схем для управления ККМ, использующих постоянную частоту.

Актуальность проблемы разработки ККМ на микросхемах ведущих производителей микроэлектроники связана с современной тенденцией повышения мощностей ИБП и одновременным уменьшением их массогабаритных показателей.

В работе приводится сравнение различных схем выпрямительных устройств с корректором коэффициента мощности. Приведены сравнительные расчеты различных возможных исполнений ККМ на микросхемах ведущих производителей микроэлектроники. Решен ряд схемотехнических проблем связанных с обеспечением максимальной надежности и устойчивости к сетевым помехам. Обоснован выбор силовых элементов. Найдены оптимальные решения для исполнений ККМ в диапазоне мощностей 1-3 кВт. Разработанный ряд решений может быть применен в любом ИБП указанной мощности, обладает более высокими массогабаритными и электрическими параметрами в отличие от разработок предлагаемых современными фирмами производителями ИБП.

Список литературы

1 Семенов В.Ю. Силовая электроника: От простого к сложному. М.: СОЛОН-пресс 416с 2005г

2 Электроника НТБ / Electronics.ru [Electronic resource]. 2004. – Mode of access – <http://www.electronics.ru>

Исследования однофазного корректора коэффициента мощности для бортовых электрических комплексов и систем

Аверьков А.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шевцов Д.А.

МАИ, Москва

averkov.anatoliy@gmail.com

Требуемое современное качество выходного сигнала достигается за счет применения высокочастотных импульсных способов регулирования потоков энергии, которые преобразуются системой, обеспечивающую достаточно высокую совместимость преобразователя с нагрузкой. Для использования любого преобразовательного устройства необходимо обеспечить его электромагнитной совместимостью с питающей сетью, чтобы исключить помехи, которые распространяются по сети, минимизировать потери мощности и совпадение напряжения и тока по фазе и амплитуде на выходе и входе. Задача согласования

питающей сети и нелинейных нагрузок, которые являются источниками реактивной мощности и мощности искажений, актуальна и сегодня.

Наиболее эффективным решением задачи по улучшению электромагнитной совместимости преобразователей с сетью является применение корректоров коэффициента мощности (ККМ). [1]

На данный момент известно множество источников питания с трехфазным ККМ для применения с источниками бесперебойного питания порядка 10 кВ, наибольшее распространение получил так называемый активный выпрямитель, реализуемый на базе трехфазного инвертора напряжения, функционирующего как в инверторном, так и в обратимом (выпрямительном) режимах. Наряду с активным выпрямителем известен и одно-квадрантный трехфазный ККМ - Виенна-выпрямитель.

Досконально исследованная работа инвертора напряжения в инверторном режиме существенно не отличается от электромагнитных процессов силовой части активного выпрямителя. Силовая схема Виенна-выпрямителя как и ее процессы в какой-то степени аналогичны процессам однофазного ККМ на базе повышающего регулятора постоянного напряжения, которые исследовались не один раз. Гораздо меньше внимания было уделено проблеме исследования управления процессами трехфазного ККМ. Особенностью этих процессов является необходимость формирования сетевого тока заданной формы при использовании преобразователя напряжения. [2]

В силу этого в таких преобразователях малое распространение получили системы управления с релейным регулированием токового коридора.

Интерес к изучению таких процессов в ККМ прослеживается как у отечественных, так и у зарубежных исследователей.

Существует множество статей по решению данной проблемы для трехфазных ККМ, однако научных работ по проектированию и способов управления для трехфазных ККМ не достаточно в силу конкуренции.

В данной работе мной была рассмотрена структурная схема и процессы работы формирователей тока на однофазной мостовой схеме инвертора. В трехфазном инверторе в зависимости от состояния ключей на различных межкоммутационных интервалах будут действовать другие напряжения, которые будут подвергнуты подробному анализу в следующих работах.

Для моделирования работы аналоговых электронных схем применяется программа PSPICE (Personal Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), являющаяся индустриальным стандартом. Также как и аналогичные симуляторы программа использует так называемые SPICE – модели полупроводниковых приборов. В отличие от системотехнического моделирования, доступного, например, в среде Matlab Simulink, PSPICE дает возможность с большей точностью аппроксимировать характеристики процессов в реальных элементах, такие как траектория рабочей точки во время переключения силового транзистора.

Список использованной литературы:

1. Малаханов Алексей Алексеевич, Математическое моделирование импульсно-модуляционных систем с коррекцией коэффициента мощности.: Автореферат к дисс. канд. тех. наук. Брянск, 2007г. 20 стр.

2. Нгуен Хоанг Ан, Управление трехфазными выпрямителями с активной коррекцией коэффициента мощности.: Дисс. канд. тех. наук. Москва, 2006г. 222 стр.

Разработка высокоэффективного электрического двигателя для нефтегазовой промышленности

Айгузина В.В., Бекузин В.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.

УГАТУ, Уфа

vtipy@mail.ru

Электрический двигатель (ЭД) является одним из основных узлов нефтегазового оборудования. При этом важным требованием, предъявляемым к электрическим двигателям нефтегазового оборудования, являются минимально возможный диаметр, в силу того, что диаметр скважин ограничен. Данным требованиям отвечает ЭД с беспазовой конструкцией магнитопровода статора. К преимуществам беспазового магнитопровода можно отнести простоту конструкции магнитопровода, поскольку магнитопровод представляет из себя полый цилиндр, что значительно упрощает технологию его создания. К недостаткам – достаточно высокое значение немагнитного зазора, куда укладывается обмотка статора, технологические сложности монтажа обмотки статора. Одним из перспективных материалов, применимых в качестве магнитопровода статора, являются сплавы из аморфного железа, преимуществами которых являются минимальные потери на перемагничивание и вихревые токи, а следовательно, и обеспечение максимально КПД; минимальная плотность по сравнению с электротехнической сталью, что ведет к уменьшению массы магнитопровода статора; уменьшенные потери в меди благодаря сокращению числа витков; расширенный рабочий температурный диапазон от -60 до 125° С; высокая стабильность свойств и надёжность.

При создании высокоэффективных ЭД была разработаны оригинальные конструктивные схемы беспазового магнитопровода статора из аморфного железа и магнитной системы ротора. В процессе работы были произведены электромагнитные расчеты, проведены расчеты, определены геометрические размеры и энергетические характеристики ЭД. Было собрано 4 экспериментальных макета и проведены их исследования, в том числе исследования потерь в аморфном железе, подтвердившие правильность расчетов, выбранных алгоритмов и адекватность разработанных компьютерных моделей. Результаты моделирования отличаются от результатов эксперимента не более чем на 5 %.

Полученный ЭД обладает высоким КПД и коэффициентом мощности по сравнению с ближайшими аналогами при равнозначных массогабаритных показателях.

Защита средств вычислительной техники от считывания информации

Артемов А.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Томилин М.М.

МАИ, Москва

nik-ki_as@mail.ru

В настоящее время повсеместно используется вычислительная техника, которая ежесекундно обрабатывает терабайты информации, в том числе и личной, коммерческой или секретной. По этому важно обеспечить защиту и конфиденциальность данных.

Защиту данных можно осуществить техническими, организационными и программными средствами. К самым распространенным техническим средствам защиты можно отнести экранирования и фильтрация, к программным - шифрования, а к организационным, допустим, свод правил на предприятии.

К сожалению все выше перечисленные методы защиты не могут защитить передаваемую информацию от возможных каналов утечки, одним из которых является электромагнитные поля зашифрованного и открытого сигналов.

Для оценки реальности угрозы защиты передаваемых данных необходимо:

- смоделировать передачу данных на плате шифрования;

- обнаружить канал утечки информации и оценить вероятность его использования.
- Целью данной работы является разработка комплексного способа защиты информации на плате шифрования данных. Для этого необходимо:
- познакомиться с существующими методами защиты информации;
 - разработать программу для шифрования, например, по стандарту AES-128;
 - смоделировать процесс шифрования на плате и произвести расчет электромагнитных поля утечки.
 - оценить угрозу считывания информации по техническим каналам связи.

В докладе представлен алгоритм шифрования из семейства AES, а именно 128 битовая вариация и его реализация на языке программирования c++. Осуществлено компьютерное моделирование электромагнитного поля утечки на плате шифрования данных. Даны рекомендации по осуществлению эффективного экранирования платы шифрования данных.

Альтернативный источник электрической энергии на основе пьезоэлектрического эффекта

Ахмадеев Р.Д., Муфаздалов И.Р., Рыжов Б.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Федоров Е.Ю.

КНИТУ-КАИ, Казань

rustam-ahm@yandex.ru

В современном мире с развитием технологий, особенно в сфере электроэнергетики, и ростом населения планеты количество потребителей электрической энергии увеличивается с каждым днем. Для обеспечения такого количества потребителей существует множество источников электрической энергии в виде тепловых электростанций, атомных электростанций, гидравлических электростанций, дизельных электростанций и т.д. Большинство этих станций вырабатывает электричество используя природные ресурсы и выбрасывая огромное количество вредных веществ в атмосферу тем самым нанося огромный ущерб экосистеме. Поэтому в последнее время стали получать популярность альтернативные источники электрической энергии. В данной статье я хочу рассмотреть один из альтернативных экологичных источников на основе пьезоэффекта.

Явление пьезоэлектричества известно давно и является следствием ионной асимметрии в кристаллической решетке материала, в результате которой дипольный момент, нулевой в естественном состоянии, приобретает значение в деформированном. Таким образом прилагая усилие к образцу пьезоэлектрического материала происходит смещение атомов в несимметричной кристаллической решетке, в результате чего на электродах пьезоэлемента индуцируются заряды.

Данные пьезоэлектрические материалы можно использовать, внедрив их в дорожное полотно, в результате чего мы сможем получать энергию от движущегося транспорта. Для этого необходимо использовать элементы, способные генерировать 10 милливатт на элемент. Собрав их в группы по несколько сотен элементов, их помещают под полотно дороги и проезжающие по ней автомобили будут оказывать механическое воздействие на пьезоэлемент.

Достоинствами данного источника является то, что для получения необходимой электрической энергии не используется энергетическое сырье, а только лишь усилие, приложенное к каждому элементу.

Недостатками данного способа является то, что для получения достаточного количества энергии необходимо использовать несколько миллионов пьезоэлектрических элементов, что повышает их общую стоимость, сложность конструкции, а также внедрение индивидуальных схем съема энергии для каждого элемента.

Распознавание движений человека на основе корреляционной обработки и сверхширокополосной радиолокации

Ашряпов М.И., Поповская В.А.

Научный руководитель — к.т.н. Охотников Д.А.
АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга», Москва
3754248124@mail.ru

Применение радиолокационных систем в гражданской сфере способствует развитию и разработке новых высокотехнологичных устройств, при помощи которых появляется возможность решения различных научных и прикладных задач.

Относительно недавно в радиолокации активно стали использоваться сверхширокополосные (СШП) сигналы. Этому способствовало появление соответствующей элементной базы. Одним из примеров применения СШП в гражданской области является биорадиолокация, позволяющая проводить мониторинг и исследование пациентов с затруднением сердечной и дыхательной функции [1].

Актуальным становится внедрение данной технологии в системы бесконтактного, дистанционного управления бытовыми устройствами, что все больше интересует большие высокотехнологичные производства, которые стремятся занять лидирующее положение в сфере наукоемких технологий.

В связи с вышеизложенным, авторами предлагается применить радиолокационное устройство в качестве чувствительного датчика для записи характерных жестикюляций человека. Так как в качестве зондирующего сигнала используется сверхширокополосный радиопульс длительностью порядка 2 нс, то сигнал, отраженный рукой человека может быть отделен от отражений от местных предметов (МП). Под распознаванием сигнала понимается сравнение отраженного сигнала от руки человека и ранее записанных в базу сигналов аналогичных совершаемым жестикюляциям (эталонам).

Основной узел математической обработки для распознавания пришедшего сигнала базируется на вычислении коэффициентов корреляции между известным сигналом и принятым. Все имеющиеся сигнальные последовательности представлены в комплексном виде, и соответствуют значениям двух квадратур (I/Q).

Для распознавания жестов, совершенных медленнее или быстрее эталонных, введены два дополнительных узла обработки: узел с переносом частоты эталонного сигнала вверх и узел с переносом частоты вниз. Входной сигнал сравнивается не только с эталонным, но и с его модификациями, что делает алгоритм распознавания индифферентным к скорости выполнения жеста.

После корреляторов сигнал поступает на компаратор, который принимает значения коэффициентов корреляции с каждой пропускной группы, число групп зависит от количества распознаваемых жестикюляций. Компаратор сигнализирует о превышении заданного порога для каждого жеста и его модификаций. В случае превышения порога распознавания для нескольких жестов выбирается жест, имеющий максимальное значение на выходе коррелятора.

Описанный метод успешно смоделирован в программе Matlab и реализован на базе СШП радиолокатора разработанного в научном центре СШП МАИ.

1. Охотников Д.А. «Селекция движущихся целей, совершающих возвратно-поступательное движение». Успехи современной радиоэлектроники, №10, 2011.

Мультирезонансный преобразователь с переключением при нуле напряжения

Белова М.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.

МАИ, Москва

salirsky@mail.ru

Структура однотактного прямоходового преобразователя постоянного напряжения (ППН) [1] с одним силовым ключом является одной из самых популярных на сегодняшний день. По сравнению с двухтактными преобразователями такая структура отличается более простым управлением, меньшим количеством элементов и более низкой стоимостью. Кроме этого, у однотактных ППН отсутствует проблема симметрирования режима перемагничивания силовых трансформаторов и проблема возникновения сквозных токов.

Однако при разработке однотактного ППН возникают следующие проблемы:

- размагничивание сердечника силового трансформатора;
- кратковременные перенапряжения, вызванные индуктивностью рассеяния трансформатора;
- пульсирующая форма входного тока. [2]

Проблема перенапряжения на силовых транзисторах может быть решена при помощи изменения структуры однотактного ППН, введения дополнительных элементов и демпферных цепей. Эта работа посвящена поиску решения проблемы перенапряжений на транзисторах путём исследования следующих структур:

- мультирезонансного преобразователя с переключением при нуле напряжения (МРП-ПНН);
- мультирезонансного преобразователя с переключением при нуле напряжения и режимом ограничения (МРП-ПНН-РО).

Структура МРП-ПНН предложена с целью обеспечения мягкого переключения силовых полупроводниковых элементов в схеме. Резонансная цепь формируется из паразитных компонентов полупроводниковых элементов схемы, а именно: индуктивности рассеяния, выходной ёмкости МДП-транзистора и ёмкости р-п перехода диода. Переключение при нуле напряжения (ПНН) силовых транзисторов обеспечивается за счёт формирования такого закона управления, когда перед отпиранием напряжение на этих элементах равно нулю.

МРП-ПНН обеспечивает автоматический механизм размагничивания, благодаря чему отпадает потребность во внешней схеме размагничивания. Это свойство обеспечивается за счёт взаимодействия индуктивности намагничивания и конденсатора C_p , расположенного параллельно вторичной обмотке трансформатора.

При использовании режима ограничения свойства схемы заметно улучшаются. Этот эффект достигается путём введения параллельной цепи к имеющемуся транзисторному ключу. Эта цепь состоит из ещё одного МДП-транзистора и конденсатора. Таким образом, напряжение на основном ключе ограничивается на более низком уровне.

В результате исследования были выявлены особенности и недостатки каждой из выбранных схем, проведено имитационное моделирование преобразователей.

Список литературы:

1. Суворов А. П. «Однотактный преобразователь постоянного напряжения» Патент № 2573433 //FindPatent.RU 2012-2017. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/257/2573433.html> (Дата обращения: 15.02.2018).
2. Дейнеко, Д. С. «Сравнение Структур Прямоходовых Преобразователей Постоянного Напряжения». Журнал: «Практическая силовая электроника № 4 (36)». ISSN 1996-7888. Декабрь 2009 г.

Способы миниатюризации массы и габаритов инвертора на примере многоуровневого инвертора напряжения

Благинин Д.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.

МАИ, Москва

danilablaginin@yandex.ru

Спектральный состав играет важную роль в устройствах силовой электроники во всех видах её применения: таких как силовые выпрямители, тиристорные преобразователи и статические компенсаторы. Даже обновленные методы широтно-импульсной модуляции (ШИМ), используемые для управления современными статическими преобразователями, такими как машинные приводы, корректоры коэффициента мощности или активные силовые фильтры, не дают идеальных синусоидальных сигналов, которые сильно зависят от частоты переключения полупроводников. Как правило, с преобразователями напряжения или тока, поскольку они генерируют дискретные выходные сигналы, приходится использовать машины со специальной изоляцией, а в некоторых случаях требуются большие индуктивности, соединенные последовательно с соответствующей нагрузкой. Итогом вышеизложенного является выходное напряжение недостаточного качества или вообще несоответствующее требованиям к устройству. Кроме того, хорошо известно, что искаженные напряжения и формы токов создают гармоническое загрязнение, дополнительные потери мощности и высокочастотный шум, которые могут влиять не только на нагрузку мощности, но и на связанные контроллеры. Все эти нежелательные рабочие характеристики, связанные с ШИМ-преобразователями, могут быть преодолены с помощью многоуровневых преобразователей с добавлением более высоких уровней напряжения. Многоуровневые инверторы могут работать не только с использованием методов классической ШИМ, но также с помощью векторной ШИМ, что значительно улучшает качество сигнала выходного напряжения. При использовании амплитудной модуляции гармоники низшего напряжения полностью устраняются, генерируя почти идеальные синусоидальные сигналы (коэффициент гармоник ниже 5%). Другой важной характеристикой является то, что каждый преобразователь работает с низкой частотой коммутации, уменьшая полупроводниковые напряжения и, следовательно, уменьшая потери на переключениях.

Многоуровневые инверторы включают в себя массив силовых полупроводников и емкостных источников напряжения, выход которых генерирует напряжения ступенчатой формы. Коммутация переключателей позволяет добавлять напряжения на конденсаторе, которые достигают высокого напряжения на выходе, а силовые полупроводники должны выдерживать только уменьшенные напряжения. На рисунке 1 приведена схема однофазной ветви инверторов с разным количеством уровней, для которых силовые полупроводники представлены идеальными переключателями с несколькими положениями. Двухуровневый инвертор генерирует выходное напряжение с двумя значениями (уровнями) относительно отрицательной клеммы конденсатора, а трехуровневый инвертор генерирует три напряжения и т.д. Термин многоуровневый начинается с трехуровневого инвертора. За счет увеличения числа уровней в инверторе, выходные напряжения имеют больше ступеней, создавая форму тока в виде лестницы, которая имеет уменьшенные гармонические искажения. Однако большое количество уровней увеличивает сложность управления и создает проблемы дисбаланса напряжения. Для многоуровневых инверторов предложены три различные топологии: диодно-зажимные (с нейтральным зажимами), конденсаторные (летающие конденсаторы) и каскадные многоэлементные с отдельными источниками постоянного тока. Кроме того, для многоуровневых инверторов были разработаны или приняты несколько стратегий модуляции и управления, в том числе: многоуровневая синусоидальная широтно-импульсная модуляция, многоуровневая селективная гармоническая элиминация и пространственно-векторная модуляция.

Наиболее привлекательными особенностями многоуровневых инверторов являются:

1. Они могут генерировать выходные напряжения с чрезвычайно низким искажением и более низким du/dt .
2. Они потребляют входной ток с очень низким искажением.
3. Они генерируют меньшее синфазное напряжение, тем самым уменьшая напряжение в двигателе. Кроме того, используя сложные методы модуляции, синфазные напряжения могут быть устранены.
4. Они могут работать с более низкой частотой переключения

Исследование теплового пробоя изоляционных материалов вызванного частичными разрядами

Буланович Д.В.

Научный руководитель — Дубяго М.Н.

ИТА ЮФУ, Таганрог

adidas5647382910@mail.ru

Основным фактором определяющим надежность и бесперебойность систем электропитания потребителей, является состояние изоляционных материалов (ИМ). Основным факторов воздействующих на изоляционные материалы в процессе ее эксплуатации, являются тепловые, под влиянием которых происходит деструкция изоляции – необратимое ухудшение ее физико-химических характеристик [1]. Тепловой пробой связан с разогревом диэлектрика при протекании тока проводимости и развития диэлектрических потерь. Развитие теплового пробоя представляется в виде следующей последовательности [2,3].

UB – напряжение возникающее на включении, Iv – ток на включении, θB – температура во включении, tgδ – тангенс диэлектрических потерь, PB – мощность выделяющаяся при образовании включения, WB –выделяющаяся энергия, QB – выделяющаяся теплота.

Для исследования величины области включения, процесса развития частичного разряда (ЧР), а следовательно механизмов старения и электрического пробоя ИМ, необходимо определить установить связь между напряжением возникновения, UЧР, его максимальной величиной, qчр и толщиной включения лв. ЧР сопровождается определённым зарядом q и приводит к изменению напряжения на электродах кабеля на ΔUB. При повышенных температурах, и нарушается условие теплового равновесия, развивается тепловой пробой. Количество выделяемого тепла пропорционально диэлектрическим потерям.

$$Q_{\text{выд}} = U^2 \cdot \omega \cdot C \cdot \text{tg} \delta_t, \text{ где } \text{tg} \delta_t = \text{tg} \delta_0 e^{\alpha(\theta - \theta_0)} \quad (1)$$

При конвективном теплообмене: $Q = \alpha_k \cdot S \cdot (\theta_{\text{ПВ}} - \theta_0)$. Здесь: α_k – коэффициент теплоотдачи конвекцией; S – рассеивающая поверхность охлаждения; $\theta_{\text{ПВ}}$ – температура поверхности изделия, θ_0 – начальная температура.

Зная количество выделяемого СКЛ тепла, можем определить температуру на жиле кабеля.

$$\theta_{\text{Ж}} = \theta_{\text{ПВ}} + (n \cdot I^2 \cdot \rho_{20} \cdot T_k \cdot K_p) / S (1 + (\alpha_k \cdot Q) / (\alpha \cdot S)) \quad (2)$$

где $\theta_{\text{Ж}}$ – расчетная температура жилы кабеля, °C; $\theta_{\text{ПВ}} = 23^\circ\text{C}$ – измеренная температура поверхности кабеля; n – число жил; I – максимальный ток кабеля, А; $\rho_{20} = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ – удельное сопротивление жилы; $T_k = 0,0028 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{м/Вт}$ – сумма термических сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля; K = 1,02 – поправочный коэффициент; $\alpha = 0,004308 \text{ } 1/^\circ\text{C}$ – температурный коэффициент; S = 0,0038465 – сечение жилы, м².

Таким образом, для регистрации термофлуктуационных процессов в ИМ, выделяемое количество тепла Q, в результате ЧР, оценивается с помощью пропорциональной ей величине через $\theta_{\text{ПВ}}$. Критериями оценки работоспособности кабелей по данному методу являются: напряжение возникновения ЧР, уровень ЧР, коэффициент старения, коэффициент нелинейности а также частота и их интенсивность. Наличие информации о позволяет исключить внезапные аварии, определить остаточный ресурс, состояние изоляции КЛ.

Литература:

1. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие. – 3-е изд., стер.–СПб.: Издательство «Лань», 2017. –396 с.: ил.–(Учебники для вузов. Специальная литература).

2. Dubyago M.N. Poluyanovich N.K. The method of nondestructive testing and prediction of evolving insulation defect of power line cable: Proceedings of XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements SAUM 2012 2012. С. 418-422.

3. М.Н. Дубяго Термодинамический способ выявления деструкции изоляции в задачах диагностики и про-гнозирования ресурса кабельных систем / М.Н. Дубяго, Н.К. Полуянович // Инженерный вестник До-на.–2017.– №3.

Ускоренный запуск электромашинного преобразователя аварийного источника бесперебойного питания с использованием суперконденсаторов

Вакуленко А.А.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Вышков Ю.Д.

МАИ, Москва

lion8249@gmail.com

В системах электроснабжения многих эксплуатируемых в настоящее время самолётов и вертолётов в качестве аварийных источников переменного тока для питания приёмников первой категории применяются электромашинные преобразователи постоянного тока в переменный. Питание преобразователей осуществляется от аккумуляторных батарей либо от бортовой сети постоянного тока, при этом обеспечивается преобразование постоянного тока с напряжением 27 В в однофазный ток напряжением 115 В либо в трёхфазный переменный ток напряжением 36 В, частотой 400 Гц.

В состав преобразователей входит электромашинный агрегат, представляющий собой две электрические машины с общим валом. Первичное преобразование энергии в преобразователях осуществляется электродвигателем постоянного тока смешанного возбуждения. Обмотка возбуждения включается последовательно с якорной, создавая достаточный момент при пуске и обеспечивая устойчивую работу преобразователя. Вторичное преобразование энергии выполняет синхронный генератор переменного тока. Для ускоренного запуска электромашинных преобразователей аварийных источников бесперебойного питания предлагается использование суперконденсаторной батареи.

Моделирование электромашинного преобразователя постоянного тока в переменный трёхфазный происходит в среде Simulink, SimPowerSystems.

Целью данного доклада является показать возможность ускорения запуска авиационных электромашинных преобразователей аварийных источников бесперебойного питания за счёт использования в системе электропитания суперконденсатора.

Применение гибких экранирующих материалов для защиты от электромагнитных полей

Веселова В.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кириллов В.Ю.

МАИ, Москва

valerialeraa@bk.ru

Электромагнитное поле существует практически повсеместно, и сопровождает нас везде: дома, на работе, на улице. Источниками электромагнитного поля является в действительности вся бытовая техника, в том числе различные электронные устройства: теле- и радиоаппаратура, мобильные телефоны и множество других электрических приборов. Источниками электромагнитного поля является электрифицированный транспорт, силовые сети, сети уличного освещения и др.

Электромагнитное поле отрицательно сказывается на здоровье человека и влечет за собой большую угрозу в современном обществе. В настоящее время, исключить влияние электромагнитного поля не возможно, так как придется отказаться от использования почти всеми электрическими приборами. Еще большую опасность для здоровья подвергаются люди, профессионально связанных с производством и работой в электромагнитных полях. Продолжительное и регулярное нахождение в зоне воздействия электромагнитного поля оказывает влияние на мозг, сосуды, кровь, зрение.

Поэтому очень важно максимально обезопасить производственный персонал во время проведения работы в местах с повышенной активностью электромагнитного поля. С этой целью необходимо использовать костюмы из экранирующих материалов на основе металлизированной гибкой ткани.

В докладе приведены результаты исследования электрофизических свойств гибких экранирующих материалов, выполненных на основе металлизированных тканей. Эффективность экранирования этих материалов достаточно для того чтобы значительно ослабить электрические и магнитные поля, создаваемые бытовыми и промышленными приборами, устройствами, установками и электрической сетью.

Влияние присоединённой массы на параметры низкочастотного пьезокерамического гидроизлучателя

Галкин Е.Д.

Научный руководитель — к.ф.м.н. Бритенков А.К.

ННГУ им. Лобачевского, Нижний Новгород

eugene.galkin2015@yandex.ru

Низкочастотная гидроакустика охватывает широкий спектр задач, таких как передача данных на большие расстояния под водой, освещение подводного пространства, морская навигация. Для их решения нужны высоко мощные гидроакустические преобразователи. Гидроакустические преобразователи - это устройство которое способно преобразовывать энергию любого вида в механическую. При их конструировании необходимо учитывать множество факторов, основным из которых является влияния присоединённой массы воды. Чтобы оценить её влияние на показатели преобразователей достаточно провести замеры в в воздухе и в воде и сравнить полученные значения частот, но зачастую проведение эксперимента в водной среде является достаточно сложной задачей, по разным причинам. Отсюда вытекает вопрос: а можно ли оценить присоединённую массу воды без практического эксперимента? В данной работе будет рассмотрено влияние присоединённой массы на примере низкочастотного гидроакустического пьезоизлучателя.

Гидроакустический излучатель-это прибор преобразовывающий механические колебания в акустические волны. В гидроакустике используются излучатели различных типов: электромагнитные, электродинамические, пьезокерамические и другие. Каждый из них имеет свои особенности. Электромагнитные излучатели предназначены для генерации гидроакустических сигналов высокой интенсивности и создания систем акустического освещения подводной обстановки на больших акваториях. Электродинамические для гидроакустического зондирования морских акваторий в полосе частот 15 Гц — 1,5 кГц. Но для акустики океана наиболее эффективными являются пьезокерамические излучатели продольно-изгибного типа (рис.1). Их преимуществами, по сравнению с электромагнитными и электродинамическими излучателями, является дешевизна и простота эксплуатации, при погружении на большую глубину.

Именно такой излучатель будет использоваться в работе.

Главной проблемой таких излучателей является подбор оптимальной рабочей частоты излучения при влиянии присоединённой массы воды. Она зависит от многих факторов: размеры, форма, ориентация движения и т.д. В воздухе присоединённую массу принято не учитывать из-за её малой величины, но в воде где положение тела становится неустойчивым,

из-за влияния акустическое излучения, она становится значительно выше. И с погружением тела на более большую глубину значение присоединённой массы увеличивается, что и является основной причиной искажения рабочей частоты у НЧИ.

Применение PSCAD при разработке алгоритмов работы релейной защиты и автоматики

Гарафутдинов Р.Р.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Саттаров Р.Р.

УГАТУ, Уфа

rust_8787@mail.ru

В современных электроэнергетических системах важность устройств релейной защиты особенно возрастает в связи с постоянным ростом мощности энергосистем, объединением их в единые энергосистемы в пределах нескольких регионов, всей страны, и даже соседних государств.

Надежность работы устройств релейной защиты и автоматики в основном определяется и правильностью расчетов уставок комплектов защит. Учитывая сложность настройки современных микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, присутствие большого количества комплектов защит на подстанциях и электростанциях, расчеты и проверка корректности настроек требуют больших трудовых затрат и высокой квалификации обслуживающего персонала.

Компьютерные программные комплексы, созданные разработчиками микропроцессорных устройств релейной защиты, моделируют логику отдельных терминалов и не имеют возможности производить анализ совместной работы устройств релейной защиты энергообъекта в целом.

В связи с возникающими трудностями при создании алгоритма работы устройств релейной защиты находят применение компьютерные модели для моделирования алгоритмов в компьютерной среде.

Модель релейных защит энергообъектов в программе расчета позволяет выполнять:

- конструирование устройств релейной защиты;
- моделирование алгоритмов работы аналоговых и цифровых устройств релейной защиты;
- взаимодействие различных терминалов релейной защиты;
- удобный и быстрый ввод данных и настройку устройств РЗА с минимальным использованием клавиатуры, автоматизированный ввод данных для стандартных устройств автоматики, копирование и передачу устройств РЗА между схемами.

Кроме того, использование моделей позволит изучить все особенности работы логики РЗА в конкретных случаях, проводить тренировки обслуживающего персонала энергообъектов, с целью повышения квалификации, эффективной настройки реле и анализа аварийных осциллограмм.

Для построения таких моделей удобно использовать программный комплекс PSCAD. Программа позволяет схематически создавать электрическую сеть, запускать моделирование, анализировать результаты и управлять настройками с возможностью изменения системных параметров в процессе моделирования.

В PSCAD предусмотрены предварительно запрограммированные и прошедшие тестирование модели от простых пассивных элементов до элементов управления, электрических машин, линий электропередач и кабелей. Имеющаяся библиотека моделей позволяет создавать более совершенные нелинейные модели энергосетей и силовой электроники.

В качестве примера была спроектирована дифференциальная защита воздушной линии электропередач с возможностью моделирования любых видов коротких замыканий.

Применение программных комплексов, таких как PSCAD, при разработке алгоритмов работы РЗА позволит разработать эффективный и надежный алгоритм работы уже на стадии проектирования, что в свою очередь поможет избежать ошибок или недоработок в процессе тестирования. Также математическое моделирование поможет сократить сроки и затраты на разработку новых устройств РЗА и поможет создавать наиболее совершенный продукт.

В нынешних условиях, у существующих алгоритмов работы РЗА существует методика, которая позволяет достаточно эффективно отстроить и не допустить ложного её срабатывания. Однако в будущем, в условиях высокой загрузки линий электропередач и развития активно-адаптивных сетей существующая методика может стать неэффективной и не учитывать условий. В связи с этим потребуется пересмотр методики и, при необходимости, ее корректировка, либо разработка принципиально нового алгоритма.

Применение PSCAD, при проверке существующих алгоритмов работы РЗА, позволит своевременно выявить риски и недопустить ложной работы устройств РЗА.

Выпрямительно-инверторные преобразователи в системе электроснабжения перспективных самолетов

Гафиятулина А.Т.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резников С.Б.

МАИ, Москва

gafiyatulina@me.com

Авиастроительная промышленность претерпевает серьезные изменения, это связано со стремительным развитием экономики стран мира и высокой конкуренцией в этой области. Наука и технологии не стоят на месте, обогащаясь новейшими разработками. На сегодняшний день можно выделить несколько областей, в которых происходят переломные моменты технологической эволюции: двигатели летательных аппаратов, новые конструкционные материалы и покрытия, бортовое оборудование, авиационное топливо, а также система электроснабжения самолета (СЭС).

Модернизация отдельных составляющих и системы электроснабжения перспективного самолета в целом требует современных прогрессивных решений, в основе которых лежат высокие требования по стоимости производства и эксплуатации изделия, а также экологичность и топливно-энергетическая эффективность.

Отечественные разработки направлены на создание «более электрифицированного самолета - БЭС» с СЭС, обеспечивающей все энергетические потребности без применения пневмо- и гидросистем. Они состоят из создания нового оборудования для кондиционирования, противообледенения, управления и навигации.

Повышение уровня электрификации БЭС будет сопровождаться увеличением мощности, как источников электроэнергии, так и системы электроснабжения в целом, что невозможно без принципиально новых схмотехнических решений внутри системы электроснабжения.

В России и за рубежом интенсивно ведутся работы по созданию нового поколения бортовых статических преобразователей электроэнергии на современной элементной (в основном - транзисторной) базе, удовлетворяющих основным требованиям авиастроения: минимум массы, габаритов, тепловых потерь и помехоизлучений, учитывающей термостойкость, безотказность, ремонтопригодность и живучесть. К бортовым статическим преобразователям или так называемым вторичным источникам питания относятся: управляемые выпрямители с коррекцией коэффициента мощности; импульсные конверторы; инверторы прямоугольного и синусоидального тока или напряжения, регуляторы постоянного и переменного тока или напряжения и преобразователи частоты.

Унифицировано-модульный синтез вторичных источников питания является наиболее перспективной технологией в области практической силовой электроники авиационно-космических бортовых систем электроснабжения.

В данной работе проведен анализ унифицированных базовых модулей обратимых выпрямительно-инверторных преобразователей, рассмотрены основные критерии к проектированию данных модулей, приведены варианты силовых схем ОВИП, проведены схемы компьютерных моделей.

Макетный образец синхронного ВТСП-генератора с когтеобразным ротором и комбинированным возбуждением для транспортных систем

Дубенский А.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ковалев К.Л.

МАИ, Москва

daalarz@yandex.ru

Для уменьшения габаритов и массы электрического генератора для систем электродвижения транспортных систем при заданной мощности необходимо увеличивать частоту вращения вала, то есть генератор должен быть высокооборотным. Однако, обмотки возбуждения, находящиеся во вращающемся криостате и выполненные из современных высокотемпературных сверхпроводников как первого, так и второго поколения, не сохраняют сверхпроводящее состояние при высоких частотах вращения под действием центробежных сил, несмотря на пропитку, бандажирование и т. д. Для решения этой проблемы необходима конструктивная схема генератора со стационарными обмотками.

В литературе известны бесконтактные электрические машины, не содержащие вращающихся обмоток [1, 2]. Известна также конструктивная схема одной из таких машин, возбуждение которой осуществляется обмоткой возбуждения и постоянными магнитами [3]. Такое возбуждение называется комбинированным. На основе обзора литературных данных коллективом кафедры № 310 МАИ была создана новая конструктивная схема синхронного генератора с когтеобразным ротором и комбинированным возбуждением [4]. В этой конструкции магнитный поток возбуждения создаётся тангенциально намагниченными постоянными магнитами, расположенными в междуполусном зазоре когтеобразного ротора, и стационарными круглыми обмотками возбуждения, выполненными из ВТСП-ленты второго поколения.

По созданной конструктивной схеме коллективом МАИ совместно с АО «НИИЭМ» и Институтом физики высоких энергий (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ) был спроектирован и изготовлен макетный образец генератора мощностью около 1 МВА и проведены его экспериментальные исследования.

Основные параметры генератора:

- Мощность полная, МВА: 0,99;
- Напряжение фазное, В: 690;
- Ток статора, А: 478,3;
- Число фаз: 3;
- Частота тока, Гц: 300;
- Частота вращения ротора, мин-1: 6000;
- Линейная нагрузка, А/м: 64000;
- Индукция в зазоре, Тл: 0,785;
- Диаметр расточки статора, мм: 400;
- Длина пакета статора, мм: 200;
- Величина основного зазора, мм: 6;
- Окружная скорость ротора, м/с: 121,8;
- КПД расчётный: 0,977.

При испытаниях генератора были получены характеристики холостого хода, короткого замыкания, внешние и мощностная характеристики.

Испытания ВТСП-обмотки возбуждения показали, что критическое значение тока обмотки при прокачном режиме охлаждения жидким азотом соответствует критическому току короткого образца ВТСП-ленты в заданном магнитном поле.

В результате испытаний генератора было установлено следующее:

- магнитный поток от постоянных магнитов при отсутствии тока в сверхпроводниковой обмотке возбуждения составляет около 16 % от номинальной величины;
- внешние характеристики имеют достаточную жёсткость;
- ток короткого замыкания при отсутствии тока возбуждения, вызванный магнитным потоком от постоянных магнитов, составил около 0,2 о. е., а ток короткого замыкания при токе возбуждения, близком к току возбуждения холостого хода, составил 1,25 о. е.
- мощностные характеристики при работе на активную нагрузку показали соответствие выдаваемой генератором мощности номинальной величине 990 кВт.

Литература:

1. Бесконтактные электрические машины [Текст]: Учеб. пособие для электромех. и электроэнерг. спец. вузов / Бут Д.А. – М.: Высшая школа, 1990. – 416 с.
2. Синхронные машины с когтеобразными полюсами [Текст] / Аписит В. В. – Рига: Изд-во АН Латвийской ССР, 1959. – 300 с.
3. Электрические машины летательных аппаратов. Гармонический анализ активных зон [Текст] / Б. С. Зечихин. – М.: Машиностроение, 1983. – с. 46.
4. Сверхпроводниковые синхронные машины с когтеобразными полюсами и постоянными магнитами на роторе [Текст] / Боярчук К. А., Вержбицкий Л. Г., Дубенский А. А., Ковалев Л. К., Ковалев К. Л., Кондратюк И. К., Модестов К. А. // Электричество. – 2013. – № 10. – с. 2 – 7.

Анализ уровней электрического и магнитного полей от линии электропередач

Ермолова А.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Томилин М.М.

МАИ, Москва

nete-mana@yandex.ru

Электромагнитные поля и излучения буквально пронизывают всю биосферу Земли, поэтому можно полагать, что все диапазоны естественного электромагнитного спектра сыграли свою роль в эволюции организмов, и что это определенным образом отразилось на процессах их жизнедеятельности.

Однако, с развитием цивилизации, существующие естественные поля дополнились различными полями и излучениями антропогенного происхождения. Они играют важную роль для всего живого на Земле.

Каждый день мы сталкиваемся с разными электрическими устройствами. Дома, на улице, в транспорте, в больнице, в школах и детских садах, на работе, мы окружены ими. Современное человечество уже не представляет свою жизнь без техники. С одной стороны, это хорошо, ведь это прогресс, теперь каждый из нас может достаточно быстро узнать то, что ему нужно в интернете, позвонить человеку, находящемуся за многие тысячи километров, посмотреть интересную передачу. А с другой стороны, мало кто задумывается о том, какой вред несет электромагнитное излучение от всей техники, которая нас окружает ежесекундно. Есть множество доказательств того, что электромагнитное поле пагубно влияет на здоровье всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия.

Одним из таких источников электромагнитного поля является линия электропередач. Она является мощным источником излучения, которое влияет на жизнь и деятельность человека и окружающей среды.

Целью данного доклада является изучение излучений электрического и магнитного полей от линии электропередач, для того что бы знать какое именно воздействие оно

оказывает на организм человека. Расчет напряженностей электрического и магнитного поля от линии электропередач проводился на основе компьютерной программы Elscut.

Перспективы создания электродвигателя для самолетов с водород-кислородными топливными элементами

Задачин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Пенкин В.Т.

МАИ, Москва

al---i@mail.ru

Особую идею распространения в настоящее время получил самолет, приводимый в движение электрическим двигателем, источником питания которого могут быть различные устройства, к примеру, фотоэлементы, суперконденсаторы, батареи, либо газотурбинные двигатели. Но более рентабельной и привлекательной идеей для данного вида транспорта является перспектива создания сверхпроводниковой электрической машины, где в качестве топлива будут водородно-кислородные элементы. Перспектива использования данных элементов заключается в том, что может произойти повышение удельной мощности батареи топливных элементов за счет снижения её веса в результате сокращения толщины электродов, либо за счет повышения электрохимических характеристик, что может успешно использоваться в авиационии. [3]

Идея создания электрического самолета с водород-кислородными топливными элементами, считаются одними из самых передовых потому, учитывая ряд их положительных свойств: [1]

1. Он является экологически безопасным за счет отсутствия взвешенных частиц продуктов сгорания;
2. Коэффициент энергоэффективности водород-кислородных топливных элементов превосходит авиационный керосин в 3 раза;
3. Двигатель электрического самолета на этих топливных элементах будет работать в широком диапазоне характеристик (температура и высота);
4. Водород позволит эффективно обуславливать процесс охлаждения двигателей электрических самолетов на гиперзвуковых скоростях.

Таким образом, именно вышеперечисленные факторы и позволяют сделать вывод, что водород-кислородные топливные элементы в составе электрических самолетов действительно могут быть будущим авиации, учитывая, что первые технические пробы данного топлива уже начались. 1 октября 2016 года в Штутгарте самолет HY-2 совершил успешный испытательный полет, оснащенный только водород-кислородными топливными элементами, а авиакомпания Airbus активно вкладывает финансовые средства в разработку летательных аппаратов будущего, в составе которых будут водород-кислородные топливные элементы. [2] Именно поэтому вскоре могут появиться первые прототипы электрических самолетов на водород-кислородных элементах, которые заменят в будущем авиатранспорт с использованием традиционного топлива.

Список использованной литературы

1. Зайков Ю.П. Дёмин А.К. Ресурс водородно-кислородного топливного элемента // Электрохимическая энергетика. 2013. Т. 13. № 4. С. 213-218.
2. Самолет на водородных топливных элементах взлетел в небо [Электронный ресурс], - <https://www.techcult.ru/technics/3561-samolet-na-vodorodnyh-elementah>
3. Planes could finally make hydrogen fuel cells useful [Электронный ресурс], - <https://www.wired.com/2016/02/planes-could-finally-make-hydrogen-fuel-cells-useful/>

Моделирование синхронного двигателя в пусковой системе авиационного двигателя

Иванов К.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вышков Ю.Д.

МАИ, Москва

James_dbond@mail.ru

При оборудовании самолетов магистральными системами переменного тока в качестве источников питания используются синхронные генераторы. Для обеспечения постоянной частоты они должны иметь постоянную скорость вращения. В случаях, когда приводы генераторов от авиадвигателей имеют переменную скорость вращения, необходимы дополнительные, промежуточные установки между авиационным двигателем и генераторами для преобразования скорости вращения.

Пусковая система авиационного газотурбинного двигателя включает в себя пусковое устройство для принудительной раскрутки ротора газотурбинного двигателя и источник энергии. Выбор типа и параметров пусковой системы определяется назначением летательного аппарата, значением и характером изменения требуемой мощности пускового устройства, продолжительностью запуска газотурбинного двигателя, автономностью летательного аппарата. Как правило, применяются электрические, воздушные (использующие сжатый воздух), турбокомпрессорные и гидравлические пусковые системы.

Многообещающей представляется активно развиваемая в настоящее время концепция полностью электрифицированного самолета, подразумевающая замену всех бортовых пневмо- и гидроприводов систем управления полетом на электрические приводы. Желательным представляется и расширение области использования электрических пусковых систем в направлении увеличения мощности этих систем.

В докладе рассмотрена разработанная модель системы пуска синхронного двигателя из неподвижного состояния. Для получения трехфазного напряжения стартера с линейно-изменяющейся частотой используются блоки формирующие линейную временную зависимость и ограничители для ограничения амплитуды и частоты до их номинального значения.

Стабилизация напряжения переменного тока электромашинных преобразователей

Каримов А.Р., Юнусов Н.А., Петров А.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Федоров Е.Ю.

КНИТУ-КАИ, Казань

artur.karim@yandex.ru

Для поддержания напряжения переменного тока в необходимых пределах преобразователи снабжаются системами автоматического регулирования напряжения (РН). Применяются замкнутые системы РН:

- системы регулирования по отклонению регулируемого параметра;
- комбинированные: регулирование по отклонению регулируемого параметра + компенсация возмущающих воздействий (ток нагрузки генератора и напряжение питания двигателя).

Принцип построения не отличается от РН генераторов (измеритель, усилитель, исполнительный орган, корректирующие устройства).

Отличие: в качестве источников эталонного напряжения используется часто электромагнитный стабилизатор напряжения, включаемые в мостовую схему (в дополнение к известному нам стабилизатору).

В электромагнитных стабилизаторах напряжения используется нелинейность кривой намагничивания стали. Конструктивно они подобны обычным трансформаторам

напряжения. Отличие заключается в том, что первичная обмотка w_1 располагается на стержне с большим поперечным сечением, не насыщающемся при работе стабилизатора, а вторичная обмотка на стержне меньшего поперечного сечения, работающего в режиме насыщения стали.

По кривым намагничивания можно увидеть, что при отклонении входного напряжения на величину $\Delta U_{вх}$ получается значительно меньшее изменение вторичного напряжения ΔU_2 .

Для увеличения эффекта стабилизации напряжения вводится компенсационная обмотка w_k , расположенная на ненасыщающейся части сердечника. Она соединяется последовательно со вторичной обмоткой w_2 , причем относительно небольшое ее напряжение U_k направлено встречно выходному напряжению.

Число витков компенсационной обмотки выбирается так, чтобы наклон характеристики $U_k=f(U_{вх})$ соответствовал наклону кривой напряжения U_2 на участке насыщения. Разность U_2-U_k в значительном диапазоне изменения $U_{вх}$ остается постоянной.

Эталонные напряжения, выдаваемые эталонными источниками, алгебраически суммируются с напряжением генератора преобразователя либо на усилительном органе, либо на специальных схемах сравнения. В качестве схем сравнения применяются мостовые резисторные схемы, аналогичные схемам, используемым в регуляторах напряжения генераторов (РНА и РНУ).

Наиболее распространенными усилительными элементами в системах стабилизации напряжения, а также и частоты электромашиных преобразователей являются магнитные усилители с внутренней положительной обратной связью. Во многих случаях в состав усилительно-преобразовательного элемента входит угольный регулятор напряжения (УРН).

Исполнительным элементом систем стабилизации напряжения преобразователей является обмотка возбуждения генератора (ОВГ). Генераторы с постоянными магнитами имеют управляющую обмотку генератора (УОГ), которая подключается на выход усилительно-преобразовательного элемента и служит исполнительным органом системы стабилизации напряжения.

Для обеспечения необходимой устойчивости и точности регулирования вводятся дополнительные элементы – корректирующие устройства. Наиболее распространенным видом корректирующих устройств, применяемых в системах стабилизации частоты и напряжения электромашиных преобразователей, являются корректирующие обмотки, гибкие и жесткие отрицательные обратные связи. Для обратных связей применяют трансформаторы стабилизации, обмотки стабилизации, включаемые через конденсаторы и ряд других устройств.

Анализ методик расчета выходного фильтра инвертора

Кириллов К.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

kirillstudent21@mail.ru

Обеспечение заданного качества выходного напряжения преобразователей систем электроснабжения летательного аппарата во многом зависит от точности расчета выходного фильтра инвертора.

Выходной фильтр – один из наиболее важных элементов в устройствах, преобразующих напряжение. Фильтр включается между силовым каскадом и нагрузкой для подавления высших гармоник в спектре выходного напряжения. Причиной возникновения пульсаций преобразованного напряжения является импульсный характер формирования напряжения, что влечёт за собой появление высших гармоник. Это связано с ключевым режимом работы силовых транзисторов. Выходной фильтр выделяет напряжение основной и отсеивает напряжение переменных гармонических составляющих.

Анализ научно-технической литературы показал многообразие существующих методик расчета параметров выходного фильтра. К наиболее распространенным методикам

относятся: обеспечение максимума коэффициента гармоник; обеспечение минимума относительной суммарной мощности элементов фильтра; обеспечение минимальной массы фильтра.

Большинство методик однозначно определяют произведение LC-фильтра. Основным отличием, при выборе параметров выходного фильтра, являются различные способы разбиения произведения L и C .

В работе проведено сравнение методик и приводятся результаты расчета на примере фильтра мостового инвертора. Выявлено, что наиболее эффективным способом L и C фильтра при расчете является методика, обеспечивающая минимум относительной суммарной мощности элементов фильтра.

Также в работе разработана имитационная компьютерная модель инвертора с фильтром и проведено сравнение перечисленных методик на основе разработанной имитационной компьютерной модели. Приведены сравнительные диаграммы полученных фильтров, рассчитанные по различным методикам, обеспечивающие одинаковое качество выходного напряжения инвертора. Даны рекомендации по выбору методик расчета при проектировании инверторов.

Разработка математических моделей элементов и процессов электротехнических устройств

Козырев Д.А.

Научный руководитель — доцент, д.т.н. Лисов А.А.

МАИ, Москва

denis.ru96@mail.ru

Электротехнические устройства и элементы классифицируют по назначению, виду тока (постоянный, переменный), числу фаз (однофазовые, многофазовые), уровню напряжению (низковольтные, высоковольтные) и т.д. Всё их многообразие формируется из 3-х пассивных элементов (резистор, индуктивность, ёмкость) и 2-х активных элементов (источники напряжения и тока).

Практически все элементы, узлы и в целом электротехнические устройства нелинейны. Анализ нелинейных характеристик наиболее распространённых элементов позволяет установить их некоторые общие свойства. Все характеристики представляют собой гладкие функции характеристик, которые монотонно возрастают (за исключением ВАХ туннельного диода). Практически все характеристики (кроме петель гистерезиса) проходят через начало координат.

Анализ особенностей функций нелинейных характеристик позволяет выделить 4 наиболее характерных типа: целые рациональные функции или многочлены. К ним можно отнести ВАХ выпрямительного полупроводникового диода; вакуумного диода; туннельного диода; электронной лампы, включенной по схеме с общим катодом; биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером и др. Дробно рациональные функции. Степенные функции. Показательные функции.

Для моделирования процессов с «насыщением», с горизонтальными асимптотами подходят экспоненциальные функции.

При моделировании ВАХ или других характеристик электротехнических устройств исходные данные, полученные экспериментально, как правило, заданы в табличной форме.

Наилучшие результаты в определении аналитических зависимостей обеспечивает метод наименьших квадратов (МНК). В соответствии с ним для заданной таблично функции $\varphi(x)$ подбирают приближённую аналитическую функцию $f(x)$ такую, которая обеспечивает наименьшее среднее квадратичное отклонение от точек исходной табличной функции.

Лавинный характер имеют вольт-амперные характеристики (ВАХ) некоторых электронных устройств: биполярных и полевых транзисторов, стабилизаторов, стабилизаторов напряжения и др.

Для моделирования лавинных процессов лучшее приближение могут обеспечить дробно – рациональные, показательные и экспоненциальные функции. В каждом конкретном случае необходим анализ вида приближенной функции.

Литература

А.А. Лисов, Т.А. Чернова, М.С. Горбунов. «Моделирование нелинейных процессов в электротехнических устройствах методом наименьших квадратов» Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 010300.62, - М.:, ИНФРА-М, 2015 г. – 120с.

Разработка технологии питания сверхпроводниковых катушек бесконтактным способом

Колесов К.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Дежин Д.С.

МАИ, Москва

Kolesovkirill95@yandex.ru

Одним из главных недостатков в конструкции электрических машин (ЭМ) со сверхпроводниковой (СП) обмоткой возбуждения на роторе является наличие щётчного узла. Он необходим для питания СП катушек постоянным током и регулирования его в процессе работы ЭМ. Наличие такой конструкции позволяет хорошо выполнять свою задачу синхронным и асинхронным машинам традиционного исполнения, но совершенно не подходит для питания обмотки возбуждения криогенных электрических машин. Из-за того, что ротор внутри электрической машины находится, как правило, в криогенной среде (например, в жидком азоте) возникает главная проблема: покрытие инеем щёток, контактных колец и самого узла целиком. Это приводит к возрастанию переходного сопротивления, образованию влаги на токоведущих частях и ухудшению условий коммутации и токопередачи. Все перечисленные факторы приводят к снижению надёжности СП ЭМ и повышают вероятность последующей аварии. Для исключения указанных эффектов, приходится размещать щётчный узел не внутри, а снаружи электрической машины, вне криогенной зоны. Такой подход не решает проблему целиком, так как приводит к увеличению габаритных размеров ЭМ и усложняет её конструкцию. В ряде случаев, для СП ЭМ это является существенным недостатком.

Для решения задачи передачи тока к СП обмотке возбуждения на роторе предлагается метод бесконтактного питания. Его суть заключается в использовании вращающегося трансформатора и выпрямителя. На первичную обмотку трансформатора, расположенную на статоре, подается переменный ток. Ко вторичной обмотке через полупроводниковый выпрямитель подключаются СП катушки обмотки возбуждения. Все эти элементы расположены на роторе ЭМ, и способны выполнять свои функции в криогенной среде. Регулирование тока в СП обмотке осуществляется посредством изменения тока в первичной обмотке вращающегося трансформатора. При такой схеме питания пропадает необходимость размещать щётчный узел вне криогенной зоны СП ЭМ. Как следствие, пропадают присущие ему отрицательные факторы, негативно влияющие на работу СП электрической машины.

В докладе описан подход к созданию бесконтактной системы питания СП катушек и рассмотрена её возможная принципиальная электрическая схема.

Исследование потерь в ВТСП ленте 2-ого поколения на переменном токе

Кондрашов Д.А., Габрелян А.С., Коренчук К.Ю.

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

МАИ, Москва

d_kondrashov@inbox.ru

Повышение уровня мощностей и качества поступающей электроэнергии –важнейший вопрос энергетической промышленности. [1] С каждым днем увеличивается число потребителей электроэнергии, и существующие энергетические комплексы испытывают затруднения. Выходом из сложившейся ситуации может быть переход к сверхпроводниковым устройствам.

Однако сверхпроводники являются достаточно новыми материалами, и их применение влечет за собой некоторые особенности. В настоящее время наибольшее распространение получили высокотемпературные сверхпроводниковые (ВТСП) ленты 2-ого поколения. [3, 4]

Поскольку критические параметры сверхпроводников существенно зависят от протекающего тока, индукции магнитного поля, температуры и механических напряжений, в связи с этим, прямое использование такого материала невозможно. Требуется проведение расчета и экспериментальных исследований критических параметров и потерь как в коротких линейных образцах ленты, так и в катушечных группах, выполненных на ее основе. [6]

В работе рассматривается процесс определения критических параметров и потерь ВТСП ленты 2-ого поколения на переменном токе. [9] В ходе предварительных испытаний отлажена технология соединения участков ленты методом пайки. Были выбраны необходимые паяльные материалы и установлены соответствующие режимы пайки. [7, 9] В работе представлены результаты испытаний линейных образцов ВТСП ленты на постоянном и переменном токе. Испытания на постоянном токе в среде жидкого азота позволили установить качество паяного соединения участков ленты. [7, 9] Благодаря предварительным испытаниям проведено исследование катушки электрической машины в форме реистрека на переменном токе в среде жидкого азота. В результате данных экспериментов установлено, что потери в ленте незначительно зависят от частоты. Однако с ее ростом зафиксирован рост напряжения на измеряемом участке, что может свидетельствовать об увеличении индуктивного сопротивления, пропорционального частоте питающей сети. [9]

Анализируя полученные в процессе выполнения работы результаты, можно сделать вывод о рациональности использования ВТСП реистрековых катушек в качестве статорных обмоток при проектировании электрической машины с высокими удельными показателями. [9] Продолжением и перспективным развитием работы будет являться исследование реистрековой обмотки магнитной системе, имитирующей магнитную систему реальной электрической машины.

Список использованных источников

- 1 Е. В. Аметистов [и др.]. Основы современной энергетики: в 2 т. М.: МЭИ, 2008, 646 с.
- 2 С. М. Мусин, С. А. Харитонов, К. Л. Ковалев, А. А. Герасин, С. П. Халютин. Электрический самолет: концепция и технологии. Уфа: УГАТУ, 2014, 388с.
- 3 Ковалев Л.К., Ковалев К.Л., Конеев С.М.-А. Электрические машины и устройства на основе массивных высокотемпературных сверхпроводников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010, 396с.
- 4 Щербаков В. ВТСП провода 2-го поколения: от пилотной технологии к промышленной / Сверхпроводники для электроэнергетики [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://perst.issph.kia.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 5 Производство сверхпроводниковой ленты / СуперОкс [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.superox.ru>
- 6 Поспелов Л. И. Конструкции авиационных электрических машин. М.: Энергоиздат, 1982, 320 с.

7 Приборы и электронные компоненты / Чип и Дип [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: [http:// www.chipdip.ru](http://www.chipdip.ru)

8 Габрелян А. С., Иванов Н. С., Кондрашов Д. А., Коренчук К. Ю. Сверхпроводниковая электрическая машина с кольцевой обмоткой якоря. Вестник Московского авиационного института. 2017. Т. 24. №2. – М.: МАИ, 2017. 132 с.

9 Иванов Н. С., Кондрашов Д. А., Модестов К. А. Исследование потерь в ВТСП ленте на переменном токе. Материалы 16-й Международной конференции «Авиация и космонавтика – 2017». Тезисы. – М.: Люксор, 2017. 166 с.

Измерения падения напряжения в щеточно-контактном узле в среде хладагента для криогенных электрических машин

Коренчук К.Ю., Кондрашов Д.А., Луковский Е.Е.
Научный руководитель — доцент, к.т.н. Иванов Н.С.

МАИ, Москва
kirill.korenchuk@bk.ru

Создание новых криогенных электрических машин (КЭМ) с использованием высокотемпературных сверхпроводниковых (ВТСП) материалов и щеточно-контактного узла (ЩКУ) позволит получить максимальный выигрыш по массогабаритным показателям. Это связано с возможностью увеличения значения магнитной индукции в воздушном зазоре машины, с увеличением линейной нагрузки статора, а также минимизацией составных частей конструкции, за счет использования контактной передачи энергии на вращающиеся катушки ротора [1,2].

Несмотря на то, что в настоящее время многие задачи успешно решаются бесконтактными элементами, роль электрических контактов по-прежнему велика. Это объясняется рядом причин, в частности тем, что бесконтактные элементы имеют небольшой коэффициент кратности, большие по сравнению с обычными электромагнитными контактными элементами габариты и вес. Так, например, чтобы обеспечить бесконтактность передачи энергии в КЭМ потребуется ввести в их конструкцию дополнительные каскады (возбудитель и подвозбудитель) по аналогии с классическими электрическими машинами, что неизбежно приведет к сильному снижению удельной мощности [3].

Также использование ЩКУ в КЭМ осложнено недостаточностью существующих методик расчета и измерения падения напряжения в данных средах, а также рядом конструктивных особенностей при размещении ЩКУ непосредственно в криостате (в среде хладагента). При этом возрастает переходное сопротивление, образуется влага на токоведущих частях и ухудшаются условия передачи, что может привести к снижению надежной работы КЭМ и аварии. Для того чтобы предотвратить указанные эффекты, приходится размещать щеточный узел снаружи электрической машины, вне криогенной зоны, что, однако, не решает проблему целиком, и увеличивает габаритные размеры устройства. [4,7].

Большой интерес представляет измерение потерь на ЩКУ. Непосредственно на контактных кольцах потери, как правило, не велики. Однако их рост приведет к повышенному расходу хладагента. Стоит отметить, что для снятия 100 Вт потерь необходимо израсходовать 1,5 л жидкого азота в час. Для промышленных установок большой мощности используются криогенные системы охлаждения замкнутого типа. Их применение обусловлено высоким тепловыделением в электрических машинах. КПД таких систем охлаждения не превышает 10%, а их размеры значительны. В связи с этим, при создании ВТСП электрических машин целесообразно уменьшить все виды потерь [5,6].

В ходе работ аналитическим путем была выведена целевая функция зависимости потерь в ЩКУ от факторов температуры, плотности тока, частоты вращения, материалов и габаритов щеток и контактных колец. Спроектирован специальный измерительный стенд, состоящий из электромеханического преобразователя с ЩКУ, привода, источников питания,

кронштейнов крепления, контактных щупов, пенопластовой ванны для хладагента и промышленного компьютера с блоком приема данных. В ходе экспериментальных исследований характеристик ЩКУ на спроектированном стенде были определены влияния температуры, плотности тока, частоты вращения на величину падения напряжения в контакте и потери в нем.

Кроме того, для проверки справедливости теоретических допущений и выводов, для выработки практических рекомендаций по использованию данной системы токоподвода в КЭМ была разработана методика измерения падения напряжения в среде жидкого азота [5,6].

Список использованных источников

1. Габрелян А.С., Иванов Н.С., Кондрашов Д.А., Коренчук К.Ю. Сверхпроводниковая электрическая машина с кольцевой обмоткой якоря // Вестник Московского авиационного института. 2017. Т.24. №2. С. 132-140.
2. Глебов И.А., Данилевич Я.Б., Шахтарин В.Н. Турбогенераторы с использованием сверхпроводимости. – Л.: Наука, 1981. – 231 с.
3. Мерл В. Электрический контакт. Теория и применение на практике. – Ленинград: Госэнергоиздат, 1962. Госэнергоиздат – 3 с.
4. Дежин Д.С., Колесов К.А. Бесконтактная система питания сверхпроводниковых катушек постоянного тока // Сборник тезисов докладов. Авиация и космонавтика. Тезисы, – М.: МАИ, 2017. С. 163.
5. Иванов Н.С., Коренчук К.Ю. Методика измерения падения напряжения в щеточно-контактном узле в среде жидкого азота // Авиация и космонавтика. Тезисы, – М.: МАИ, 2017. С. 168.
6. Иванов Н.С., Коренчук К.Ю. Измерение падения напряжения в щеточно-контактном узле в среде жидкого азота // Гагаринские чтения: Сборник тезисов докладов. М: Моск. авиационный ин-т (национальный исследовательский университет), 2017. С. 945.
7. Дежин Д.С. Синхронные электрические двигатели на основе массивных высокотемпературных сверхпроводников и постоянных магнитов. 2008. URL: <http://www.dissercat.com/content/sinkhronnye-elektricheskie-dvigateli-na-osnove-massivnykh-vysokotemperaturnykh-sverkhprovodnikh#ixzz576M4pfow/> (дата обращения: 15.01.2018).

Активный силовой фильтр с функцией избирательной компенсации гармоник для сетей с распределенной генерацией

Кузнецов П.А., Погорелый М.О.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Абрамович Б.Н.

СПГУ, Горный университет, Санкт-Петербург

kuznetsovpavel@inbox.ru

В современном обществе, промышленности и инфраструктуре электричество необходимо для обеспечения нормальной повседневной жизни и экономического благополучия. По причине политических взаимоотношений, климатических условий, а также, благодаря истощаемости ископаемых топлив, существует тенденция использования как можно большего количества возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Для электрических систем это свидетельствует о том, что количество интегрируемых устройств генерации будет только нарастать с течением времени. Также следует отметить то, что модели генераторов, работающие с ВИЭ, системы их подключения и управления, графики работы и алгоритмы управления очень сильно отличаются от традиционных аналогов. Электроэнергия является также очень специфическим товаром, т.к. в связи с отсутствием больших накопителей, вырабатываемое количество должно соответствовать потребляемому. Этот баланс должен регулироваться практически мгновенно. Поэтому, в любой электрической системе должен соблюдаться баланс мощностей между генератором и потребителем для обеспечения надежного функционирования. Любые отклонения между

источником и приёмником в сбалансированной и синхронизированной системе изначально компенсируются изменениями кинетической энергии связанных генераторов и двигателей. В результате частота сети начинает отклоняться от своего номинального значения. Для обеспечения стабильности частота сети системы электроснабжения всегда должна поддерживаться в заранее обозначенных рамках. Чтобы полнить это, необходимо применение различных категорий балансирующих устройств за определенное время.

Можно выделить три причины дисбаланса в электросетях. Прежде всего, это могут быть аварийные события, связанные авариями в генераторах, потребителях или элементах сети передачи. Ко второй группе причин можно отнести ошибки или неточности регулировочных операций генерации относительно нагрузки. К третьей же группе относятся ошибки прогнозирования для генераторов или потребителей. Интеграция большего числа генераторов, связанных с ВИЭ, только увеличит число ошибок и аварий в существующих сетях.

Внедрение все большего количества альтернативных источников энергии, таких как ветрогенераторы, фотогальванические элементы и т.д. изменяет структуру традиционных сетей, делая их объединением множества маленьких участков генерации, требующих синхронизации. Работа большого числа преобразователей генерирует множество гармоник, которые необходимо компенсировать. Классическая теория компенсации реактивной мощности посредством реактивных элементов не способна справиться с данной задачей. Отсюда, возникает интерес к теории мгновенной мощности, разработанной в Японии в начале 80-х годов XX века специально для применения в сетях с огромным количеством нелинейных полупроводниковых нагрузок.

Используя принципы данной теории авторами предлагается прототип активного силового фильтра, созданного на базе трехмерного преобразователя с синхронно вращающейся d-q системой координат для избирательной компенсации гармоник с целью оптимального поддержания баланса мощностей.

Способы управления аппаратом «Искусственное сердце»

Луковский Е.Е., Коренчук К.Ю.

Научный руководитель — к.т.н. Шишов Д.М.

МАИ, Москва

elistener@yandex.ru

В настоящее время стоит проблема создания механического сердца, максимально соответствующего живому. Искусственное сердце представляет собой биотехническое устройство, главной задачей которого является перекачивание крови по кровеносной системе организма.

Для нормальной работы такого рода устройств необходимо ввести ряд датчиков и разработать автоматическую систему управления, которая позволит задавать сердечный ритм. Современные инженеры применяют несколько подходов для решения данной задачи.

Первый подход обеспечивает функционирование сердца на длительный срок. Ритм сердца задают постоянным и в большинстве случаев равным 60 уд./мин, но из-за недостатка кислорода в крови, а затем и в мышцах человек не может заниматься физическими упражнениями в течение длительного периода. Конечно, возможно выполнить установку ритма и с внешнего устройства, но тогда остро возникает проблема отсутствия у пациента достаточных знаний и навыков для безопасного и правильного управления устройством.

Второй подход основывается на возбуждении сердца от синусного узла – участка скопления пейсмекерных клеток [1], генерирующего электрические импульсы. Через систему волокон сигнал поступает к датчикам сердца, что влечет за собой выброс крови. Но, так как синусный узел имеет свойство отмирать, этот подход обеспечивает функционирование сердца на срок не более одного года. Второй подход применим, когда необходимо провести длительные операции на открытом миокарде, а также в ходе ожидания человеком донорского органа для трансплантации [2,3].

Для того чтобы обойти проблему первого подхода инженеры разработали “искусственный насос” с обратной связью. Данная концепция положила начало третьему подходу, который обеспечивает изменение ритма в зависимости от давления в сосудах. Такое устройство способно подстраиваться под работу организма в любое время, но его надежность немного уступает предшественникам, так как искусственное сердце требует большего количества измерительных датчиков, а вследствие – усложненную электрическую схему. Таким образом, данный метод максимально выполняет функции родного сердца и наиболее подходит для применения в будущих механических сердцах. Поэтому в МАИ на кафедре 310 предложено реализовывать систему с датчиками состояния организма на базе пульсирующего желудочка собственной конструкции.

1. Клетки Пейсмекера (клетки водителя ритма) [Электронный ресурс] / А.В. Горемыкин // Патофизиология заболеваний сердечно-сосудистой системы – Режим доступа: <http://www.rusmedserver.ru> – (Дата обращения: 15.02.2018).

2. История открытия механического сердца [Электронный ресурс] / В. И. Осетров // Шанс на спасение — искусственное сердце – Режим доступа: <http://cardiobook.ru> – (Дата обращения: 14.02.2018).

3. Почему сердце сокращается? [Электронный ресурс] / Б. С. Буровский // Как устроено и как работает наше сердце? – Режим доступа: <http://www.aritmia.info> – (Дата обращения: 14.02.2018).

Применение обратимых конверторов в магистральном канале более электрического самолета

Любимов Ю.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резников С.Б.

МАИ, Москва

yuralub99@yandex.ru

В данное время в РФ и за рубежом развивается концепция полностью электрического самолета, предполагающая замену авиабортных пневмо и гидро приводов на электроприводы, а также исключение приводов постоянной частоты вращения. Суммарная установленная мощность системы электроснабжения может достигать 1,5 МВт. Бортное оборудование и общесамолетные системы должны обеспечивать сертифицируемость разрабатываемых и модернизируемых воздушных судов, в том числе у международных авиационных властей. В связи с этим возникает необходимость в формировании научно-технического задела в области разработки и внедрении моделирования бортового оборудования и общесамолетных систем на основе унифицированных авиационных технологических стандартов и интерфейсов. Моделирование предназначено для уменьшения сроков и стоимости проектирования, испытания, производства и сертификации бортового оборудования и общесамолетных систем.

В докладе рассмотрены схема и модель конвертора предназначенного для преобразования постоянного напряжения 27В в 270В. Конвертор удовлетворяет требованиям авиационного стандарта ГОСТ Р 54073-2010 по качеству электро энергии в магистральном канале электрического самолета. Схема конвертора составлена с учетом потребления минимальной энергии и позволяет реализовать его в виде реального устройства с минимальными массо-габаритными параметрами. Данный конвертор является обратимым так как позволяет преобразовывать напряжение в обратном порядке от 270В к 27В. Конвертор является составной частью многофункционального импульсного преобразователя в системе энергоснабжения более электрического самолета. И позволяет получить улучшенные показатели работы системы электроснабжения.

Трансформаторы с гибридной конструкцией магнитопровода для систем электроснабжения

Меднов А.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.

УГАТУ, Уфа

mednov@spartak.ru

В настоящее время во всем мире появляются энергоэффективные конструкторско-технологические решения, позволяющие экономить важные и необходимые ресурсы. К числу этих ресурсов относится и электроэнергия. Её потребление сопряжено с преобразованием параметров электроэнергии до требуемого в нагрузке уровня, обеспечивают который трансформаторы. Естественно, что в процессе преобразования часть энергии рассеивается в виде тепловых потерь, величина которых снижает КПД преобразователя и удорожает стоимость эксплуатации. Одним из источников потерь является магнитопровод трансформатора, потери в котором возрастают нелинейно с ростом частоты питающей сети. Решением проблемы является применение аморфных сталей в конструкции магнитопроводов, так как удельные потери в данных сплавах самые низкие среди всех известных магнитных материалов [1]. При всех достоинствах данных сталей у них имеются и недостатки, в числе которых низкая индукция насыщения [2].

Решением, сочетающим в себе возможность использования преимуществ аморфных материалов, является применение гибридной конструкции магнитопровода. Конструкция запатентована и проверена экспериментом, в результате которого подтверждено преимущество данной конструкции перед магнитопроводами, выполненными из лучших электротехнических холоднокатаных сталей. Преимущества данной конструкции заключаются в следующем: при низкой нагрузке трансформатора основной магнитный поток протекает в аморфном магнитном материале, удельные потери в котором ниже чем у электротехнических аналогов в 3-6 раз, а при повышении нагрузки поток постепенно перераспределяется в пользу второго конструкционного материала, например, сплава 49K2ФА. Иными словами, увеличение нагрузки на трансформаторе позволяет включать в магнитную цепь параллельно аморфному материалу материал с высокой индукцией насыщения, который позволит максимально увеличить энергетические характеристики преобразователя в нагрузочном режиме.

Таким образом, применение гибридной конструкции магнитопроводов трансформаторов позволяет успешно использовать преимущества аморфных сплавов при малых нагрузках, а также повышать энергетические характеристики с ростом величины нагрузки. При этом в режиме максимальной нагрузки по удельным характеристикам потери в гибридном магнитопроводе до двух раз меньше ближайших производимых аналогов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 17-79-10021.

Список литературы

1. Hitachi Metals America Ltd. Электронный источник. URL: <http://www.hitachimetals.com/materials-products/amorphous-nanocrystalline.php> (дата обращения 14.12.2017 г.).
2. Еремин И.В., Тихонов А.И., Попов Г.В. Проектирование силовых трансформаторов с сердечником из аморфной стали / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2014. – 84 с.

Вентильный электродвигатель для топливных насосов перспективных летательных аппаратов

Минияров А.Х., Веселов А.М.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.

УГАТУ, Уфа

miniar-a@ya.ru

Электрические двигатели (ЭД) являются одними из основных исполнительных элементов, обеспечивающих функционирование систем летательных аппаратов. Традиционно они используются в топливных насосах, насосах подкачки масла, гидравлических станциях, в системах автоматики, в качестве привода вентиляторов и систем механизации крыла. Разнообразие решаемых ими задач на борту летательных аппаратов (ЛА) делает их практически одним из основных потребителей электроэнергии.

С развитием концепции более электрического самолета и электрифицированного авиационного двигателя количество и разнообразие функциональных задач, решаемых ЭД на борту ЛА значительно увеличивается. При этом увеличивается и потребляемая ими мощность. Ввиду ограниченности электрической мощности первичных источников электроэнергии на борту ЛА особенно остро становятся задачи снижения их энергопотребления за счет повышения энергетической эффективности и повышения коэффициента мощности при сохранении минимальных массогабаритных показателей и высокой надежности [1–2].

В настоящее время в авиационных топливных насосах (ТН) находят применение несколько типов ЭД: двигатели постоянного тока с щёточно–коллекторным узлом, асинхронные ЭД, индукторные и реактивные ЭД, синхронные ЭД с постоянными магнитами (СДПМ) и прямым пуском. Основные недостатки таких машины, это высокие массогабаритные показатели, низкая энергоэффективность.

То есть основным перспективным вариантом ЭД для использования в авиационных на данный момент является ВДПМ. Разработке ВДПМ для аэрокосмических систем посвящен ряд научных и практических работ [3].

Поставленная цель в работе решается на примере ВДПМ, с заменой применяемого на современных ЛА двигателей постоянного тока с щеточно–коллекторным узлом мощностью 100 Вт и потреблением из системы электроснабжения 220 Вт (коэффициент полезного действия 0,45).

Для решение поставленной задачи была создана двухмерная динамическая компьютерная модель в программном комплексе Ansys Maxwell, на которой была выполнена отработка всех режимов работы ВДПМ и верификация аналитических результатов. Компьютерное моделирование осуществлялось взаимосвязанной моделью. То есть одновременно выполнялось электромагнитное моделирование с учетом процессов в системе управления.

Для верификации изложенных результатов был создан экспериментальный макет ВДПМ для топливного насоса. Испытания макета выполнялись на специальном стенде. Стенд включает в себя испытуемый ВДПМ, электромагнитный тормоз, регулируемый источник постоянного тока, пирометр, вольтметр, амперметр и тахометр. Исследования, проводимые при отрицательных температурах от -30 до -60°C. Также проводились испытания при критических нагрузках и при высоких температурах до +30 °C.

Результаты экспериментальных исследований отличаются от данных компьютерного моделирования не более чем на 4 %, Кроме того исследуемый ВДПМ выдержал проверку при экстремальных условиях, что показало правильность принятых на стадии проектирования решений.

В целом, необходимо отметить, что созданный экспериментальный макет ВДПМ позволил на 45–50 % уменьшить массу по сравнению с используемым в ТН ЭД постоянного тока с щеточно–коллекторным узлом, а также снизить энергопотребление с 220 Вт до 180 Вт.

Список литературы

1. Borisavljevic A., Polinder H., Ferreira J. On the Speed Limits of Permanent-Magnet Machines // IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2010, Vol. 57, № 1. P. 220–227.
2. Xin Zhao; Guerrero, J.M.; Xiaohua Wu "Review of aircraft electric power systems and architectures", Energy Conference (ENERGYCON), IEEE International, 2014, On page(s) 949 – 953
3. Волокитина Е.В., Власов А.И., Опалев Ю.Г. Применение полевых математических моделей для проектирования обмоток вентильных электродвигателей // Электроника и электрооборудование транспорта. № 3. 2013, С. 12-15.

Измерительные приборы на основе эффекта Холла

Муфаздалов И.Р., Рыжов Б.А., Ахмадеев Р.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Федоров Е.Ю.

КНИТУ-КАИ, Казань

ilvirkai31@mail.ru

В настоящее время происходит стремительное развитие в области электроэнергетики. Каждый день разрабатывается новое электрическое оборудование, которое рассчитано под различные номинальные напряжения. Для того, чтобы осуществлять безопасное использование и корректную работу приборов необходимо контролировать значения напряжения и тока протекающим по ним.

На сегодняшний день существует множество измерительных приборов принцип действия, которых основан на различных физических явлениях. На линиях с высоким напряжением требуются дополнительные устройства для фиксации электрических параметров. Этими приборами являются трансформаторы тока и напряжения, которые создают видимый разрыв и подводят значения тока и напряжения до величин, которые могут воспринимать вольтметр и амперметр. В данной статье рассмотрим способ измерения значения тока, основанный на эффекте Холла.

Эффект Холла основан на том, что в помещенном в магнитное поле проводнике возникает разность потенциалов в направлении перпендикулярном току I и вектору магнитной индукции B . Данный эффект возник вследствие воздействия силы Лоренца на заряды, движущиеся в этом проводнике.

Практически датчик Холла можно применять в следующих случаях: при измерении постоянного тока снятие показаний происходит непосредственно без применения каких-либо дополнительных устройств, а при измерении синусоидального тока необходимо использовать выпрямители, например, диодный мост.

Преимуществами измерения с помощью данного устройства является то, что снятие показаний происходит в разрыв, также появляется возможность автоматизировать процесс измерения, например, поддерживать постоянство заданных значений с помощью подключения логических устройств, которые будут осуществлять контроль параметров. Также с помощью изменения параметров постоянного магнита можно регулировать значения, выводимые на измерители.

Недостатками устройства является её сложная схемная реализация, необходимость в использовании выпрямителей при измерении синусоидального тока, наличие постоянного магнита, что сказывается на габаритах устройства.

Модульный принцип построения ИБП

Носков Д.Д.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

noskov.d.d@gmail.com

В настоящее время для обеспечения гарантированного электропитания критических нагрузок, таких как мощные вычислительные центры обработки данных (ЦОД), наиболее широкое распространение получили источники бесперебойного питания (ИБП) с двойным преобразованием энергии. ИБП данного типа преобразуют входное сетевое напряжение в напряжение постоянного тока, а затем формируют выходное переменное напряжение с помощью инвертора на полупроводниковых приборах. При этом качество выходной энергии ИБП определяется выходным инвертором, а не качеством питающей сети, а переключение на резервный источник питания (аккумуляторную батарею) при пропадании сети происходит практически мгновенно.

Непрерывный рост объемов данных, обрабатываемых в реальном времени, ведёт к потребности непрерывно наращивать вычислительные мощности ЦОД, поэтому к эксплуатируемым ИБП предъявляются требования возможности увеличения выходной мощности.

Классический ИБП двойного преобразования, построенный по одномодульной схеме, представляет из себя законченное устройство с определенной выходной мощностью без возможности изменения конфигурации своей внутренней структуры. Основными элементами такого ИБП являются выпрямитель с корректором коэффициента мощности, аккумуляторные батареи, зарядное устройство, выходной инвертор напряжения и обходная цепь питания нагрузки, которая позволяет в случае необходимости питать нагрузку напрямую от электрической сети, так называемая цепь Bypass. ИБП, как и любое электротехническое устройство, требует регулярного проведения регламентных работ по техническому обслуживанию. На время обслуживания ИБП возникает необходимость отключения цепи двойного преобразования энергии и перевода ИБП в режим Bypass, при этом на нагрузку поступает некондиционированное напряжение питающей сети.

Для обеспечения взаимоисключающих требований в инфраструктуре электроснабжения ЦОД: заданного уровня отказоустойчивости и удовлетворения растущих мощностей энергопотребления может быть использован модульный принцип построения ИБП, который подразумевает собой разбиение системы ИБП на отдельные унифицированные силовые модули, батарейные модули, модули человеко-машинного интерфейса и другие. Модульная архитектура позволяет осуществлять функции резервирования электропитания за счёт введения избыточного количества силовых модулей, а также нести затраты только на необходимое на данном этапе оборудование и оставляет гибкие возможности постепенно наращивать мощности в будущем.

В работе проводится сравнительный анализ способов разбиения системы бесперебойного электропитания на модули, обзор конфигураций резервирования модульных ИБП, а также формируются требования к силовым модулям в составе ИБП при параллельной работе на общую нагрузку.

Роль прогнозирования в развитии возобновляемых источников энергии

Нургалиева Р.А., Якупов А.М.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Исмагилов Ф.Р.

УГАТУ, Уфа

Rushana39.45@mail.ru

Прирост доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на рынке электроэнергии приводит к появлению дополнительного источника неопределенности, которое нуждается в

прогнозировании. Так как появляется необходимость учитывать вероятностный характер и выработки, и потребления. Возможность прогнозирования баланса производимой и потребляемой электроэнергии необходимо как для поддержания частоты в энергосистеме на номинальном уровне, так и для обеспечения экономичной работы других генерирующих установок, а также экономической доли на мировом рынке. Высокий процент установленной мощности ВИЭ может привести к усилению влияния фактора неопределенности выдаваемой ВИЭ мощности на работу электрической сети. Эта задача должна быть решена, благодаря прогнозу, который позволит заранее предугадать возможные изменения графиков ВИЭ.

Актуальным вопросом прогнозирования в современном мире занимается каждый человек, любая компания, большая корпорация и в целом весь мир. Прогноз позволяет тем или иным группам и сообществам ориентировать себя и потребителей к определенной манере потребления, преобразования и использования. Хороший прогноз позволяет принимать и предпринимать успешные действия. Прогнозирование крупных процессов предполагает учет объективных возможностей прогнозов, надежную методологию, соблюдение требований к данным и их обработке. Главная проблема прогнозирования в электроэнергетике состоит в том, что, факторы которые влияют на выработку, потребление и распределения, зачастую зависят от действия всего энергетического мира. Прогнозы ограничены в точности, особенно по мере вмешательства тех или иных факторов, поэтому необходима постоянная работа, средства, информация и современная техника. Можно предполагать множество вариантов развития событий, но лишь системный подход обеспечит правильную реализацию прогнозируемого процесса.

Прогнозирование – научно обоснованное предсказание вероятностного развития событий или явлений на будущее на основе статистических, социальных, экономических и других исследований. Существует краткосрочное прогнозирование, которое позволяет анализировать данные за время не более месяца (например, недельные и месячные прогнозы), среднесрочное прогнозирование – 2-3 года, а также долгосрочное прогнозирование – 5 лет и более.

Прогнозирование ВИЭ может быть использовано для исследования потенциала использования, а также в исследовании методик проектирования электрических сетей.

Например, прогнозировании солнечной энергии позволит систематизировать и улучшить работу этого сектора возобновляемых источников энергии. Чтобы реализовать этот процесс необходимо учитывать многолетнюю статистику, которая содержит полные сведения о погодных условиях (облачность, осадки, ясные и пасмурные дни) и величину солнечного излучения, а также состояние воспринимающего и передающего устройства. В качестве метода прогнозирования солнечной энергии может быть использована искусственная нейронная сеть. Для работы которой необходимо указывать наиболее точные переменные, которые в дальнейшем анализируются и прогнозируются. При этом очень важна детализация каждого параметра, для того чтобы в дальнейшем исключить ошибки и получить лучший результат. Искусственная нейронная сеть определяется тремя параметрами: периодом прогнозирования, горизонтом прогнозирования и интервалом прогнозирования. Построение системы прогнозирования солнечной энергии вполне реализуемый процесс, который позволит предопределить показатели в долгосрочной перспективе и это в свою очередь позволит избежать потерь и увеличить эффективность работы солнечных электростанций.

Элементы Пельтье как охлаждающие элементы микросхемы

Петров А.А., Каримов А.Р., Юнусов Н.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Фёдоров Е.Ю.

КНИТУ-КАИ, Казань

petrovalekse95@mail.ru

Как известно электрический ток при прохождении по проводнику или через любой элемент нагревает его, что сказывается на его характеристиках и возможностях нормального

функционирования. При сильном нагревании элемента он может выйти из строя, а в некоторых случаях и вовсе вызвать пожар. В настоящее время есть множество способов охлаждать элементы, но в данной работе я бы хотел рассказать об элементах Пельтье, которые при подачи на них электрического напряжения, имеют возможность охлаждать одну из двух поверхностей.

Принцип работы элементов Пельтье основан на контакте двух полупроводниковых материалах с различными уровнями энергии отрицательных частиц в зоне проводимости. При прохождении тока через контакт, отрицательно заряженная частица должна приобрести энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника. При потреблении этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников.

На практике модули Пельтье можно расположить таким образом, чтобы холодная часть элемента располагалась рядом с охлаждаемой частью схемы и с помощью термодатчиков фиксировать температуру на наблюдаемом объекте.

Температуру на сторонах элемента можно регулировать с помощью подводимого к нему напряжения, в случае увеличения температуры необходимо увеличить разность потенциалов между клеммами, тем самым уменьшая температуру элемента Пельтье для создания нормальных условий и функционирования наблюдаемого элемента.

Так же возможно автоматизировать охлаждение, путём внедрения обратной отрицательной связи между источником и модулем, тем самым поддерживая заданную температуру элемента, что является большим достоинством данного метода.

Недостатком таких охладителей является большая потребляемая мощность, к примеру элемент Пельтье TEC1-12706 имеет номинальное напряжение 12 вольт и ток 4 ампера, что соответствует мощности 48 ватт. Также требуется охлаждать нагретую сторону. Данную проблему можно решить с помощью радиаторов, прикрепив его вплотную к данной стороне. К примеру, при фиксации на том же элементе радиатора, температура нагретой стороны будет составлять 7 градусов по Цельсию.

Таким образом, модули Пельтье выгодно устанавливать на ответственных участках электрических схем, что связано их способностью охлаждать элементы лучше, чем вентиляторы, так же они не создают шума, что в некоторых случаях очень важно. Большое преимущество элементов так же заключается в том, что имеется возможность автоматизации охлаждения, посредством электрических сигналов, но стоит принимать во внимание большую потребляемую мощность, а так же габариты, что в значительной мере ограничивает массовое внедрение данных приборов в современную электронику.

Сравнение различных типов электроприводов для станков-качалок нефти

Петров Т.И., Шагеев И.И.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сафин А.Р.

КГЭУ, Казань

tobac15@mail.ru

Нефтегазовая отрасль является одной из ведущих отраслей России, основой экономики. Несмотря на это, увеличение технико-экономических характеристик оборудования в сфере добычи нефти является приоритетной задачей для научного сообщества. И имеется несколько решений, направленных на решение данной задачи:

- использование интеллектуальных систем управления электроприводом;
- замена асинхронных двигателей на синхронные.

При комплексном использовании данных пунктов имеется возможность снизить потребление энергоресурсов, а также повысить процент добываемого ресурса. Численные значения индивидуальны для каждого конкретного варианта, но достигается экономия 25-35%.

В данной работе рассматривается только замена асинхронных двигателей на синхронные (а именно, вентильные с постоянными магнитами), с последующим сравнением технико-

экономических характеристик. С этой целью будут произведены первоначальные расчеты, далее произведен пересчет параметров в подходящий вид для работы в компьютерной программе Matlab. С помощью полученных значений в Simulink (часть программы Matlab) моделируются оба вида электроприводов, и уже возможно произвести сравнение. Однако, очевидно, что характеристики синхронного двигателя будут превосходить аналогичные параметры асинхронного, поэтому надо оценить и экономическую составляющую, заключающуюся в начальной стоимости.

Планируется и сравнение с помощью программного обеспечения для моделирования физических явлений COMSOL Multiphysics® with Matlab, с учетом полученных ранее значений. И на данный момент прорабатывается алгоритм выбора типов электроприводов для сравнительного анализа, с последующим определением энергоэффективности каждого привода.

Литература

1. Артыкаева Э.М., Генин В.С., Нестерин В.А. Перспективы повышения энергоэффективности нефтедобывающих штанговых насосных установок//Электротехника, 2011, №10, С.2-7.
2. Копылов И.П. Проектирование электрических машин. М.: Энергоатомиздат, 1993.

Исследование электрического и магнитного полей электрического транспорта

Плотникова Н.О.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кириллов В.Ю.

МАИ, Москва

natasha.8606711@gmail.com

В современных реалиях технические средства, создающие электромагнитные поля (ЭМП), окружают человека во всех сферах его деятельности и непосредственно воздействуют на его организм. В связи с этим все более актуальной становится проблема электромагнитной экологии. Традиционно, такие проблемы решаются при помощи моделирования или расчетного прогнозирования ЭМП, что весьма важно для стадий разработки, проектирования или размещения технических средств, являющихся источниками ЭМП, основными из которых являются трамваи, троллейбусы и электропоезда метрополитена в системе городского пассажирского транспорта. Поэтому важно оценивать совокупный эффект электрического и магнитного поля на организм человека, пользующегося транспортом, и своевременно принять во внимание рекомендации по проектированию и размещению источников, создающих ЭМП, что и является задачей данного исследования.

Основными этапами оценки являются:

1. Моделирование ЭМП с помощью программного обеспечения Elcut 6.2 путем задания граничных значений для расчета основных параметров и задание массогабаритных характеристик основных источников ЭМП.
2. Получение значений основных параметров ЭМП.
3. Построение графиков зависимостей магнитной индукции от габаритов пассажирского транспорта через напряженность магнитного поля.

В результате такого моделирования получена картина распределения магнитного поля от контактной сети в пассажирских салонах городского транспорта, что позволяет выполнить сравнение полученных данных с предельно-допустимыми уровнями полей и санитарно-гигиеническими критериями.

Использование перемодуляции для расширения диапазона звена постоянного тока инвертора

Репалов В.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

vvrepalov95@yandex.ru

Для обеспечения качества напряжения полупроводниковых преобразователей систем электроснабжения ЛА необходимо регулирование параметров выходного напряжения преобразователя. Для этого применяется широтно-импульсная модуляция, позволяющая формировать последовательность прямоугольных импульсов постоянной амплитуды и частот, длительность которых зависит от уровня входного сигнала, на выходе силовой части инвертора. Существует несколько видов широтно-импульсной модуляции: широтно-импульсное регулирование (ШИР), широтно-импульсная модуляция ступенчатым напряжением (ШИМ-СТ), широтно-импульсная модуляция по синусоидальному закону (ШИМ-СИН) и др. Особо распространено применение ШИМ-СИН из-за своих преимуществ: выигрыша по массе и простоты реализации.

Диапазон изменения входного напряжения преобразователей систем электроснабжения в нижнем своём диапазоне в большинстве случаев не обеспечивает требуемое значение действующего выходного напряжения, что приводит к необходимости усложнять структуру преобразователя, вводя в него дополнительные блоки, например вольтодобавочные и им подобные. Однако следует учитывать, что данный режим кратковременный и для решения той же задачи можно будет применить режим перемодуляции. При этом возможно снижение качества выходного напряжения. Использование перемодуляции приводит к исчезновению импульсов ШИМ — определённое значение коэффициента позволяет получить вместо многоимпульсной последовательности в пределах меандра.

В данной работе рассмотрено влияние перемодуляции на спектр выходного напряжения для двухуровневой ШИМ-СИН. В ходе исследования проведён спектральный анализ выходного напряжения на входе силового фильтра при различных значениях коэффициента регулирования. Приводится схематическое решение и его использование в инверторе напряжения для поставленной задачи. Показана степень снижения качества выходного напряжения и даны основные преимущества: возможность получить большее напряжение на выходе, если это не позволяет источник напряжения; возможность получить требуемое выходное напряжение при минимальном запасе источника напряжения.

Для подтверждения достоверности разработана имитационная компьютерная модель и приведены результаты моделирования.

Кинетический накопитель энергии с подвесом на основе высокотемпературных сверхпроводников

Русанов Д.В., Подгузов В.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Ковалев К.Л.

МАИ, Москва

denis_rusanov@rambler.ru

Кинетический накопитель энергии (КНЭ) это устройство позволяющее запастись и хранить энергию в виде кинетической энергии вращающегося маховика, а затем преобразовывать накопленную механическую энергию в электрическую энергию мотор-генератора. КНЭ применяется в качестве аварийного источника питания (военные и государственные объекты, медицинские учреждения, атомные электростанции) или в качестве вспомогательного источника питания, необходимого при пиковых нагрузках на электросеть. Также КНЭ используется в режиме "подхвата" провалов в электроснабжении потребителей (в т. ч. нескольких провалов мощности подряд), в системах электроснабжения

основанных на возобновляемых источниках энергии. Еще одна область применения КНЭ это рекуперация энергии, например, для железнодорожного транспорта. Преимуществами КНЭ, по сравнению с другими накопителями, являются большая накапливаемая энергия, возможность быстрого включения в работу на сеть и высокая отдаваемая мощность. Также одним из плюсов КНЭ является его экологическая чистота. Недостатками КНЭ являются катастрофические последствия в случае разрушения маховика, а также наличие вращающейся части, требующей опор, что приводит к возникновению потерь на трение в опорах.

Работы по созданию кинетических накопителей ведутся в разных странах. В США компания «Boeing» изготовила и испытаны два прототипа КНЭ: на 3кВт/10 кВт·ч и на 100 кВт/5 кВт·ч. а позже провела испытания третьего КНЭ на 35 кВт·ч.

В Японии разработкой КНЭ занимаются Chubu Electric Power Company и Mitsubishi Heavy Industries, ими создан КНЭ на 1 кВт·ч.

В Корее компаниями Korea Electric Power Research Institute и Korea Electric Power Corporation разработаны КНЭ вертикального и горизонтального исполнения.

Основными требованиями к конструкции разработанного кинетического накопителя энергии являлись: длительность хранения запасенной энергии без подкрутки маховика и обеспечение безопасности окружающего пространства если произойдет разрушение маховика.

С учетом вышеизложенных требований АО НИИЭМ" и МАИ при участии МГТУ им. Баумана был разработан КНЭ со следующими параметрами: запасаемая энергия не менее 5 МДж; частота оборотов маховика КНЭ 5000-8000 об/мин; выходная мощность мотор-генератора до 100 кВт; время заряда до 300 с; диапазон выходного напряжения 350–150 В (без использования инвертора на выходе); частота выходного напряжения 50 Гц (с использованием инвертора на выходе); время разряда 50 с.

Конструкция КНЭ состоит из следующих узлов: ротор КНЭ с маховиком, мотор-генератор, магнитный подвес, высокотемпературные сверхпроводниковые (ВТСП) подшипники, система безопасности, герметичный составной корпус КНЭ.

Использование ВТСП подшипников и магнитного подвеса позволяют получить эффект левитации ротора, и тем самым убрать потери на трение в опорах. Также для уменьшения потерь на трение маховика о воздух из герметичного корпуса откачивается воздух. В случае разрушения КНЭ для гашения кинетической энергии разлетающихся осколков маховика предусмотрена система безопасности.

Маховик представляет собой диск с прикрепленной к нему трубой. Для обеспечения прочности маховика на трубу намотан бандаж из углеволокна.

Мотор-генератор представляет собой синхронную машину с редкоземельными постоянными магнитами на роторе. Статор мотор-генератора выполнен из немагнитного материала (сталь 12Х18Н10Т) это позволяет избежать электромагнитных потерь в статоре и существенно уменьшить затраты на поддержание уровня запасенной энергии накопителя.

Магнитный подвес воспринимает осевую нагрузку ротора с маховиком. К сожалению такая магнитная система не обладает устойчивостью в радиальном направлении.

ВТСП подшипники необходимы для обеспечения устойчивости и гашения колебаний в радиальном направлении при вращении ротора КНЭ. Верхний и нижний ВТСП подшипники состоят из двух частей: ВТСП статора и ротора, установленного на роторе КНЭ.

Закключение

Кинетический накопитель энергии является перспективной разработкой в области электромеханики, позволяющей заменить существующие источники аварийного питания (дизель-генераторы), превосходя их по экономичности, надежности, долговечности, экологичности, а также КНЭ имеет широкие возможности для применения в различных системах электроснабжения.

В конструкции разработанного КНЭ применены инновационные технологии такие, как магнитный подвес и ВТСП подшипники, что положительно скажется на дальнейших

разработках в областях электромеханики и техники, так как опыт использования подобных технологий позволит внедрить их в будущие разработки.

Литература

1. Ковалев Л.К., Ковалев К.Л., Дежин Д.С., Полтавец В. Н., Вержбицкий Л.Г. Кинетический накопитель энергии с ВТСП-магнитным подвесом // News Кабель – №2 – март-апрель 2011.

Преимущества применения устройств FACTS на напряжении 6(10) кВ

Рыжов Б.А., Муфаздалов И.Р., Ахмадеев Р.Д.

Научный руководитель — к.т.н. Исаков Р.Г.

КНИТУ-КАИ, Казань

bogdan110196@gmail.com

Повсеместно распространяется интерес к такому прогрессирующему в последнее время направлению электроэнергетики как активно-адаптивные сети. Базовые устройства таких сетей относятся к технологии управляемых систем передачи переменного тока – Flexible Alternative Current Transmission System (FACTS).

FACTS – одна из наиболее перспективных технологий электросетей, и ее суть состоит в том, чтобы преобразовать электрическую сеть из пассивного устройства передачи энергии в устройство, активно участвующее в управлении режимами работы сети

Батареи Статических Конденсаторов (БСК) используется для повышения эффективности передачи мощности за счет поддержания линейного напряжения, увеличения пропускной способности, устранения утечек реактивной энергии и увеличения $\cos(\varphi)$

Существуют шунтовые БСК, которые в основном используются для генерирования реактивной энергии в сеть, и устройства продольной компенсации (УПК), которые в основном используются для уменьшения реактивного сопротивления в линии

БСК – довольно экономичное решение, которое широко используется из-за его относительно низкой стоимости, простоты установки и подключения в любой точке сети электропитания.

Фильтрокомпенсирующие устройства (ФКУ) – это особый тип конденсаторных блоков, задачей которого является фильтрация гармоник в сочетании с компенсацией реактивной мощности. Фильтрокомпенсирующие устройства могут использоваться в дуговых плавильных установках и другом энергоёмком оборудовании, которое нелинейно по электропотреблению. Эксплуатация этого оборудования запрещена без силовых фильтров гармоник.

ФКУ экономически целесообразнее применять при напряжении 6(10) кВ, потому что пользователи высокого напряжения создают меньший спектр гармонических искажений (из которых 3-я, 5-я, 7-я гармоники в большей степени и менее значительны высшие гармоники). Технически и экономически менее выгодно компенсировать широкий спектр гармоник потребителей 0,4 кВ, а не одну (две, три) гармоники.

Синхронный компенсатор (СК) является генератором реактивной мощности. Изменяя распределение реактивной мощности сети, вы можете автоматически настроить напряжение шины подстанции. Синхронные компенсаторы используются в качестве генераторов реактивной мощности в энергосистемах для снижения потерь мощности в сети, повышения стабильности протяжной передачи и обеспечения поперечной компенсации. При отсутствии регулирования напряжения в системе ответвления трансформатора нагрузки, напряжение настраивается с помощью синхронного компенсатора. В потребительских установках синхронные компенсаторы также используются для увеличения коэффициента мощности.

Проектирование системы контроля для электроимпульсной противообледенительной системы беспилотного летательного аппарата

Симонова Е.Б.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

bellsa@list.ru

При проектировании электронных систем, основной задачей является обеспечение требуемой надежности. Одним из наиболее эффективных способов повышения надежности является осуществление контроля параметров во время функционирования, поэтому современные системы включают в себя устройства встроенного контроля. В работе рассмотрена система контроля электроимпульсной противообледенительной системы беспилотного летательного аппарата. Наиболее критичными для надежного функционирования данной противообледенительной системы являются: недостаточное накопление электрического импульса на конденсаторах и запаздывание времени срабатывания, что, в последствии, может привести к выходу из строя летательного аппарата.

Разработка системы контроля была разделена на две части: генерация и сбор размеченных данных об исправной работе противообледенительной системы и, что наиболее важно, работы системы в критических состояниях. На первом этапе контроль осуществляется с помощью допускового контроля. Используя принципы допускового контроля к разработанной имитационной модели электроимпульсной противообледенительной системы, возможно сгенерировать и собрать необходимый набор размеченных данных без опасности для реального оборудования. На втором этапе полученные размеченные данные используются для осуществления предикативного (предсказательного) контроля.

Помимо создания имитационной модели системы, сбора размеченных данных, обучения системы контроля предикативному контролю, в работе особое внимание уделено исследованию возможной интеграции созданной модели с реальным оборудованием и современными средствами разработки, протоколами, поиску путей создания и реализации рабочего и масштабируемого интерфейса взаимодействия всех компонентов.

Особое внимание в работе было уделено использованию производственного протокола FMI (Functional Mock-up Interface) для создания имитационной модели рассматриваемой системы. FMI означает функциональный макет интерфейса. Это открытый стандарт для обмена динамическими имитационными моделями между различными инструментами в стандартизованном формате, созданный относительно недавно, а именно в 2010 году, группой компаний, институтов и университетов организованных под эгидой ассоциации Modelica. К сожалению, данный стандарт до сих пор мало распространен на российском рынке. Значимость разработки на основе имитационных моделей значительно возрастает, когда модели смогут повторно использоваться в разных контекстах. Стандарт FMI определяет открытый формат для экспорта и импорта имитационных моделей. Это означает, что вы можете выбрать инструмент, наиболее подходящий для каждого типа анализа, сохраняя ту же модель. Например, создать модель в среде Dymola, а продолжить использование модели в MapleSim, OpenModelica или других.

Важно заметить, что разработанную в процессе исследования архитектуру и интерфейс взаимодействия системы можно с минимальными изменениями настроить не только для электроимпульсной противообледенительной системы, но и для других систем, в том числе более сложных, благодаря хорошей масштабируемости.

Исследование схем замещения AC/DC преобразователя с коррекцией коэффициента мощности

Сорокин Д.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Вольский С.И.

МАИ, Москва

DmitrSorokin@gmail.com

Проблема электромагнитной совместимости преобразователя с сетью эффективно решается применением корректоров коэффициента мощности (ККМ) [1]. Одно из наиболее распространенных схемотехнических решений для построения ККМ это использование схем, основанных на выпрямителе и импульсном регуляторе напряжения повышающего типа.

Анализ технической литературы показал, что всё многообразие схемотехнических решений AC/DC преобразователей повышающего типа заключается в комбинировании расположения силовых реакторов и силовых ключей постоянного или переменного тока при использовании базовых схем неуправляемого диодного выпрямителя.

Проанализирована работа AC/DC преобразователя с силовыми реакторами и ключами на стороне переменного тока при использовании трехфазного диодного выпрямителя [2].

Одна из приоритетных целей рассматриваемого класса преобразователей – обеспечение синфазности и пропорциональности входных токов входным напряжениям. Эта цель позволяет сделать допущения:

- о соответствии направления токов в силовых реакторах знакам соответствующего входного напряжения;
- процессы, рассматриваемые на интервале времени равно одной двенадцатой периода, симметричны для других интервалов времени.

При этом известные направления токов в силовых реакторах в комбинации с состоянием силовых ключей переменного тока однозначно определяют состояние диодов.

Применение сформулированных допущений позволяет существенно упростить процесс анализа силовой части преобразователя. Например преобразователь, в котором различные состояния могут иметь три силовых ключа переменного тока, шесть диодов и направление тока в трех силовых реакторах, может иметь 2^{12} различных вариантов схем замещений. Принимая во внимание сформулированные выше допущения позволяет сократить количество вариантов схем замещений, необходимое для анализа до 2^3 .

Так же использование приведенных выше допущений совместно с анализом схем замещений позволяет сделать вывод о наличии и характере взаимовлияния фаз.

Для рассмотренного преобразователя взаимовлияние фаз проявляется в моменты времени, когда замкнут один силовой ключ, а напряжения в фазах с разомкнутыми ключами имеет противоположные знаки. При этом через силовой реактор в фазе с замкнутым силовым ключом протекают одновременно две составляющие тока. Одна составляющая обусловлена замкнутым состоянием силового ключа, а вторая составляющая протекает в нагрузку.

Результаты компьютерного моделирования подтвердили наличие и характер взаимовлияния фаз в рассматриваемом преобразователе.

1. Малаханов, А.А. Математическое моделирование импульсно-модуляционных систем с коррекцией коэффициента мощности [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.13.18); Малаханов Алексей Алексеевич; ГОУ ВПО «Брянский государственный технический университет». – Брянск, 2007. – 20с.

2. Мелешин, В. И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии / В.И. Мелешин, Д.А. Овчинников. – М.: Техносфера, 2011. – 411с.

Стенд для проведения комплекса испытаний высокоскоростных авиационных генераторов

Степанова А.С.

Научный руководитель — к.т.н. Ямалов И.И.

УГАТУ, Уфа

nastya12stepanova99@gmail.com

Энергетические проблемы всегда занимали определенное место среди глобальных проблем человечества.

Развитие концепции более электрического самолета требует создание новых высокоскоростных авиационных генераторов с высокой мощностью, которые, как правило, имеют частоту вращения ротора от 50 000 об/мин до 70 000 об/мин с мощностью от 100 до 200 кВт.

Авиационное применение данных электрических машин обуславливает необходимость проведения комплекса испытаний, которые направлены на выявление брака и ошибок при производстве и проектировании. Кроме того, необходимо проверить каждый образец подобного генератора на соответствие выходных параметров. Существующие стенды не позволяют обеспечить точность измерения выходных параметров генератора на частотах вращения выше 40 000 об/мин т.к. возникают виброперемещения, которые могут негативно влиять на электрические и механические характеристики генератора, в частности, привести к механическому разрушению подшипников, вследствие возникающих вибраций.

Именно по этой причине на сегодняшний день данный стенд для проведения комплекса испытаний высокоскоростных авиационных интеллектуальных генераторов, учитывая их высокую мощность, массогабаритные показатели и скорость вращения до 70 000 об/мин является важным средством и оборудованием, предназначенным для испытаний интеллектуального высокооборотного стартер-генератора для более электрического самолета.

Важность данного стенда состоит в том, что исследование процессов, происходящих при соединении двух электрических машин высокой мощности на скоростях выше 50 000 об/мин (испытываемого генератора и привода) как системы «подшипник – ротор – муфта – ротор – подшипник» на сегодняшний день исследованы недостаточно.

Модель ротора на двух подшипниках использована в относительно небольшом числе других работ, однако в них вопросы исследования формы установившегося движения двух соединенных между собой роторов на высоких частотах вращения остались незатронутыми. Поэтому исследование формы установившегося движения единой системы «подшипник – ротор – муфта – ротор – подшипник» и ее влияние на нагруженность подшипников представляется актуальной.

На кафедре электромеханики была разработана структурная схема стенда, позволяющая производить комплекс испытаний высокоскоростных авиационных генераторов, испытания изделия, используемого в качестве источника питания силовых установок автономных объектов, в частности, летательных аппаратов нового поколения.

Список литературы:

1. Тулинова Е.Е., Ковалев К.Л., Иванов Н.С., Ларионова А.Е. Обзор разработок полностью электрических самолетов/ Тулинова Е.Е., Ковалев К.Л., Иванов Н.С., Ларионова А.Е. – Уфа, 2016: Электричество, 2016, №4.
2. Рыжов К.В. Сто великих изобретений/ Рыжов К.В.-Москва: Вече, 2009.
3. Левин А.В., Мусин С.М., Харитонов С.А. и др. Электрический самолет. Концепция и технологии/ Левин А.В., Мусин С.М., Харитонов С.А. и др.-Уфа, 2014: УГАТУ, 2014.

Многофункциональные преобразователи частоты и источники бесперебойного питания в системе электроснабжения перспективных самолётов

Столыпин М.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Резников С.Б.

МАИ, Москва

michael.rojer229@gmail.com

Система электроснабжения (СЭС) включает в себя источники и преобразователи электрической энергии с контрольно – управляющей, защитной и регулирующей аппаратурой, а также систему передачи и распределения электроэнергии. На обычном самолёте кроме СЭС существуют ещё гидро и пневмосистемы. Ввиду предъявления более высоких требований к самолётам следующего поколения стали необходимы новые подходы к построению энергетической системы самолёта.

Переход к более электрифицированным (БЭС) или полностью электрифицированным самолётам (ПЭС) является одним из наиболее перспективных направлений в развитии самолётостроения. Этот подход подразумевает замену гидро и пневмоприводов в самолётах с полностью электрифицированным оборудованием на электроприводы.

Развитие силовой электроники, в частности – это разработка мощных полупроводниковых преобразовательных устройств и бесконтактной (бездуговой) твердотельной коммутационной и защитной аппаратуры привела к тому, что появляется возможность и целесообразность создания полностью электрифицированного самолёта [1].

Реальные перспективы внедрения цифровых систем управления электроэнергетическими комплексами самолётов открываются за счёт достижения значительных успехов в области микроэлектроники и микропроцессорной техники. Результатами работ в этой области явились разработки более электрифицированных самолётов, такие, как Airbus A-380, Boeing 787, MC-21 и другие самолёты, в которых реализованы многие положения концепции ПЭС.

Целью данной работы является анализ схем многофункциональных импульсных преобразователей частоты и источников бесперебойного питания, входящих в систему электроснабжения более электрифицированных самолётов.

Список использованных источников:

1. Резников С.Б., Бочаров В.В., Ермилов Ю.В., Харченко И.А., Лавринович А.В. Универсальные аппараты регулирования, защиты и коммутации переменного тока с модульной архитектурой для систем электроснабжения полностью электрифицированных самолётов. №2, 2014 г., с. 15-20.

Системы управления источниками вторичного электропитания

Толстых С.П.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

spkikg@gmail.com

Системы управления источниками вторичного электропитания.

Система управления преобразовательным устройством выполняет большое количество функций, сложность и ассортимент которых непрерывно возрастают. В зависимости от конкретных применений, требований к источнику вторичного электропитания (ИВЭП), система управления может содержать большое число различных блоков и занимать значительное место в конструкции преобразователя, поэтому к разработке и проектированию управляющей части следует подходить очень тщательно. Одним из актуальных вопросов при проектировании или модернизации систем управления является выбор типа управления.

Основная функция - генерирование управляющих импульсов определенной формы и длительности, с целью регулирования параметров преобразователя в соответствии с управляющим сигналом. Сложность технической реализации компенсации всех возможных возмущений, делает невозможным использование принципа управления по разомкнутому контуру, поэтому доминирующим принципом управления является управление по замкнутому контуру, который учитывает любое возмущение в системе, и легко реализуется как при аналоговом, так и при смешанном или цифровом типе управления.

Аналоговые схемы в управляющей части преобразователя остаются пока неизбывными для устройств с небольшой мощностью, не требующих большое число каналов управления. Однако с течением времени цифровые системы управления будут иметь все большие преимущества, которые будут особенно проявляться с усложнением алгоритмов работы устройства управления.

В работе проводится сравнительный анализ типов и принципов управления, выявляются достоинства и недостатки применительно к топологии силовой части преобразовательного устройства. Рассматривается перспективность различных реализаций.

Обеспечение электромагнитной совместимости приемо-передающих антенн бортовых радиостанций самолёта

Филиппов Е.И.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Кириллов В.Ю.

МАИ, Москва

903z@mail.ru

В докладе изучается проблема обеспечения электромагнитной совместимости приемо-передающих антенн бортовых радиостанций самолета. Анализ динамики роста числа радиоэлектронных средств (РЭС) показывает, что число действующих радиотехнических станций (РТС) непрерывно растет. К примеру, количество передвижных радиостанций удваивается каждые 5 лет. Многие РТС работают в непосредственной близости друг от друга. Особенно это относится к бортовым системам, установленным на кораблях, самолетах и спутниках

Помимо увеличения числа РЭС, наблюдается тенденция к увеличению их мощности излучения.

Радиопередающие устройства, кроме генерации на основной частоте, имеют в спектре генерируемой мощности побочные гармоники и субгармоники, уровень которых составляет 50...90 дБ и может достигать сотен Ватт, чувствительность же современных приемников на несколько порядков выше и составляет -130...-160 дБВт. При этом становится чрезвычайно актуальной проблема электромагнитной совместимости приемного и передающего модулей РТС, связанная с их взаимным влиянием друг на друга.

Основные причины возникновения сложной электромагнитной обстановки, приводящие к необходимости решения проблемы ЭМС:

- 1.непрерывный рост числа действующих РТС;
- 2.повышение мощности передатчиков и чувствительности приемников;
- 3.ограниченное пространство, в котором приходится размещать бортовые РТС, а также сложность задач, решаемых приемо-передающими системами самолета;
- 4.резкое увеличение числа действующих помех на самолетных и спутниковых РТС;
- 5.миниатюризация радиоаппаратуры;
- 6.возрастания уровня помех от радиотехнических, радиоэлектронных и энергетических средств.

В результате проведенных расчетов и моделирования проблема ЭМС решена на основе частотной развязки приемо-передающих антенн самолета.

Разработка системы электроснабжения возвращаемого космического аппарата на базе одноразовой батареи и суперконденсаторов

Хаванов Е.С.

Научный руководитель — к.т.н. Носкин Г.В.

ПАО «Энергия» им. С.П. Королева, Королев

khavanov.egor@mail.ru

Для гарантированного электропитания бортовых систем возвращаемого космического аппарата (ВА) (автоматического или пилотируемого) используется система электроснабжения (далее по тексту СЭС), основой которой являются накопители электрической энергии (далее по тексту НЭЭ).

В варианте пилотируемого ВА основная нагрузка на СЭС приходится на этап спуска с орбиты Земли, при котором на фоне стационарной нагрузки — порядка 3 кВт, накладывается дополнительная импульсная нагрузка от 2.5 до 3 кВт, определяемая необходимостью работы систем и оборудования, обеспечивающих спуск. Основная импульсная мощность расходуется на поджиг пиронитов пиросредств активации двигателей мягкой посадки (ДМП) при осуществления штатного приземления ВА. Расходуемая электрическая энергия при этом составляет единицы Вт·ч. Суммарная мощность в СЭС с учетом импульсной нагрузки может развиваться до 5–6 кВт и приводить к кратковременному падению напряжения в СЭС, что может вызвать отключение бортовой аппаратуры и, как следствие, аварийные ситуации ВА.

При применении НЭЭ ВА на основе первичных или вторичных ХИТ это приводит к тому, что при наложении на стационарный режим импульсного режима, с НЭЭ снимается большая мощность, что вынуждает переразмеривать параметры НЭЭ в части:

- повышения напряжения, что увеличивает и энергоемкость;
- увеличения сечений силовых кабелей СЭС;

В итоге, обеспечивая импульсный режим работы СЭС ВА средствами НЭЭ на фоне стационарного режима, возрастает масса СЭС ВА в целом и уменьшаются параметры живучести СЭС.

С целью оптимизации структуры и минимизации массы НЭЭ и СЭС нами предлагается схема унифицированной гибридной СЭС ВА на основе первичного источника тока — «одноразовая батарея» и суперконденсаторов, рассматриваемая в вариантах построения централизованной и децентрализованной СЭС.

Для исследования такой СЭС была разработана соответствующая математическая модель. Результаты моделирования показали, что данная схема может существенно улучшить характеристики СЭС ВА.

Список литературы

1. Н.В. Коровин Новые химические источники тока. — М: Энергия. 1978.
2. The Electrochemical Society Interface «Batteries and Fuel Cells in Space», 1999.
3. Электронный вариант курса лекций «Современные источники тока». Доктор химических наук, профессор А.В. Чуриков, доктор химических наук, профессор И.А. Казаринов, 2008.
4. «Handbook of energy», edited by CUTLER J. CLEVELAND & CHRISTOPHER MORRIS, 2006.

Анализ характеристик микроконтроллеров для реализации цифрового управления транзисторным инвертором

Чернов Н.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Крючков В.В.

МАИ, Москва

nicher94@mail.ru

Источники питания альтернативной энергетики – солнечные батареи, ветровые и приливные электростанции, топливные элементы, а так же аккумуляторы на борту ЛА обеспечивают постоянное напряжение. Многим потребителям электроэнергии на борту ЛА и наземным объектам требуется переменное напряжение заданного качества, определяемого коэффициентом гармоник, согласно ГОСТ. Для преобразования постоянного напряжения в переменное используются инверторы. Инверторы применяются на борту ЛА для повышения качества напряжений питания различных систем и в качестве аварийных источников питания.

Системы управления, обеспечивающие работу силового каскада инвертора по заданным параметрам режима регулирования, могут быть аналого-цифровыми, либо полностью цифровыми. Используя аналого-цифровую систему управления сложно реализовать необходимые системы связи с центральным компьютером и другие необходимые интерфейсы. В связи с этим целесообразно рассмотреть вопрос о переходе на полностью цифровые системы управления. Именно этот вопрос и рассмотрен в представленной работе.

Цифровое управление может быть выполнено на основе цифровых контроллеров, с различным набором функций, периферии и рабочих параметров, таких как:

- тактовая частота;
- разрядность контроллера;
- потребляемая мощность;
- наличие, количество и разрядность АЦП, таймеров, портов ввода-вывода.

Скорость выполнения команд является ключевой характеристикой, влияющей на реализацию выбранного режима формирования и регулирования выходного напряжения инвертора. В связи с этим рассмотрены цифровые контроллеры с RISC структурой.

В ходе этой работы:

- проведены анализ и выбор необходимого функционала контроллера, расчет разрядности блоков АЦП и ШИМ, необходимой для обеспечения заданного качества регулирования выходного напряжения.
- проведена оценка производительности структур на основе микроконтроллера в программе Proteus.

Оптимизация массы инвертора путем непосредственного расчёта масс силовых компонентов

Шубко Евгений

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Аверин С.В.

МАИ, Москва

jonni1991@mail.ru

Путь создания оптимальных полупроводниковых преобразователей энергии систем электроснабжения летательных аппаратов - один из основных способов повышения эффективности общей конструкции ЛА. При проектировании системы электроснабжения, в целом, влияние изменения в массе бортового оборудования на расчетные характеристики летательного аппарата определяются как разность больших чисел. Таким образом, при тех же летно-технических характеристиках, небольшое снижение массы электрооборудования позволяет снизить массу конструкций, топлива и мощность силовых установок. Поэтому

даже незначительный выигрыш в массе преобразователя может дать значительный эффект при оптимизации летательного аппарата.

Одним из критериев определяющих массу конструктивных элементов преобразователя является частота коммутации транзисторов. С точки зрения объекта оптимизации преобразователь является многокомпонентным устройством, минимум массы которого не определяется минимумом массы каждого компонента. В работе предлагается численный метод прямого расчета массы силовых компонентов инвертора с вариацией всех возможных параметров. Несмотря на значительный объём вычислений мощность современных вычислительных устройств позволяет осуществить эти вычисления.

Большинство преобразователей на современном этапе строятся по структуре с двойным преобразованием. Определяющими массу факторами являются габаритная мощность трансформатора конвертора, а также его перегрев, обусловленный потерями в стали и в меди. Габаритная мощность определяется в соответствии с параметрами выбранного трансформатора. При этом ограничения являются плотность тока, определяющая потери в меди, и максимальная индукция, которая определяет потери на перемагничивание.

В работе разработан алгоритм вычисления суммарной массы путем перебора большого числа вариантов и графической фиксации результатов. Несмотря на отсутствие аналитического выражения оптимума, данный метод показывает результат точнее, чем аналитические выражения, полученные путем интерполяционных и усредненных методов или эмпирических зависимостей.

На основе алгоритма разработана программа расчёта в среде MathCAD, рассчитаны массы силовых компонентов при оптимальном варианте конструкции и приведены диаграммы.

Направление №7 Математические методы в аэрокосмической науке и технике

Секция №7.1 Теория управления и оптимизация

Методы моделирования движения транспортных потоков с помощью клеточных автоматов

Бобошина А.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Пегачкова Е.А.

МАИ, Москва

boboshina@gmail.com

Целью работы является рассмотрение транспортных потоков на многополосных дорогах, изучение влияния увеличения транспортных средств и моделирование возникающих транспортных заторов, в том числе пульсирующих заторов, возникающих на перекрёстках, в местах сужения дороги – «бутылочных горлышках».

В работе изложен сравнительный анализ различных методов моделирования транспортных потоков с помощью клеточных автоматов и их комбинаций. Рассматриваются методы моделирования перекрёстков, как регулируемых, так и нерегулируемых. Исследуются способы оптимизации светофорного регулирования на перекрёстках с целью увеличения пропускной способности.

В основе теории клеточных автоматов лежат принципы, предложенные Джоном фон Нейманом в [1]-[2]. Впервые клеточные автоматы применяются к моделированию транспортных потоков в работе [3]. Распространённой стала модель Нагеля-Шрекенберга [4], в которой состояние каждого автомобиля обновлялось по правилам, учитывающим ускорение, торможение, случайные возмущения и движение. Позже Шрекенберг М. вместе с Шадшнайдером А. усовершенствовали модель, модифицировав формулу ускорения так, чтобы учитывалось, что с определённой вероятностью транспортное средство, находящееся перед заданным, может сломаться (правило “slow-to-start”). Однополосные модели на клеточных автоматах являются более простыми, чем многополосные, но они не в состоянии учитывать возможность обгона. Поэтому для изучения выбрана многополосная модель, аналогичная рассмотренной в [5], главным отличием которой является то, что каждая клетка автомата может находиться в состоянии «участок дорожного полотна, соответствующий данной клетке, занят и недоступен для проезда по нему движущимися автомобилями». Описанный автомат был использован в работе для моделирования полотна с перекрёстком.

В итоге проведён сравнительный анализ результатов моделирования загруженного перекрёстка и оптимизации светофорного регулирования с помощью методов, изложенных в [6], где разработан закон оптимального сигнала светофора в реальном времени с помощью метода бинарной оптимизации, а также с помощью метода, применяющего функции обратной связи, основанной на функции Ляпунова для регулирования пробок на дорогах.

Рассмотренные методы были реализованы на языке Java и позволили смоделировать дорожную ситуацию при различных начальных состояниях дороги на момент наблюдения, а также параметрах, таких как вероятность возникновения ДТП, доля автомобилей, совершающих поворот, вероятность занятости крайней полосы и т.д..

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-08-00128-а, гранта Президента № МК-1664.2017.8.

1. von Neumann, J. The general and logical theory of automata. Cerebral mechanisms in behavior, 1–41, 1951.

2. von Neumann, J. & Burks, A. Theory of selfreproducing automata, 1966.

3. Cremer, M. A fast simulation model for traffic flow on the basis of boolean operations /M. Cremer, J. Ludwig. — 1986. — Pp. 297–303.
4. Nagel, K. A cellular automaton model for freeway traffic / K. Nagel, M. Schreckenberg//Physique I France. — 1992.
5. Котов А.Н. Моделирование дорожного движения на многополосной магистрали при помощи двумерного вероятностного клеточного автомата с тремя состояниями — 2008.
6. Aihara, K. Optimal control laws for traffic flow / K. Aihara, K. Ito, J. Nakagawa, T. Takeuchi // Applied Mathematics Letters. Volume 26, Issue 6, June 2013, Pp. 617-623

Разработка и исследование системы самоуправления в группе БПЛА на базе метода молекулярной динамики

Бондаренко Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Потапова З.Е.

МАИ, Москва

dmitrybondarenko1@mail.ru

Проблема управления группой беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является актуальной, благодаря широкому спектру всевозможных миссий военного и гражданского назначения. Для построения движения группы БПЛА необходимо решить ряд задач управления, а именно: фиксация безопасного расстояния между ними, автономный обход преград, задание строя и перестройка при потере одного или более аппаратов.

За основу построения алгоритма управления движением БПЛА в пространстве был взят метод молекулярной динамики [1]. Каждый БПЛА представляется макромолекулой с заданной массой, на которую действует сила, рассчитываемая по формуле потенциала Леннарда-Джонса:

$$u(r)=4\varepsilon[(\sigma/r)^{12}-(\sigma/r)^6]$$

где $u(r)$ – энергия взаимодействия двух частиц, $r = |r_i - r_j|$ - расстояние между частицами i и j , σ – расстояние до границы, где начинается отталкивание, ε – параметр усиления.

Управление БПЛА, построенное на основании этих законов, решает проблемы контроля безопасного расстояния БПЛА между собой и уклонения от преград за счет появления отталкивающих сил при приближении и небольшого притяжения при отдалении.

Для корректного поведения все БПЛА должны правильно определять свое положение в пространстве относительно друг друга. Получив данные о расстоянии, БПЛА может рассчитать вектор силы, действующей на него:

$$F(r_{ij}) = -\nabla_i u(r_{ij}) = -(\partial u(r_{ij})/(\partial r_{ij})) (r_i - r_j)/r_{ij}$$

И на её основе получить ускорение a и скорость v , с которыми он должен двигаться:

$$r_i(t+\Delta t) = r_i(t) + v_i(t)\Delta t + 1/2 a_i(t) [(\Delta t)^2]; v_i(t+\Delta t) = v_i(t) + a_i(t)\Delta t$$

Таким образом, самоуправление движением, самоорганизация при восстановлении строя и расчеты проводятся каждым БПЛА независимо от других.

Благодаря построенной управляемой графической 3D-модели можно сделать выводы об эффективности полученной системы самоуправления. Также она поможет найти лучшие решения по дальнейшему улучшению алгоритма движения летательных аппаратов.

Литература:

1. Вычислительные методы исследования молекулярной динамики. Спб.: СПбГУ, 2009. – 50с. /к.ф.-м.н. Аксенова Е.В., к.ф.-м.н. Кшевецкий М.С.

Применение метода линеаризации в задаче оценивания кругового вероятного отклонения

Васильева С.Н.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Кан Ю.С.

МАИ, Москва

sofia_mai@mail.ru

В докладе рассматривается задача нахождения квантили заданного уровня функции потерь, зависящей от малых случайных параметров. Искомое значение может быть интерпретировано, как уровень потерь, который не будет превышен с заданной вероятностью. Функция потерь характеризует возможные потери – в задачах экономической проблематики, точность – в задачах аэрокосмической отрасли, и др.

Рассматривается задача о возмущенном баллистическом движении летательного аппарата (ЛА) в гравитационном поле Земли. В качестве характеристики точности рассмотрим круговое вероятное отклонение (КВО), которое характеризует рассеивание концов возмущенных траекторий на поверхности Земли относительно номинальной точки падения. КВО определяется как радиус круга на поверхности Земли с центром в номинальной точке падения, вероятность попадания в который составляет 0,5.

Задача по определению КВО может быть интерпретирована как задача нахождения квантили уровня 0,5 для функции, которая определяется как норма вектора отклонения конца возмущенной траектории на поверхности Земли от номинальной точки падения. Эта функция зависит от малых случайных параметров, в качестве которых выступают возмущения начальной скорости ЛА. Они моделируются как произведение малого детерминированного параметра на вектор независимых, одинаково распределенных по стандартному нормальному закону случайных величин.

Решение поставленной нелинейной задачи с помощью известных методов стохастического программирования не представляется возможным. Метод линеаризации позволяет разрешить эту проблему. С этой целью указанный выше вектор отклонения приближенно представляется в виде произведения матрицы баллистических производных на вектор возмущений начальной скорости. Ошибка приближения имеет порядок малого детерминированного параметра.

Для оценки КВО в исходной нелинейной постановке был использован метод Монте-Карло. Проведено сравнение результатов расчета по нелинейной модели с результатами, полученными с использованием метода линеаризации. Оказалось, что относительная погрешность в определении КВО не превышает 2% в широких диапазонах возможных номинальных значений дальности и азимута полета как с учетом, так и без учета вращения Земли вокруг своей оси.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №18-08-00595

Разработка компьютерного приложения "Оптимизация инвестиционного портфеля криптовалют"

Горбунова Ю.А.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Лунева С.Ю.

МАИ, Москва

julia_gorbunova@lust.ru

Электронные деньги в последнее время стали особенно популярны, этому способствуют такие факторы, как удобство оплаты в интернет-магазинах, защита от подделок, а также высокая степень обеспечения безопасности транзакций, благодаря современным технологиям. Семимильными шагами в области электронных денег продвигаются криптовалюты, обеспечивающие ещё и анонимность совершаемых платежей.

Работа посвящена разработке компьютерного приложения, позволяющего сформировать инвестиционный портфель криптовалют на основе модели Г. Марковица, оптимизация которого производится по двум показателям: доходности и риску. Соответственно в приложении решаются две подзадачи:

" поиск долей валют в портфеле для минимизации риска при заданном уровне доходности портфеля;

" поиск долей валют в портфеле для достижения максимальной доходности при заданном уровне риска.

Приложение реализовано на языке VBA для MS Excel и позволяет по данным изменения криптовалют за определенный период времени и заданным значениям доходности и риска автоматически рассчитать оптимальные параметры портфеля. Решение задачи представляется в виде таблицы значений и круговой диаграммы.

На первом этапе формирования портфеля рассчитываются ежемесячные и ожидаемые доходности по каждой отдельной валюте. Риск каждой валюты - ее изменчивость по отношению к математическому ожиданию доходностей. Далее строится таблица ковариаций валют, позволяющая оценить уровень риска всего инвестиционного портфеля, и формируются требуемые ограничения. Искомые доли валют отыскиваются с использованием инструмента "Поиск решения".

В работе рассмотрена задача формирования портфеля, состоящего из 7 криптовалют: BTC (Bitcoin), ETH (Ethereum), LTC (Litecoin), ZEC (Zcash), XMR (Monero), XRP (Ripple), DASH. Периодом рассмотрения динамики изменения стоимости валют были выбраны последние 12 месяцев.

При решении первой подзадачи устанавливается минимальный уровень допустимой доходности, например, при уровне 4% получено: общий риск портфеля 27% при доходности 19%, а доли валют распределяются следующим образом: 74% BTC, 16% XMR, 8% ZEC, 2% DASH. При решении второй подзадачи устанавливается максимально допустимый уровень риска портфеля, например, при уровне 30% получено: общий риск - 28% при доходности 21%, доли валют в портфеле: 70% BTC, 6% ETH, 2% LTC, 3% ZEC, 18% XMR, 1% DASH.

Прогноз строится исключительно на основании значений доходностей валют за предыдущий период, что является существенным недостатком, т.к. не уделяется внимание макро- и микроэкономическим факторам развития экономики.

Литература:

Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации. Практический курс. М.: Логос, 2011

Метаэвристические методы оптимизации нелинейных непрерывных детерминированных систем совместного оценивания и управления

Давтян Л.Г.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

leeevooon@gmail.com

В данной работе производится описание алгоритма нахождения оптимального управления для непрерывной детерминированной динамической системы в условиях неопределенности задания начальных условий и его программной реализации.

Тема поиска оптимального управления крайне актуальна, так как связана с потребностями практических приложений в различных областях науки и техники.

Рассматривается поведение нелинейной непрерывной детерминированной модели объекта, поведение которой описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений. На управление наложены параллелепипедные ограничения. Начальные условия заданы компактным множеством положительной меры. Также имеется априорная информация, характеризующая множество возможных начальных состояний. По поступающей с модели измерительной системы информации предлагается восстановить

полный вектор состояния, используя нелинейный наблюдатель. Предполагается, что при управлении используется информация, получаемая на выходе наблюдателя (оценка вектора состояния) с учетом доступной априорной информации и выхода измерительной системы. Качество процедуры оценивания обеспечивается выбором управления наблюдателем, зависящим от времени и полученных оценок.

Управление моделью объекта, применяемое в каждый момент времени, имеет вид управления с обратной связью по оценке вектора состояния. На отдельной траектории, соответствующей фиксированному начальному условию, определяется функционал качества управления типа Больца. Каждому допустимому управлению моделью объекта, управлению процессом наблюдения и множеству начальных условий ставится в соответствие пучок (ансамбль) траекторий, т.е. объединение решений уравнения по всем возможным начальным состояниям при наличии измерений и наблюдателя состояния.

Качество управления пучком траекторий предлагается оценивать средним значением функционала на множестве начальных состояний, которое минимизируется. В связи с этим искомое управление называется оптимальным в среднем.

Стратегия решения поставленной задачи заключается в переходе к задаче конечномерной оптимизации, т.е. проблеме поиска наилучших значений неопределенных элементов, образующих структуры управления моделью объекта и наблюдателем по оценке вектора состояния. Компоненты закона управления моделью объекта находятся в виде функции насыщения, гарантирующей выполнение ограничений на управление.

Предполагается, что множество начальных состояний представляет собой параллелепипед, разбитый на элементарные непересекающиеся подмножества. В каждом подмножестве задается начальное состояние (центр подмножества), которому соответствует траектория движения объекта. Значение критерия качества управления пучком получается путем осреднения.

Для решения сформулированной задачи управления пучком траекторий предлагается использовать алгоритм «серых волков», имитирующий охоту волчьей стаи за жертвой. Он относится к методам роевого интеллекта, в которых используется иерархия лидерства в стае и особый механизм охоты, заключающийся в отслеживании и приближении к жертве, ее последующем окружении и финальном нападении.

На основе данного алгоритма было реализовано программное обеспечение. Программа была написана в среде MATLAB на одноименном языке. Эффективность созданного алгоритмического и программного обеспечения демонстрируется на примере управления трехмерной моделью по информации одномерной модели измерительной системы. Показано, что в результате синтеза оптимального управления цель достижения одной из координат вектора состояния заранее заданного значения успешно реализована.

Диффузионная аппроксимация управляемой одноканальной системы массового обслуживания в загруженном состоянии

Иванова Ю.С.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Семенихин К.В.

МАИ, Москва

ivanova.ju7552@mail.ru

Современные системы передачи и обработки информации по своей сути являются системами массового обслуживания (СМО), в которых входной поток состоит из однотипных пакетов — небольших порций данных, предусмотренных сетевым протоколом. Традиционные методы анализа и оптимизации СМО основаны на использовании марковских процессов с конечным множеством состояний. Однако при значительном объеме трафика практическое применение данной методологии становится затруднительным из-за большого числа уравнений, описывающих вероятности состояний соответствующей СМО. Один из

эффективных способов решения проблемы большой размерности, возникающей при оптимизации дискретных марковских процессов, является метод диффузионной аппроксимации. В данной работе рассматривается одноканальная СМО, имеющая конечную очередь и предусматривающая возможность управления параметрами доступа и скорости обслуживания. Управление доступом и скоростью обслуживания осуществляется за счет выбора параметров двух линейных функций, определяющих зависимость вероятности отклонения входящего пакета и интенсивности его обработки от числа заявок. Обе функции отражают естественное требование роста числа отказов и скорости обработки при увеличении загрузки системы. Целью работы является нахождение условий применимости диффузионной аппроксимации к модели управляемого марковского процесса, описывающего число заявок в системе. Предложенная в работе диффузионная аппроксимация основана на модели стохастического дифференциального уравнения с линейными сносом и диффузией (модель Кокса—Ингерсолла—Росса). Доказано, что стационарное распределение аппроксимирующего процесса является трехпараметрическим гамма-распределением. Это позволило в явном виде сформулировать многокритериальную задачу оптимизации управляемой СМО с использованием трех вероятностных характеристик ее работы: 1) доля отклоненного трафика; 2) среднее время пребывания пакета в системе; 3) средний объем затраченных ресурсов. Основным результатом работы является следующее утверждение: качество аппроксимации зависит от вероятности попадания диффузионного процесса в интервал доступа — промежуток, в котором вероятность отклонения как функция состояния меняется от нуля до единицы. Поэтому если вероятность отклонения априори отделена снизу от нуля и сверху от единицы, то диффузионная аппроксимация вполне приемлема для приближенного описания и последующей оптимизации управляемой СМО с интенсивным входным потоком.

Программное обеспечение метода, имитирующего поведение стаи криля

Каранэ М.С.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

mmarselina@mail.ru

В представленной работе описан метод, позволяющий находить экстремум многоэкстремальных функций на множестве допустимых решений при наличии ограничений.

Тема поиска экстремума функций многих переменных очень актуальна, так как на практике все чаще встречаются функции, обладающие сложной структурой поверхностей уровня и имеющие несколько экстремумов в рассматриваемой области. Оптимизировать их чаще всего не представляется возможным с помощью стандартных методов. Поэтому для оптимизации сложных функций разрабатываются метаэвристические методы, которые позволяют получить достаточно точный результат за приемлемое время.

Рассматриваемый метод относится к биоинспирированным, поскольку основан на результатах анализа поведения стай криля – рачков, внешне напоминающих креветок. Биоинспирированные методы – это группа метаэвристических методов, имитирующих поведение некоторых видов животных.

Идея метода, имитирующего поведение стаи криля, основывается на том, что некоторое количество особей распределяются по множеству допустимых решений. Перемещаясь по этой области, стая криля движется в сторону роста функции и за конечное число итераций все особи оказываются в малой окрестности точки экстремума.

Позиции особей в стае меняются под действием трех факторов: присутствия других членов популяции, необходимости поиска пищи, случайных блужданий. Обычно движение популяции криля определяется двумя целями: увеличением плотности криля и достижением пищи.

В начале процесса генерируется популяция из конечного числа особей на множестве допустимых решений с помощью равномерного распределения. Предполагается, что движение j -го члена популяции происходит со скоростью, которая складывается из трех составляющих. Первая составляющая определяется влиянием соседей (членов популяции, входящих в некоторую окрестность j -го элемента определенного радиуса), наилучшего элемента во всей популяции и информации о своей прежней скорости. Вторая составляющая определяется движением в сторону источника пищи (за него принимается «центр масс» популяции), информацией о прежней скорости в поисках пищи, памятью своего наилучшего результата за все итерации. Третья составляющая имитирует случайные блуждания особи, уменьшающиеся с ростом числа итераций. Для оживления процесса поиска применяются операции скрещивания и мутации, используемые в других эволюционных методах и методе дифференциальной эволюции. Операция скрещивания заключается в том, что генетическая информация, содержащаяся в каждом члене стаи, кодируется как геном, и в результате размножения получается потомство, генетическая информация которого совпадает с родительской. Операция мутации применяется для увеличения разнообразия популяции, чтобы избежать преждевременной сходимости на ранней стадии, а также уточнить окончательное решение в последующем. Процедура поиска завершается при достижении заданного числа итераций.

На основе данного алгоритма было разработано программное обеспечение, которое позволяет находить экстремум заданного набора тестовый функций двух переменных со сложной структурой поверхностей уровня. Также есть возможность встраивать новые функции для дальнейшего их исследования на экстремум. С помощью программы можно подбирать параметры алгоритма для каждой функции и тестировать программу в пошаговом режиме.

Метод поля экстремалей и негладкие аппроксимации решения уравнения Беллмана в приложении к задаче динамики полета

Кондаратцев В.Л.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Хрусталёв М.М.

МАИ, Москва

resi2311@mail.ru

При конструировании систем стабилизации и управления летательными аппаратами (ЛПА) на практике часто возникает задача синтеза стратегии управления с обратной связью. Поскольку практические задачи в силу их сложности почти никогда не могут быть решены аналитически с использованием классических методов, приходится применять численные методы решения уравнения Беллмана. К сожалению свойства решений этого уравнения (например, решение может быть негладким или даже разрывным на всюду плотном подмножестве множества управляемости) могут сделать применение классических методов решения уравнений в частных производных невозможным. Применение специализированных методов, основанных на необходимых или достаточных условиях оптимальности, лучше решает данную задачу, но не позволяют оценить степень близости полученного субоптимального решения к точному.

Предлагаемый метод, основан на необходимых и достаточных условиях, полученных М.М. Хрусталёвым в работе [1], развивающих классический метод В.Ф. Кротова [2]. Метод решает задачу синтеза субоптимального управления с обратной связью для детерминированных систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. Метод строит аппроксимацию решения уравнения Беллмана как огибающую поверхность к системе линейно квадратичных по состоянию функций (параболоидов). Для построения системы таких функций используются понтрягинские экстремали. Ограничения на состояние в данной работе не рассматриваются.

Для того чтобы метод был корректен, необходимо задать верную кривизну параболоидов, в работе рассмотрены несколько вариантов выбора коэффициента кривизны. Так же, для корректности работы метода, необходимо чтобы экстремали покрывали расчётную область фазового пространства достаточно плотно, чего не всегда удаётся добиться.

Метод апробирован на модельной задаче с известным аналитическим решением и на задаче демпфирования колебаний спутника с гравитационной штангой. Для второй задачи в случае бесконечного промежутка времени функционирования точное решение было получено В.И. Гурманом [3], в данной же работе рассмотрен конечный промежуток времени.

Список используемых источников:

1. Хрусталёв, М.М. Необходимые и достаточные условия для задач оптимального управления/М.М. Хрусталёв//Доклады Академии Наук СССР. - 1973. - том 211, №1. - С. 59-62
2. Кротов, В.Ф. Приближенный синтез оптимального управления/В.Ф. Кротов//Автоматика и телемеханика. - 1964. - том 25, №11. - С. 1521-1527
3. 14. Гурман, В.И. Вырожденные методы оптимального управления/В.И. Гурман. - Москва: Наука, 1977 г. - 304 с.

Задача оптимизации формы упругой пластины в виде круглого диска

Кондратьев М.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Петров В.М.

МАИ, Москва

Kmv122@yandex.ru

В ряде динамических задач оптимального проектирования упругих конструкций фундаментальная частота колебаний является оптимизируемым функционалом.

Это связано с часто возникающим требованием расширить без резонансную полосу частот то есть максимизировать или минимизировать фундаментальную частоту в случае, если конструкция подвергается внешним частотным возмущениям.

В данной работе в качестве такой конструкции выбран упругий диск с различными способами закрепления на обоих концах. Математическая модель в этом случае представляет собой одномерную задачу на собственные значения для дифференциального уравнения четвертого порядка в цилиндрических координатах.

В качестве математического численного решения применяется метод проектирования градиента с использованием матричной прогонки для решения возникающей системы дифференциальных уравнений.

Основной жесткосной характеристикой, фигурирующей в соответствующих дифференциальных уравнениях и граничных условиях, является величина, которая называется модулем Юнга. Она образовывается при помощи произведения величин материала балки и момента инерции поперечного сечения относительно оси, перпендикулярной плоскости изгиба и проходящей через нейтральную линию балки. Через эту величину в основном и проявляется влияние способа распределения «толщиной» на собственные колебания диска.

Таким образом, мы имеем задачу на собственные значения с граничными условиями, зависящими от способа закрепления диска на концах.

Оптимальное перемещение роя роботов по графу со взвешенными рёбрами

Котенко А.А., Исаков А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Котенко А.П.

СамГТУ, Самара

ako1959@mail.ru

В дискретном времени рассматривается задача оптимального по транспортным расходам управления роем роботов, охраняющих вершины конечного неориентированного графа. Рёбра графа размечены весами, отражающими цену перемещения одного робота-охранника между инцидентными вершинами. Целевая функция - сумма затрат на перемещение всего роя охранников в вершины, подвергшиеся нападению роя нарушителей. Нарушители нападают по одному на вершину. Наборы вершин, подвергшихся нападению на данном такте времени, образуют булеан множества вершин охраняемого графа. Считаем, что нападение на вершину пресечено моментально, как только охранник переместился в соответствующую вершину, и одного охранника достаточно для ликвидации одного нарушителя на одном такте времени. Разрешим охранникам перемещаться между любыми вершинами за один такт времени. Выбор кратчайшего расстояния от вершины, в которой находится охранник, до вершины с нарушителем, назначенным данному охраннику, производится мгновенно. После ликвидации нарушителя робот-охранник остаётся в этой вершине до получения назначения следующей цели в следующий такт времени. Если нарушитель напал на вершину с охранником, то пресечение нарушения производится этим охранником без затрат на перемещение.

Задача сводится к определению на булеане множества вершин охраняемого графа метрики, индуцированной метрикой на множестве вершин [1-3]. Предложим определять индуцированную метрику с помощью известного алгоритма решения транспортной задачи линейного программирования. Алгоритм реализуется как в офлайн-, так и в онлайн-режиме. Решение офлайн приводит к построению матрицы наименьших транспортных затрат достаточно большой размерности. Поэтому как в офлайн-, так и в онлайн-режимах организации охраны разумно построить конечный автомат с внешним алфавитом, описывающим все варианты нападения, и алфавитом внутренних состояний, описывающим все варианты расположения роя роботов-охранников в вершинах охраняемого графа.

Литература

1. Котенко, А.П. Конечный автомат для моделирования взаимодействия роя роботов \ Информационные технологии и нанотехнологии [Электронный ресурс]: Сб. трудов 3-й Международной конф. и молодежной школы (25-27.04.2017, Самара). – Самара: Новая техника, 2017. – С.1451-1454.
2. Щербаков, М.С. Стратегия оптимального перемещения роя роботов \ М.С. Щербаков, А.П. Котенко \ Моделирование. Фундаментальные исследования, теория, методы и средства: Материалы 17-й Междунар. молодежной научно-практ. конф. (26-27.09.2017, Новочеркасск, ЮРГПУ). – Новочеркасск: Лик, 2017. – С.92.
3. Котенко, А.П. Индуцирование метрики на булеане вершин графа со взвешенными рёбрами \ А.П. Котенко, Е.Д. Шикина \ Интеллектуальные информационные системы: труды Всероссийской конф. с междунар. участием (12-13.12.2017, Воронеж, ВГТУ), ч.1. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2017. – С.124-127.

Метаэвристические методы многокритериальной оптимизации

Крючков А.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.

МАИ, Москва

alex9x99@yandex.ru

С развитием научного и технического прогресса всё чаще появляются задачи, где для принятия решения необходимо учитывать несколько факторов. Желательно выбрать «наилучшее» решение из множества возможных. Для определения такого решения нужно ввести какие-то критерии, по которым можно было бы сравнивать решения. В соответствии с этими критериями идёт поиск «наилучшего» решения. Для решения таких задач строят математическую модель, которая часто превращается в задачу условной или безусловной оптимизации. В зависимости от количества факторов получается задача однокритериальной или многокритериальной оптимизации.

Задачи многокритериальной оптимизации имеют свои особенности по сравнению с однокритериальными. Как правило, в многокритериальных задачах критерии представляют противоположные интересы, поэтому в общем случае не существует решения, которое одновременно доставляет наименьшее или наибольшее значение всем критериям. Из-за этой особенности под «наилучшим» решением можно понимать множество решений, оптимальных по Парето [1].

Для нахождения решений, оптимальных по Парето, было разработано много аналитических и численных методов [2]. Для решения сложных задач многокритериальной оптимизации в течение нескольких десятилетий стали интенсивно разрабатываться метаэвристические методы оптимизации [7]. В работе рассматриваются численные методы решения многокритериальных задач оптимизации, а именно метод NSGA-3 [5], который является результатом дальнейшего развития метода NSGA-2 [4], и модификации метаэвристических методов однокритериальной оптимизации. Основой модификации является процедура недоминируемой сортировки [6], которая также используется в методе NSGA-3. Недоминируемая сортировка представляет собой повторяющуюся процедуру выделения предпочтительных решений. Решение является предпочтительным среди всех остальных решений, если его векторная оценка, недоминируемая по Парето [2]. На первом шаге выбираются предпочтительные решения из всего множества решений. Далее эти решения удаляются и процедура повторяется к оставшейся части. Таким образом, происходит разбиение решений на подмножества, где каждое подмножество состоит из предпочтительных решений, если не учитывать решения в предыдущих подмножествах. Вероятно, наиболее быстрый среди всех известных алгоритм опубликован в [3].

Было проведено сравнение методов по их способности решать различные известные тестовые задачи многокритериальной оптимизации [8].

1. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. 256 с.

2. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений. – М.: МАКС Пресс, 2008. 200 с.

3. Buzdalov M., Shalyto A. A Provably Asymptotically Fast Version of the Generalized Jensen Algorithm for Non-dominated Sorting, ed. T. Bartz-Beielstein [и др.], Springer International Publishing, 2014. P.528–537.

4. Deb K. [и др.]. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2002. № 2 (6). P. 182–197.

5. Deb K., Jain H. An Evolutionary Many-Objective Optimization Algorithm Using Reference-Point-Based Nondominated Sorting Approach, Part I: Solving Problems With Box Constraints // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2014. № 4 (18). P. 577–601.

6. Fortin F.-A., Grenier S., Parizeau M. Generalizing the improved run-time complexity algorithm for non-dominated sorting // Proc. of the 15th Annual Conf. on Genetic and Evolutionary Computation. 2013. P. 615–622.

7. Talbi E.G. Metaheuristics: From Design to Implementation / E.G. Talbi, Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2009.
8. Zitzler E., Deb K., Thiele L. Comparison of Multiobjective Evolutionary Algorithms: Empirical Results // Evolutionary Computation. 2000. № 2 (8). P. 173–195.

Перспективы совершенствования топливной политики авиакомпании

Куц К.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Сарайский Ю.Н.

СПбГУГА, Санкт-Петербург

pilotkuts@ya.ru

При планировании полёта в авиакомпании решаются задачи выбора траектории полёта в системе ОрВД и расчёта необходимого количества топлива. Метод определения потребного количества топлива на полёт, применяемый в авиакомпании на конкретном маршруте для данного ВС, принято называть топливной политикой авиакомпании (Fuel Policy). Она обусловлена различными эксплуатационными сценариями, на которые накладываются ограничения нормативных документов государства. Эксплуатационные сценарии связаны как с выбором запасных аэродромов, так и с расчётом запаса топлива на случай непредвиденных обстоятельств.

Суммарное количество топлива на полет в соответствии со стандартом Приложения 6 ИКАО включает в себя такие составляющие как топливо для руления, для полёта по маршруту (TF – Trip fuel), для полёта на запасной аэродром, топливо на случай непредвиденных обстоятельств (CF – Contingency fuel), а также финальный резерв топлива, дополнительный и дискреционный запасы.

На протяжении многих лет в ИКАО и Российской Федерации применялся исключительно директивный подход, жестко регламентирующий или ограничивающий составляющие топлива. Например, ИКАО установлено, что для стандартного сценария CF должен составлять 5% от TF, но не менее, чем на 5 минут полёта со скоростью полета в зоне ожидания на высоте 1500 ft над аэродромом пункта назначения при стандартных условиях. Такое значение используется как стандартное в таких системах планирования полётов, применяемых в российских авиакомпаниях, как SITA, Sabre, Jetplan.com.

Однако в Российской Федерации в соответствии с Федеральными авиационными правилами установлено значение CF, равное 3% от TF. ИКАО также допускает снижение количества топлива на случай непредвиденных обстоятельств до трех процентов, но рассматривает это уже как сценарий с сокращенным запасом топлива (RCF - Reduced CF), предполагающий выполнение дополнительных требований (выбор подходящего запасного аэродрома на маршруте и т.п.), которые в РФ (ФАП-128) не предусмотрены.

Подобные несоответствия являются следствием директивного подхода к планированию полётов. Государственный полномочный орган устанавливает минимальные официальные требования, которые должен соблюдать эксплуатант даже если они в каком-то случае противоречат требованиям обеспечения экономичности и безопасности полета.

Ситуация изменилась в 2016 г. Выход десятого издания Приложения 6 и документа Doc 9976 открыл перед авиакомпаниями возможности совершенствования своей топливной политики с помощью подхода, основанного на анализе эксплуатационных характеристик. Например, статистический запас топлива (SCF - Statistical CF) может рассчитываться эксплуатантом на основе статистического анализа характеристик расхода топлива конкретных ВС на определенных маршрутах. Пока возможность проводить такой статистический анализ имеют только эксплуатанты Европейского союза при условии, что CF будет обеспечивать полёт не менее чем на 20 минут полёта по маршруту.

ИКАО не ставит задачу полностью исключить директивный подход к топливной политике, поскольку он позволяет авиакомпаниям, не обладающим сложными системами и современными технологиями, безопасно и экономически эффективно выполнять полеты. Но Doc 9976 открывает богатые возможности, позволяющие сделать топливную политику

авиакомпаний более гибкой и эффективной. Для использования этих возможностей в Российской Федерации необходимо не только внести изменения в федеральные авиационные правила, но и провести исследования и разработать методики проведения статистического анализа характеристик расхода топлива конкретных ВС на определенных маршрутах. Выбор запасных аэродромов, а также определение составляющих количества топлива должны проводиться с учётом изменчивости метеоусловий на основе вероятностных моделей.

Организация автоматизированной рейтинговой формы контроля в электронных учебниках сдо МАИ class.net

Мещеряков Е.А.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Наумов А.В.

МАИ, Москва

tereks2009@yandex.ru

Современное состояние системы образования и уровень развития информационных технологий (ИТ) диктуют необходимость создания электронных учебно-методических комплексов по всем дисциплинам, изучаемым в вузах. Круг возможностей таких комплексов должен быть достаточно широким, начиная с решения задач тестирования знаний, обучения студента основам дисциплин, контроля уровня освоения им материала перед очным экзаменом, и заканчивая выполнением функций упорядоченного хранения всей методической информации, формирования экзаменационных, контрольных билетов, домашних заданий и т.д. Разработка таких комплексов сопряжена с решением двух основных задач: первая состоит в развитии методической базы, вторая – в разработке компьютерной оболочки. Первая из этих задач включает разработку или выбор методики отбора содержания учебных предметов, структурирование учебного материала, обоснованный выбор критериев оценки знаний и умений, описание сценариев использования методического комплекса, то есть, состоит в создании современного электронного учебника. Вторая задача относится непосредственно к сфере информационных технологий и включает использование математических методов обработки информации. Отличия электронного учебника от традиционного печатного издания кроются именно в информационных технологиях, которые со своим непрерывным развитием дают ему все большие возможности, особенно в случае сетевого использования.

Важнейшей отличительной чертой современного электронного учебника является наличие автоматизированной системы контроля знаний пользователя на основе постоянной статистической обработки данных о его работе с электронным учебником в системе дистанционного обучения. При этом организуется не только самоконтроль процесса обучения, но и обратная связь, контроль образовательного процесса каждого студента со стороны преподавателя.

Существует ряд подходов к формированию текущего рейтинга. Рейтинг может формироваться непосредственным суммированием оценок, полученных за исследуемый период, или вычисляться по формулам, включающим различные числовые данные, характеризующие процесс обучения, и весовые коэффициенты. Примером современной системы дистанционного обучения (СДО), в которой решена задача автоматизированного формирования текущего рейтинга пользователей, является СДО МАИ CLASS.NET [1].

В данной работе проводится сравнительный статистический анализ результатов вычисления текущего рейтинга пользователей указанной системы и рейтинга, формируемого с учетом показателей очной работы студентов в течение семестра. А также, в работе рассмотрены методики построения рейтинговых оценок студентов, обучающихся с помощью современных ИТ и электронных учебников [2]. Предложена формула расчета рейтинговой оценки с использованием как показателей работы студентов в электронном учебнике, так и очных контрольных мероприятий. Опыт работы преподавателей МАИ с

использованием электронных учебников СДО МАИ CLASS.NET подтверждает объективность получаемых рейтинговых оценок и эффективность их использования в течение семестра для мотивации студентов к изучению курса и в конце семестра для получения окончательной оценки за курс.

Список литературы:

1. СДО МАИ CLASS.NET [электронный ресурс] // URL <http://www.distance.mai.ru/> (дата обращения 1.10.2017).

2. Наумов А.В., Джигурат А.С., Иноземцев А.О. Система дистанционного обучения математическим дисциплинам CLASS.NET // Вестник компьютерных и информационных технологий. — 2014. — № 10. — С. 36-44.

Разработка численного алгоритма гашения колебаний продольно движущегося бумажного полотна

Неборонов М.М.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Муравей Л.А.

МАИ, Москва

neboronov@gmail.com

В настоящее время рассматриваемая задача является актуальной для производственных процессов, связанных с продольным движением плоских материалов. Для таких процессов крайне нежелательны возникающие поперечные колебания (возмущения). Возмущения описываются гиперболическим уравнением с начальными и краевыми условиями движущейся струны в продольном направлении. В качестве рассматриваемого плоского материала я взял бумажное полотно.

Таким образом, возникает задача гашения колебаний бумажного полотна за конечное время. Аналитическое решение данной задачи известно: решение представляет собой сведение задачи к тригонометрической проблеме моментов на произвольном временном отрезке. В случае указанного материала находится минимальный во всем классе допустимых возмущений временной отрезок, на котором образующая проблему моментов тригонометрическая система является базисом Рисса на этом отрезке, что позволяет, используя сопряженную ей систему, найти в виде ряда соответствующее минимальному времени гашения колебаний оптимальное управление и, таким образом, построить так называемый оптимальный демпфер. Для приближенного и численного решения задачи вводятся различные классы демпферов, позволяющие, в частности, установить необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С. Понтрягина или получить численные решения задачи, используя методы условий оптимизации и градиентного спуска.

Так как данная задача уже имеет аналитическое решение, моей целью стало решить ее численным методом, а также оптимизировать решение.

Для приближенного численного решения задачи мной был использован метод матричной прогонки, а для оптимизации решения – метод наискорейшего градиентного спуска, применяемый в 2-х областях на отрезке движения полотна и действующий на протяжении всего процесса колебания. Для численного решения и отображения результатов в виде графиков была использована среда MATLAB. Так как гиперболическое уравнение колебания продольно движущегося полотна задается в общем виде, мной были выбраны параметры, исходя из критерия сходимости методов решения.

Таким образом, мной было получено численное решение задачи за конечное время, а также визуальное представление гашения полотна и работы демпферов на конечном временном отрезке.

Оптимальное управление линейными стационарными системами автоматного типа в условиях параметрической неопределенности

Немыченков Г.И.

Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Бортаковский А.С.

МАИ, Москва

grigorian_05@list.ru

Дискретная система автоматного типа (САТ) описывается рекуррентными уравнениями и служит математической моделью устройств управления в форме автомата с памятью. На непрерывном промежутке времени функционирования САТ конечное число раз меняет свое состояние. В моменты переключений, когда происходят изменения состояния, траектория системы имеет скачки. Между переключениями система сохраняет свое состояние. В отличие от классических моделей дискретных систем, изменения состояний которых происходят в заданные (тактовые) моменты времени, переключения САТ могут быть в произвольные, заранее не заданные моменты времени [1]. Такая модель переключений используется при управлении многорежимными динамическими системами [2]. Поэтому САТ является одной из составляющих в динамических системах с автоматной частью, логико-динамических и гибридных системах. Качество управления одной траекторией системы оценивается функционалом, в котором учитываются затраты на переключения. Выбор количества переключений и тактовых моментов является одним из ресурсов управления и подлежит оптимизации. При этом не исключаются многократные переключения в фиксированный момент времени [1]. Таким образом, задача синтеза оптимальной САТ обобщает задачу управления дискретной управляемой системой.

В [3] была поставлена задача оптимального управления САТ в условиях параметрической неопределенности. Предполагается, что состояние САТ в каждый момент времени точно неизвестно, а известно множество возможных состояний, т.е. речь идет об управлении пучком траекторий [4,5]. Синтез управления САТ производится с целью минимизации среднего или максимального значений функционала качества управления изолированной траекторией. Другими словами, синтезируется либо оптимальное в среднем [4], либо оптимальное гарантирующее [5] управления пучком траекторий. Для управления пучками траекторий предлагается использовать программное управление, оптимальное для одной специальным образом выбранной траектории системы. Получаемое таким способом управление пучком является, вообще говоря, субоптимальным. Однако оно может оказаться удовлетворительным для практики.

В линейно-квадратичной задаче управления пучками траекторий САТ принцип разделения, вообще говоря, не выполняется. В [3] приводятся примеры, в которых оптимальное в среднем управление не совпадает с оптимальным управлением для траектории, исходящей из геометрического центра тяжести множества возможных начальных состояний, а оптимальное гарантирующее управление не является оптимальным ни для одной траектории системы. Причина этого заключается в том, что функция цены в линейно-квадратичной задаче управления нестационарными САТ не является квадратичной. В [6] показано, что для линейно-квадратичной задачи управления стационарными САТ функция цены кусочно-квадратичная. Это обстоятельство позволяет доказать справедливость принципа разделения (с некоторой модификацией).

В работе предложены достаточные условия субоптимальности управления пучком траекторий стационарных САТ. Разработаны алгоритмы синтеза субоптимального управления. Доказано, что в линейно-квадратичных стационарных задачах выполняется так называемый модифицированный принцип разделения. Приведены академические примеры оптимального в среднем и минимаксного управлений пучками траекторий САТ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-08-00128-а.

Литература

1. Бортаковский А.С. Оптимизация переключающих систем. М.: Изд-во МАИ, 2016.

2. Васильев С.Н., Маликов А.И. О некоторых результатах по устойчивости переключаемых и гибридных систем. Актуальные проблемы механики сплошной среды. К 20-летию ИММ КазНЦ РАН. Казань: Фолиант, 2011. Т.1. С. 23-81.
3. Бортакровский А.С. Оптимальное и субоптимальное управления пучками траекторий детерминированных систем автоматного типа // Изв. РАН. ТиСУ. 2016. № 1. С.5-26.
4. Овсянников Д.А. Математические методы управления пучками. Л.: Изд-во ЛГУ, 1980.
5. Куржанский А.Б. Управление и наблюдение в условиях неопределенности. М.: Наука, 1977.
6. Бортакровский А.С., Немыченков Г.И. Субоптимальное управление пучками траекторий детерминированных стационарных систем автоматного типа // Изв. РАН. ТиСУ. 2017. № 6. С. 20-34.

Задача оптимального управления продольно движущимися упругими и неупругими полотнами

Парамонов А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф-м.н. Петров В.М.

МАИ, Москва

paravoz.z@yandex.ru

В докладе рассматривается задача оптимального управления продольно движущимися упругими и неупругими полотнами. Подобные задачи могут возникать, при изготовлении бумаги, листового железа и других материалов. В связи с этим, будем рассматривать задачу на примере листового железа и бумаги.

Хорошо известно, что при производстве на больших скоростях проката возникает неустойчивость, которая приводит к отклонению полотна от горизонтального положения (замятию), что, в свою очередь, ведет к срыву производственного процесса. С помощью различных управлений, которые представляют собой точечный или интервальный вертикальный обдув ленты конвейера, необходимо уменьшить отклонение полотна, приведя его, таким образом, в горизонтальное положение.

Цель работы заключается в нахождении оптимального управления описанным процессом, т.е. необходимо найти такое управление обдувом, которое позволит привести полотно в горизонтальное положение или максимально уменьшить его замятие. Следует отметить, что в случае упругого полотна, необходимо учитывать не только ускорение Кориолиса, но и силы упругости.

Итак, необходимо найти такую функцию, описывающую движение полотна между двух валиков (роликов), удовлетворяющую поставленной краевой задаче, а также управление обдувом такое, чтобы энергия, связанная с отклонением пластины от горизонтали к определенному моменту времени, принимал бы минимальное значение. Данная энергия представляет собой сумму кинетической и потенциальной энергий полотна.

Для данной задачи при помощи игольчатого варьирования установлен принцип максимума Понтрягина. Также был выведен закон сохранения энергии в интегральной и дифференциальной формах, и найдено минимальное время, за которое возможно максимально уменьшить энергию отклонения полотна, при использовании управления, состоящего из двух точек или интервалов обдува. При этом каждая из частей управления может работать только в одном направлении (только на вдув или только на выдув) и только на максимум, или не работать вовсе.

Для подтверждения теоретических выкладок и численного эксперимента был разработан комплекс скриптов на языке MATLAB, позволяющий визуально моделировать процесс проката полотна к определенному моменту времени, оптимизировать его производство (т.е. выстраивать оптимальное управление обдувом), и понятным человеку образом отображать вид построенного оптимального управления. В настоящее время данный комплекс проходит тестирование на кафедре «Компьютерная математика» МАИ.

Оптимизация целевой орбиты и траектории выведения КА с учетом сброса ступеней в атмосферу

Проскуряков А.И.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Григорьев И.С.

Филиал МГУ им. М.В.Ломоносова в г. Баку, Сумгаит, Азербайджан
ap_91@mail.ru

Космический мусор является одной из актуальных проблем современности. Под космическим мусором понимаются неисправные, нефункционирующие объекты искусственного происхождения, которые больше не могут служить никаким полезным целям. В настоящее время, разрабатываются различные проекты по очистке околоземного пространства (например, захват с помощью сети, использование космического буксира, ионного пучка), однако экономически-приемлемых пока не существует. В работе рассматривается идея сокращения замусоренности околоземного пространства за счет сброса отработанных ступеней в атмосферу Земли.

Рассматривается задача апсидального импульсного выведения космического аппарата (КА) с опорной круговой орбиты искусственного спутника Земли на целевую эллиптическую. Дальнейшее довыведения спутника осуществляется за счет его собственных двигателей. Предполагается, что характеристическая скорость маневра перехода с целевой орбиты на геостационарную ограничена заданной величиной. После выполнения серии маневров в баках остается столько топлива, сколько необходимо для перевода ступени на орбиту, касающуюся границы атмосферы. В задаче максимизируется полезная масса — масса спутника на целевой орбите. Неизвестные кеплеровские элементы орбит находятся в процессе решения оптимизационной задачи. Две отработанные ступени КА дополнительными импульсными воздействиями (за счет оставшегося в баках топлива) переводятся на орбиты, касающиеся условной границы атмосферы.

Задача решается численно. Строятся гомановские и биэллиптические траектории перелета КА. Проводится параметрический анализ полученных результатов.

Проблематика использования метода парных сравнений для решения задач принятия решений

Ридли А.Н.

Научный руководитель — к.т.н. Скородумов С.В.

МАИ, Москва

sunridl@gmail.com

В настоящее время невозможно себе представить деятельность, в которой не требуется решать задачи принятия решений (ЗПР), к которым наиболее часто относится задача оптимального выбора. Данная задача заключается в правильном ранжировании представляемых альтернатив и выбора наиболее оптимальных из них. Существует множество различных методов принятия решений, целым направлением которых являются методы парных сравнений (МПС). Данные методы стали популярными по причине их более простой применимости среди методов экспертного оценивания, так как лицу, принимающему решение (ЛПР) требуется осуществлять относительные сравнения между оцениваемыми объектами, т. е. не требуется выставлять абсолютные веса альтернатив (ранги, баллы), что в некоторых ситуациях не только довольно сложно, но и не приводит к результату, к примеру, если две и более альтернативы получают сравнительно близкие оценки, а между ними требуется произвести выбор[1].

Наиболее популярным и широко используемым методом на основе МПС для решения ЗПР является процедура принятия решения, разработанная в начале 1970 года американским учёным Томасом Саати, которую он назвал методом анализа иерархий (МАИИ). Данный метод активно применяется в различных сферах деятельности, таких как социальная,

политическая, сфера образования, производства, инженерии, в государственном секторе и так далее[2].

При постановке задачи в ЗПР, решаемых при помощи МАНИ, выделяется некоторый набор оцениваемых объектов, которые сравниваются по некоторым заранее определённым критериям. Каждый объект, сравнивается с каждым по каждому из критериев, и все критерии также сравниваются между собой по шкале Саати. Таким образом, осуществление принятия решений производится в несколько этапов. В результате по каждому критерию формируются МПС объектов, а также МПС рассматриваемых критериев сравнения. После чего для каждой МПС осуществляется вычисление вектора весов альтернатив, на основе которых получаются конечные относительные веса сравниваемых объектов[3].

Несмотря на популярность данного метода, он обладает множеством ограничений. Довольно большую сложность представляют задачи, в которых имеется большое количество сравниваемых объектов, так как количество сравнений для каждой МПС возрастает квадратично. В связи с этим растёт противоречивость оценок альтернатив, а также вероятны ошибки технического характера (пропуск сравнения в опроснике, неправильный перенос значения из опросника). С увеличением размерности МПС, также, увеличивается вычислительная сложность метода за счёт сложности нахождения собственных значений МПС большой размерности.

Однако МАНИ можно модифицировать, изменив формат представления оценок в виде нагруженного ориентированного графа: каждая альтернатива будет вершиной графа, каждое ребро из одной вершины во вторую будет обозначать степень превосходства первой альтернативы над второй. Таким образом, если данный граф связный, можно убирать те ребра, которые вносят наибольшую противоречивость до тех пор, пока не останется остовное дерево, из которого очевидны относительные веса каждой из альтернатив[4].

Данная модификация позволяет получать веса альтернатив из МПС, обладающих большей противоречивостью, нежели допустима классическим МАНИ, позволяет работать с неполными МПС (МНПС), снизить алгоритмическую сложность вычисления весов альтернатив из МПС, что несомненно даёт возможность использования методик парных сравнений альтернатив при решении более широкого класса ЗПР.

1. Метод парных сравнений : с приложением к русскому переводу / Г. Дэвид. – Москва : Статистика, 1978. – 144 с. : с ил.

2. Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process – Decision Making for Strategic Decisions / book edited by Fabio De Felice, Thomas L. Saaty and Antonella Petrillo – InTECH, 2016.

3. Thomas L. Saaty Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008, 83-98.

4. Бочков А.В., Жигирев Н.Н., Ридли А.Н. МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ПРИОРИТЕТОВ АЛЬТЕРНАТИВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЛИ НЕПОЛНОТЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК. Надежность. 2017;17(3):41-48.

Автономное оценивание траектории спускаемого аппарата непрерывными и непрерывно-дискретными нелинейными фильтрами

Рик А.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Руденко Е.А.

МАИ, Москва

alexandra.rick@yandex.ru

Рассматривается применение известных и новых нелинейных фильтров к решению задачи навигации космического аппарата, совершающего аэродинамическое торможение в атмосфере Марса. Неопределенность скорости, высоты и угла наклона траектории аппарата, вызванная начальными ошибками входа в атмосферу, препятствует удачному завершению процесса спуска. Для их оперативной оценки производятся непрерывные или дискретные

измерения проекций вектора перегрузки аппарата на оси инерциальной системы координат, заранее ориентированной по местной вертикали. Требуется путем обработки измерений на борту получать в реальном времени как можно более точные оценки параметров траектории.

Для решения этой задачи используются известные уравнения непрерывных и непрерывно-дискретных субоптимальных нелинейных фильтров. Приводятся алгоритмы построения квазилинейных фильтров Калмана и Калмана–Бьюси [1], а также подобных линеаризованных приближений к различным типам фильтров оптимальной структуры [2, 3].

Решение описанной задачи производится в специально реализованном пакете прикладных программ статистического моделирования ряда непрерывных и непрерывно-дискретных фильтров методом Монте-Карло. Демонстрируются возможности созданного пакета на примере абсолютно оптимального фильтра, а также фильтра оптимальной структуры с непрерывным, постоянным и дискретными прогнозами. Приводятся результаты сравнения точности и трудоёмкости оценивания ими как трёхмерной траектории спускаемого аппарата, так и более простых объектов, например, двумерного осциллятора Ван-дер-Поля. Анализируется влияние на точность оценивания частоты дискретных измерений, увеличение которой приводит к сходимости непрерывно-дискретных оценок к ранее полученным непрерывным оценкам [4].

Список литературы

1. Синицын И.Н. Фильтры Калмана и Пугачёва. М.: Логос, 2007.
2. Руденко Е.А. Оптимальная структура непрерывного нелинейного фильтра Пугачёва пониженного порядка // Изв. РАН. ТиСУ. 2013. № 6. С. 25-51.
3. Руденко Е.А. Оптимальный непрерывно-дискретный нелинейный фильтр с конечной памятью и дискретными прогнозами // Изв. РАН. ТиСУ. 2016. № 6. С. 38-52.
4. Рик А.А., Руденко Е.А. Субоптимальное оценивание траектории спускаемого аппарата по непрерывным измерениям его перегрузки // Тез. 15-й Межд. конф. «Авиация и космонавтика – 2016», М.: МАИ, 2016. С. 563-565.

Формирование нечеткой системы управления ЛА

Руснак В.И.

Научный руководитель — доцент, к.э.н. Лунева С.Ю.

МАИ, Москва

rusnak.vladislava.nn@yandex.ru

В настоящее время активно ведутся разработки по проектированию нечетких систем управления на основе нечетких регуляторов (НР), как беспилотными, так и пилотируемыми летательными аппаратами (ЛА). НР просты в разработке, универсальны в применении и обладают существенной устойчивостью к изменению параметров системы и объекта управления.

Предлагаемая работа посвящена численному моделированию нечеткой системы управления продольным движением самолета, в которой рассматривается стабилизация полета на заданной высоте. НР в свою очередь осуществляет стабилизацию скорости полета и высоты по требуемым заданным величинам.

При численном моделировании системы в качестве параметров ЛА использовались характеристики тактического истребителя F-15. Моделирование проведено в системе Matlab с использованием инструментов пакетов расширения Aerospace Blockset и Fuzzy Logic Toolbox.

Для решения задачи были определены входные и выходные лингвистические переменные, а также набор продукционных «ЕСЛИ...ТО...» правил. НР в этом процессе осуществляет стабилизацию высоты и скорости полета по требуемым заданным величинам, а именно по углу отклонения руля высоты (от -1 до 1) и по величине тяги двигателя (от 0 до 1). Для оценки качеств НР проводится ряд численных экспериментов с различными значениями входных параметров (ошибки по высоте, ошибки по скорости (заданную в числах Маха), угла наклона траектории ЛА).

В работе моделируется и изучается горизонтальный полет при ступенчатом изменении высоты. Также исследуются погрешности, вызванные изменениями инерционных характеристик самолета и силой тяги двигателей. К каждому из смоделированных процессов строятся графики, наглядно показывающие установившиеся правила при заданных параметрах, зависимости, связанные с их изменением, а также влияние отклонений.

Результаты исследования показывают, что нечеткие системы являются высокоэффективными, так как успешно сочетают в себе простоту синтеза и высокие характеристики с устойчивостью к вариативности параметров объекта управления. Данный результат демонстрирует большую перспективность нечетких систем при решении задач управления в общем, и управления ЛА, в частности.

Литература.

1. В.А. Апостолок, О.П. Басанец, Е.И. Кривенко. Исследование нечеткой системы управления продольным движением самолета. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт» - г. Киев, Украина, 2007.

Система по автоматизации анализа состояния атмосферного воздуха в городе

Сапухина М.В., Коваленко И.С.

Научный руководитель — к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

sapuxina@inbox.ru

В настоящее время большинство городов России имеют развитую инфраструктуру, с каждым годом возрастает количество предприятий, аэропортов, автомобильных дорог и т.д. В связи с этим современное общество обеспокоено экологическим состоянием своего города. Анализ показателей вредных веществ в атмосфере позволит выявить проблемные участки, а также места опасные для проживания. Для решения этой проблемы предлагается система анализа состояния атмосферы, она состоит из нескольких частей.

Основной частью системы является мобильные измерительные станции, которые необходимо устанавливать в различных частях города, во дворах жилых домов, возле автомобильных дорог, заводов и других городских объектах. Каждая из станций оборудована набором датчиков, для измерения содержания вредных веществ в воздухе, например, такие как пыль, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, фенол, аммиак, хлорид водорода, формальдегид, бензол, толуол и т.д. Каждая из станций собирает информацию и ежедневно передает ее на сервер системы для дальнейшего анализа.

Анализ переданных данных включает в себя выявление наиболее загрязненных районов города, а также предупреждение о превышении тех или иных показателей согласно предельно допустимой концентрации (ПДК). Все собранные данные хранятся на сервере для сравнения показателей датчиков и проведения более глубокого анализа.

Интерфейс пользователя представляет собой Web-версию для возможности общественного контроля и локальное приложение для городских служб. Все данные с мобильных измерительных станций спроецированы на карту города, местоположение каждой станции определяется благодаря GPS и ГЛОНАСС модулям. Так же предусмотрен интерфейс для получения необходимой информации по различным критериям заданным пользователем. Система разработана на языке программирования Python 3.0.

Благодаря контролю состояния атмосферного воздуха в городах, можно добиться успешного развития инфраструктуры и безопасного проживания, а также ответственно подходить к выбору места для построения жилых домов и досуговых центров. Использование предложенной системы поможет городским службам избежать экологической катастрофы и контролировать изменение различных параметров в атмосфере.

Оптимальные стратегии улучшения безопасности на железнодорожных переездах

Селютин С.Е.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Игнатов А.Н.

МАИ, Москва

redman111@mail.ru

Согласно [1] доля железнодорожных перевозок в суммарном грузообороте в 2016 году составила порядка 45 %. При железнодорожных перевозках возможны: сход вагонов с рельс, столкновения между поездами, столкновения между поездом и автотранспортом на железнодорожном переезде - которые приводят к возможной утрате груза. При этом почти каждое столкновение на железнодорожном переезде приводит к гибели или тяжёлому увечью людей. В связи с этим в первую очередь следует обратить внимание на повышение безопасности на железнодорожных переездах.

Задача по улучшению безопасности движения на железнодорожных переездах исследовалась в [2-4]. В этих работах стратегией управления являлась установка/модификация систем защиты, предотвращающих несанкционированный проезд автотранспортом железнодорожных переездов. В [2] была поставлена задача по улучшению безопасности движения в общем виде, в [3] была рассмотрена задача по минимизации среднего количества транспортных происшествий на железнодорожных переездах, в [4] задача по улучшению безопасности была решена на основе вероятностного и квантильного критериев. Однако, для получения полной палитры управленческих решений стратегий, найденных в [3-4], недостаточно. Поэтому актуальным является нахождение стратегий по улучшению безопасности движения на железнодорожных переездах при помощи различных функций полезности, что и является целью настоящей работы.

В работе рассматриваются: экспоненциальная, квадратичная, логарифмическая функции полезности. Набор предустановленных на переездах систем защиты от несанкционированного проезда предполагается заданным и является начальным состоянием системы, а стратегия установки (модификации) некой системы защиты является стратегией управления. Задача с экспоненциальной функцией полезности сводится к задаче целочисленного линейного программирования, задачи с логарифмической и квадратичной функцией полезности сводятся к задачам целочисленного квадратичного программирования. Приводится пример использования полученных соотношений.

Список литературы:

1. Бутов А.М. Рынок перевозок грузов железнодорожным транспортом // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, Центр развития, 2016.
2. Railroad-Highway Grade Crossing Handbook - Revised Second Edition August 2007.
3. Игнатов А.Н., Селютин С.Е. Минимизация среднего количества транспортных происшествий на железнодорожных переездах, вызванных несанкционированным проездом через переезды автотранспорта // 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика - 2017» 20-24 ноября 2017 года. Москва. Тезисы. С. 192.
4. Кибзун А.И., Игнатов А.Н. О задаче распределения инвестиций в установку средств, предотвращающих несанкционированный проезд автотранспортом железнодорожных переездов, для различных статистических критериев // Надежность. 2018. №2. (принята к публикации).

Применение обучения с подкреплением в задачах управления динамическими системами

Стрельников А.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Тюменцев Ю.В.

МАИ, Москва

alexstr22@gmail.com

Одна из наиболее серьезных проблем авиационной техники в настоящее время – это создание роботизированных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), обладающих высокой степенью автономности («самостоятельности») при решении ими различных целевых задач в разнообразных условиях. Решение этой проблемы существенно осложняется тем, что соответствующие модели и алгоритмы приходится формировать при наличии многочисленных и разнородных неопределенностей, таких, в частности, как неполное и неточное знание характеристик и свойств моделируемого объекта (управляемой динамической системы), а также условий, в которых данный объект будет действовать.

Один из многообещающих подходов к проектированию роботизированных систем, включая БПЛА, основан на привлечении методов и средств искусственного интеллекта (ИИ), активно развиваемых и внедряемых в практику в настоящее время.

Современные исследования и разработки в области ИИ основаны, в первую очередь, на методах машинного обучения, в частности, на методах нейросетевого обучения. Применительно к высокоавтономным БПЛА перспективным представляется использование обучения с подкреплением [1] в его современной трактовке, которая предполагает привлечение идей глубокого обучения [2].

Методы данной области ИИ фокусируются на обучении системы-агента в заданной внешней среде для получения определенного результата. Таким образом, задача обучения с подкреплением предполагает наличие некоего агента, способного каким-либо образом воздействовать на среду и получать информацию о её состоянии. Целью обучения с подкреплением является обучение агента способу максимизировать значение получаемой им награды, которая выдается агенту по совершении определенных действий, приводящих в итоге к достижению заданной цели управления.

Одной из проблем обучения с подкреплением является поиск оптимальной стратегии в условиях очень большого числа возможных состояний системы. Существующие алгоритмы не всегда позволяют найти оптимальную стратегию или требуют для ее нахождения недопустимо большого промежутка времени. Это обстоятельство вызывает необходимость дальнейшего развития и совершенствования методов обучения с подкреплением с учетом специфики задачи управления БПЛА. В соответствии с этим, основной целью данной работы является сравнительный анализ существующих разновидностей метода обучения с подкреплением с точки зрения возможности их использования для решения проблемы управления БПЛА при наличии факторов неопределенности в свойствах этого аппарата и в среде. Сопоставление соответствующих алгоритмов осуществляется с использованием известной тестовой задачи CartPole из пакета Open AI Gym, ориентированного на поддержку процессов разработки и сравнительного анализа алгоритмов обучения с подкреплением. В данной задаче цель состоит в поддержании вертикального положения обратного маятника на передвижной тележке, т.е. речь идет об управлении существенно неустойчивой динамической системой. Пространство состояний состоит из 4 вещественных переменных, описывающих положение тележки и маятника. Управление предоставляет собой действие, позволяющее толкнуть тележку направо или налево с различной интенсивностью. Приводятся данные серии вычислительных экспериментов, позволяющих судить об эффективности обучения с подкреплением при решении задачи управления динамической системой в условиях неопределенности.

Список литературы

1. Саттон , Барто . Обучение с подкреплением: Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 402 с.
2. Arulkumaran K., Deisenroth M.P., Brundage M., Bharath A.A. A brief survey of deep reinforcement learning //arXiv preprint, arXiv:1708.05866. – 2017. – 16 pp.

Разработка пакета программ для выполнения элементарных алгоритмов спектрального метода по системе сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$

Тимонин Д.С.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Рыбин В.В.

МАИ, Москва

d292959@gmail.com

В наше время является актуальной задачей проектирование современных систем автоматического управления, таких как система управления мягкой посадкой космических аппаратов на различные планеты солнечной системы, системы управления летательными аппаратами. Исследовать такие системы управления помогают разного рода пакеты расширения для систем компьютерной математики. В настоящее время для анализа и синтеза систем управления применяется спектральный метод, алгоритмы которого реализованы в виде пакетов расширения различных систем компьютерной математики MLSY_SM, Spekr_SM+Simuling+Matlab, Spekr_SM+VisSim+Mathcad. Эти программные комплексы не содержат пакеты программ, где в качестве базиса используется система сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$. Целью данной работы является разработка элементарных алгоритмов спектрального метода по системе сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$ для пакета расширения MLSY_SM_UP+Mathcad. На первом этапе для пакета расширения MLSY_SM_UP+Mathcad были реализованы и добавлены программные модули, содержащие реализацию самой атомарной функции $up(x)$ и систему сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$. На втором этапе был разработан пакет расширений MLSY_SM_UP+Mathcad, содержащий элементарные алгоритмы спектрального метода. На третьем этапе разработанный пакет расширения MLSY_SM_UP+Mathcad применен для решения различных примеров. В итоге разработана атомарная функции $up(x)$. Сформирована система сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$. А результатом выполненной работы является вывод элементарных алгоритмов спектрального метода по системе сжатий и сдвигов атомарной функции $up(x)$. Работа разработанного пакета программ демонстрируется на модельных примерах.

Оптимальное управление движением волчка с жидким наполнением.

(терминальный функционал)

Цыганов А.А., Кривенков В.С.

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

МАИ, Москва

antontsyganov@mail.ru

В данной работе рассмотрено движение вращающихся объектов с полостями, содержащими жидкость. В настоящее время проблемы изучения динамики и нахождения оптимального управления над вращением динамических систем, представляющих из себя тело, содержащее в себе жидкость, и численный анализ вихревых потоков в полостях вращающихся систем находятся среди самых востребованных областей математического моделирования.

Задача рассматривается в линейной формулировке. В таком случае возможно разделить задачу динамики жидконаполненного гироскопа на две независимые части, которые могут быть решены отдельно.

Гидродинамическая часть задачи уменьшается до решения некоторых стационарных краевых задач, в зависимости от геометрии полости.

Динамическая часть задачи уменьшается до решения уравнений движения твердого тела. Такое разделение упрощает начальную задачу и позволяет получить уравнения для описания движения тела с жидкостью при малых возмущениях.

Полученные уравнения представляются в равнозначной форме в виде интегрального отношения, соединяющего компоненты угловой скорости, направленные перпендикулярно к оси основного вращения, и моменты, вносящие возмущение. Это однородное уравнение Вольтерра первого рода с ядром, которое зависит только от геометрии полости, это позволяет поставить ряд задач оптимального управления над динамическими системами с жидкостью.

С помощью формализма Гамильтона-Понтрягина решается проблема оптимального управления с терминальным функционалом и квадратичной штрафной функцией, при этом считается, что ограничение на управляющие моменты отсутствует.

Литература

1. Anatoly A. Gurchenkov, Mikhail V. Nosov, & Vladimir I. Tsurkov. Control of Fluid-Containing Rotating Rigid Bodies. CRS Press/Balkema. 2013, 146 p. Taylor & Francis Group, London, UK.
2. Гурченков А.А. Динамика завихренной жидкости в полости вращающегося тела. М.: Физмат лит, Россия. 2010. 221 с.
3. Гурченков А.А. Устойчивость и управление динамическими системами с жидким наполнением. М.: Физмат лит, Россия. 2017. 400 с.

Об одной нелинейной задаче преследования с неполной информацией

Щелчков К.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Петров Н.Н.

УдмГУ, Ижевск

incognitobox@mail.ru

В конечномерном евклидовом пространстве рассматривается дифференциальная игра двух лиц, одним из которых является активный игрок, называемый преследователем, а в качестве второго игрока выступает помеха. Игра описывается нелинейной стационарной системой дифференциальных уравнений, правая часть которой представляет собой сумму двух нелинейных функций, каждая из которых зависит от фазовой переменной и управления соответствующего игрока. Множеством значений управления преследователя является дискретное множество. Множество значений управления помехи — компакт. Целью преследователя является приведение траектории системы в любую наперед заданную окрестность нуля за конечное время. Преследователь использует кусочно-постоянную стратегию. При этом, для построения управлений, он использует информацию о фазовых координатах в точках разбиения временного интервала игры. Получены достаточные условия на параметры игры для существования окрестности нуля, из которой происходит поимка. Кроме того, доказано, что, независимо от действий помехи, время, необходимое преследователю для перевода системы в ноль, стремится к нулю с приближением начального положения к нулю.

Для решения поставленной задачи использовался подход, предложенный Н.Н. Петровым [1,2] для изучения свойства управляемости нелинейных управляемых систем с дискретным управлением, где были получены условия, гарантирующие N локальную управляемость системы.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-38-50118-мол_нр.

Литература.

1. Петров Н.Н., Об управляемости автономных систем // Дифференц. уравнения, 1968, том 4, номер 4, 606–617.
2. Петров Н.Н., Локальная управляемость автономных систем // Дифференц. уравнения. 1968. Т. 4. № 7. С. 1218-1232.

Секция №7.2 Компьютерное моделирование и численный эксперимент

Моделирование процесса конденсации газа в соплах аэродинамических и технологических установок

Назаров В.С.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Иванов И.Э.

МАИ, Москва

naz.vladislav@yandex.ru

Явление конденсации часто встречается в повседневной жизни и в технических наукоёмких задачах. Конденсация влаги используется для опреснения воды, для напыления покрытий каплями металла, для шлифовки поверхностей материалов кластерами инертных газов. Конденсат образуется при полете самолетов и ракет из-за образования областей разрежения при обтекании газом летательных аппаратов и в струях, истекающих из реактивных двигателей в атмосферу с низкой температурой на большой высоте.

Процесс конденсации условно можно разделить на 2 стадии: 1 – процесс нуклеации (образования зародышей), 2 – процесс роста капель, - которые обусловлены превышением давления паров в среде над давлением насыщенных паров над поверхностью капли конденсата.

Процесс нуклеации (образования ядер конденсации) происходит не равновесно, из-за наличия метастабильного состояния газа при гомогенной конденсации. Это можно объяснить тем, что в газе нет центров образования ядер конденсации. В данной работе рассматривается конденсация в малых- и микро-соплах. Комплексная модель, описывающая конденсацию в двумерном осесимметричном течении многокомпонентной вязкой газокапельной среды, состоит из системы Моментных уравнений (система Хила) и с системой уравнений Навье-Стокса. Обе численных модели: конденсации и газовой динамики решаются с помощью модифицированной схемы С.К. Годунова повышенного порядка точности по пространственным координатам.

В сопле присутствует рассматривается смет: несущего газа, водяного пара и капель воды. При истечении газа в сопле образуется конденсат. Обнаружить образование капель можно по изменению давления в газокапельной смеси: давление несущего газа со сконденсированными каплями воды больше. Сравнение с экспериментами демонстрирует высокую степень правдоподобности модели для описания процесса конденсации газа в сопле.

Об эволюции вынужденных колебаний резонатора волнового твердотельного гироскопа при учете нелинейности системы возбуждения

Попов И.А., Дворникова А.А., Лукин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Скубов Д.Ю.

СПбПУ, Санкт-Петербург

popov_ia@spbstu.ru

Введение. Объектом настоящего исследования является волновой твердотельный гироскоп (ВТГ), физический принцип, положенный в основу его работы, заключается в эффекте прецессии упругих волн в телах с осевой симметрией (эффект Брайана 1890г [1]). Увлекаемые силами Кориолиса, упругие волны приходят в движение относительно материальных точек среды, и по оценке относительного смещения пучностей и узлов волны появляется возможность определять ориентацию тела. Гироскопы, построенные на этом принципе, обладают рядом преимуществ: простота конструкции, высокая потенциальная точность, практически неограниченный технический ресурс, небольшие габаритные размеры

и энергопотребление [2]. Вопросы о принципах построения гироскопа на эффекте Брайана и качественный анализ его работы были произведены в [3]. Анализ собственных (свободных движений), а также задача о вынужденных колебаниях резонатора ВТГ подробно рассмотрена в [4]. В настоящий момент представляют интерес работы по увеличению точности прибора и уточнению параметров рабочих режимов [5 6].

В работе [5] авторами рассматривается вопрос о повышении качества работы ВТГ с полусферическими, цилиндрическими и кольцевыми резонаторами за счет подавления влияния естественных нелинейностей посредством модификации закона управления напряжением на электродах возбуждения.

Постановка задачи о вынужденных колебаниях. Следуя [5] рассмотрим динамику цилиндрического резонатора с 16 электродами возбуждения, осуществим дискретизацию уравнений, сохранив в рассмотрении только вторую форму собственных колебаний. Получим нелинейную динамическую систему

$$m\ddot{f} + \gamma\dot{f} - v\dot{g} + cf = \varepsilon[2f + 3(f^2 + g^2)f + (1 + 3f^2)u_1],$$

$$m\ddot{g} + \gamma\dot{g} + v\dot{f} + cg = \varepsilon[2g + 3(f^2 + g^2)g + (1 + 3g^2)u_2],$$

где f, g – модальные координаты второй собственной формы, m – приведенная масса, γ – коэффициент диссипации, v – параметр характеризующий угловое движение, c – приведенная жесткость, u_1, u_2 – периодическая составляющая в системе возбуждения. При этом принимаются следующие правила управления потенциала электродов по номерам:

$$U_1 = U_9 = U_0(1 + u_1), \quad U_3 = U_{11} = U_0(1 + u_2),$$

$$U_5 = U_{13} = U_0(1 - u_1), \quad U_7 = U_{15} = U_0(1 - u_2),$$

$$U_i = U_0, \quad i = 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$$

Важной особенностью данной постановки является явный учет нелинейности системы и внешнего возбуждения, что привело к появлению в правых частях уравнений слагаемых, характеризующих параметрическое возбуждение. В настоящей работе для гармонических зависимостей u_1, u_2 произведен асимптотический анализ системы методом многих масштабов и методом осреднения. Получена система для определения в первом приближении амплитуды и фазы установившихся колебаний. Построена численными методами теории продолжения [7] амплитудно-частотная характеристика.

Конечно-элементное исследование вынужденных колебаний резонатора. Произведено прямое конечно-элементное моделирование динамики резонатора, решалась связанная электромеханическая задача. Резонатор моделировался элементами оболочечного типа, воздействие электродов подвеса посредством элементов преобразователей, питающее напряжение подавалось с элементов электрической цепи [8]. Конечно-элементная модель представлена на Рис.1.

Заключение. В ходе работы освещены принципы реализации ВТГ и получены характеристики вынужденных колебаний. Проведено сравнение с результатами прямого конечно-элементного моделирования режима работы при медленном угловом движении, проведено сравнение с результатами работы [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Bryan G.H. «On the Beats in the Vibrations of a Revolving Cylinder or Bell». – Proc. Camb. Phil. Soc. Math. Phys. Sci. 1890. Vol. 7 p.101-111
2. В.Г. Пешехонов Современное состояние и перспективы развития гироскопических систем. – журнал «Гироскопия и навигация», 2011, №1, с. 3-16.
3. В.Ф. Журавлёв, Д.М. Климов Волновой твердотельный гироскоп. – Москва: Наука, 1985. – 125 с.
4. И.В. Меркурьев, В.В. Подалков Динамика микромеханического и волнового твердотельного гироскопов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 228 с.
5. Д.А. Маслов, И.В. Меркурьев Линеаризация колебаний резонатора волнового твердотельного гироскопа и сил электрических датчиков управления. – журнал «Нелинейная динамика» 2017, Т. 13. №3 С. 413-421.

6.Д.А. Маслов, И.В. Меркурьев Компенсация погрешностей и учет нелинейности колебаний вибрационного кольцевого микрогирискапа в режиме датчика угловой скорости. – журнал «Нелинейная динамика» 2017, Т. 13. №2 С. 227-241.

7.W. Govaerts, Yu. A. Kuznetsov, H.G.E. Meijer, B. Al-Hdaibat, V. De Witte, A. Dhooge, W.Mestrom, N. Neiryneck, A.M. Riet, B. Sautois MATCONT: Continuation toolbox for ODEs in Matlab. 2018

8.ANSYS INC ANSYS Coupled Field Analysis Guide v18, 2017

Построение спектра в интегрируемых квантовых задачах

Аверина К.А., Щеглова Е.О.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Кулагин Н.Е.

МАИ, Москва

averina10091996@gmail.com

В качестве модели для описания магнитных явлений в ферромагнетиках широко используется система уравнений Ландау-Лифшица[1]. Эта система в случае стационарных пространственно-одномерных состояний имеет простую механическую интерпретацию. Действительно, если единственную пространственную переменную будем интерпретировать как время, то в терминах механики уравнения Ландау-Лифшица описывают движение материальной частицы по поверхности единичной сферы в потенциальном поле сил, т.е. является гамильтоновой системой с двумя степенями свободы.

В работах [2]-[3] при изучении уравнений Ландау-Лифшица было выявлено многопараметрическое семейство так называемых интегрируемых потенциалов: систем уравнений Ландау-Лифшица, которые наряду с интегралом энергии (гамильтонианом) обладают одним дополнительным интегралом, т.е. являющихся интегрируемыми.

При этом соответствующая квантовая задача допускает разделение переменных. Эта квантовая задача имеет различные физические применения, например так называемая σ - модель в теории магнетизма или в задаче о квантовом ротаторе и различных других задачах.

В работе с использованием компьютерного моделирования получены следующие результаты:

1.Двумерная квантовая задача сведена к системе одномерных параметрических задач на собственные значения[4].

2.Выделены классы симметрических решений.

3.Для каждого класса найдем последовательность собственных функций и собственных чисел, занумерованных индексами.

Литература.

1. Ландау. Л.Д., Лифшиц Е.М. К теории дисперсии магнитной проницаемости ферромагнитных тел. Phys.Zs.Sowjet.,1935,8, С.153-169.

2. Елеонский В.М., Кулагин Н.Е. Интегрируемые модели в задаче о движении частицы в двумерной потенциальной яме. ЖЭТФ, 1983, 85, №4(10), с.1437-1445

3. Елеонский В.М., Кулагин Н.Е. О новых случаях интегрируемости уравнений Ландау-Лифшица. ЖЭТФ, 1983, 84, №2, с.616-628

4. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Эллиптические и автоморфные функции. Функции Ламе и Матье.- М.: Наука, 1967, 300 с.

Статистический анализ расстояний между генами в связи с температурой среды

Агамиров А.А.

Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.

МАИ, Москва

flame_body@mail.ru

Для анализа данных в биоинформатике широко используются статистические методы. Одной из таких задач является изучение свойств геномов и связи их с внешними параметрами организмов и среды их обитания. Актуальность таких задач связана с активным внедрением генетических представлений и знаний во все стороны обеспечения жизни человека. Именно такой задаче посвящена эта работа.

Археи — это прокариоты, существенно отличающиеся от бактерий, распространены также как бактерии, и имеют широкий диапазон условий для жизни. Это делает их удобным объектом для исследований влияния внешних факторов на структуру генома. В работе [1] изучали изменение геномных расстояний архей в зависимости от температуры, используя из статистики в основном одномерные корреляции. Собранные авторами для исследования данные, мы использовали, чтобы изучить их, многомерными статистическими методами, применяя также дисперсионный анализ.

Изученные данные представлены значениями медиан расстояний между соседними сходящимися (con), расходящимися (div) и последовательно расположенными (uni) генами и рядом значений температуры среды обитания организмов с этими генами. Таким образом, в данной работе исследовали 4 ряда по 126 связанных значений — характеристик разных видов архей. Была проведена естественная группировка данных по видам архей. Получено 9 групп с разным количеством значений по группам. Для проверки значимости различий в групповых средних для трех видов геномных расстояний и значений температуры использовали методики расчета факторных дисперсий со степенями свободы, определенными по числу групп и критерий Фишера.

На этом этапе с надежностью 0,95 получили весьма значимое различие в групповых средних значений температуры, что и неудивительно для этого фактора — вид организма, то есть, естественно, разные виды в среднем различаются температурой среды обитания. Но для геномных расстояний при той же надежности средние групповые значения различаются не столь убедительно, а гипотеза о равенстве средних для третьего вида расстояний отвергается с наименьшим значением критерия. Это может означать более слабую связь геномных расстояний с изменением вида бактерии, то есть для разных видов архей изучаемые расстояния могут быть менее специфичны, чем, например, та же температура среды.

Для наглядности получено графическое представление данных в системе координат, где по оси ОХ отложены значения температур, а по ОУ — значения медиан расстояний. Получены корреляции между рядами расстояний, значения которых близки к единице, что вполне соответствует выводам дисперсионного анализа.

Численное моделирование в процессе проектирования газодинамического затвора для газоразрядного лазера со сверхзвуковой прокачкой рабочей смеси

Агеев В.И., Назаров В.С.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Иванов И.Э.

МАИ, Москва

vlad.ageev.94@mail.ru

В настоящее время одна из проблем, возникающих при проектировании лазерных установок – вывод энергии с высокой плотностью без уменьшения силы излучения из резонатора лазера в окружающую среду.

Для вывода излучения из лазерной установки канал резонатора держат открытым, то есть не отделенным от атмосферы твердой оптически прозрачной преградой. Так как в этом случае давление в газодинамическом тракте лазера ниже атмосферного, то происходит затекание атмосферного воздуха в газодинамический тракт. При этом происходит смешение влажного атмосферного воздуха с рабочей смесью газа в полости резонатора, что является нежелательным фактором. Вследствие изменения картины течения газа внутри газодинамического тракта лазера, образования скачков уплотнений, застойных зон, происходит ухудшения характеристик лазера, таких как угловая расходимость пучка, сила излучения. В настоящей работе с помощью вычислительного подхода изучается решение данной проблемы путем создания газодинамического затвора в выходном канале тракта лазера. Предлагается установить узел, состоящий из сопла и системы отсоса, вблизи места затекания влажного атмосферного воздуха, который будет выполнять роль прозрачного окна, предотвращающего затекание воздуха в область энергосъема лазера.

Очевидным преимуществом использования данной конструкции является устранение негативного влияния атмосферного воздуха на характеристики лазера, а также избавление от необходимости периодически заменять оптически прозрачные материалы, перекрывающие доступ воздуху в газодинамический тракт лазера. Однако, данное конструкторское решение также имеет и недостатки. Для препятствия втеканию воздуха внутрь лазерной установки потребуется хранить сжатый газ который будет разгоняться в сопле, создавая преграду для воздуха поступающего из атмосферы. Смешанный газ с воздухом будет удаляться с помощью специальной системы отсоса. Планируется использовать этот смешанный газ повторно в течение всей работы лазера, что приведет к уменьшению расходов на поддержание газодинамического затвора.

Численное моделирование проводится с помощью программного комплекса ANSYS с использованием пакета Fluent.

Разработка системы контроля геометрии объекта

Анциферов А.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.

МАИ, Москва

antonio-vidnoe@yandex.ru

Задача контроля геометрических параметров сложных технических объектов актуальна в различных отраслях. Причем соответствие между действительными размерами и конструкторскими моделями этих объектов приходится проверять как при изготовлении, так и в ходе эксплуатации, в частности, после ремонта.

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с разработкой программного обеспечения оптической измерительной системы для контроля размеров изделия, на примере кузова автомобиля. Основными частями измерительной системы являются: цифровая фотокамера и измерительный шуп с контрастной световой мишенью.

Задача измерения сводится к вычислению координат контрольных точек кузова. Измерения производятся в системе координат связанной с камерой. Для замеров оператор последовательно касается измерительным щупом контрольных точек объекта. В каждой из этих точек происходит фотографирование световой мишени щупа. Каждая из полученных фотографий проходит цифровую обработку, в ходе которой по изображению световых точек вычисляются координаты кончика измерительного щупа. Эти координаты и являются координатами контрольных точек измеряемого объекта.

Для анализа изображений и вычисления координат мишени используются методы и средства библиотеки машинного зрения OpenCV.

Таким образом, после обработки фотографий мы получаем облако точек с известными координатами, представляющими их действительное взаимное расположение. Далее следует установить соответствие между измеряемыми точками и точками идеальной модели, а затем сравнить соответствующие размеры.

На основании результатов сравнения этих размеров будет сформирован вывод о пригодности измеренного объекта к дальнейшему использованию или о необходимости его ремонта.

Литература.

С.Б. Беневоленский, В.Э. Пожар, Ю.И. Кириллов, Т.А. Чернова. Повышение эффективности компьютерной обработки данных, получаемых с акустооптических приборов. Современные проблемы науки и образования, (приложение "Технические науки") №6, 2011 г. - с.1,2.

Оценка точности моделей турбулентности для определения аэродинамических характеристик цилиндроконических тел

Аракелян Д.В.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Липницкий Ю.М.

МАИ, Москва

david.95.arakelyan@gmail.com

На сегодняшний день понимание природы турбулентных течений и разработка методов их численного моделирования — актуальная задача современной механики сплошных сред. В настоящий момент создано большое количество разнообразных моделей для расчёта турбулентных течений. Они отличаются друг от друга сложностью решения и точностью описания течения. Но к сожалению, не существует универсальной модели турбулентности для широкого диапазона течений. Выбор модели турбулентности зависит от характера турбулентного потока, требуемой точности, доступных вычислительных ресурсов, и временных затрат необходимых на процесс моделирования.

Наиболее часто на практике и в промышленности используется класс дифференциальных моделей RANS (Reynolds-averaged Navier–Stokes) применяющий осреднение уравнений Навье-Стокса по Рейнольдсу (по времени). Метод заключается в замене случайно изменяющихся характеристик потока суммами осреднённых и пульсационных составляющих. Применение осреднения по Рейнольдсу к уравнениям Навье-Стокса приводит к получению не замкнутых уравнений Рейнольдса. Замыкание этих уравнений (определение турбулентных напряжений) производится с помощью полумпирических моделей турбулентности.

В виду наличия экспериментальных данных, в работе рассматривается задача численного моделирования обтекания модели HIFiRE (конус-цилиндр-юбка) с нулевым углом атаки и числом Маха набегающего потока $M=7.19$, давлением $P_\infty=4594$ Па, температурой торможения $T_0=22720$ К. На поверхности модели задается фиксированная температура $T_w=296$ К.

Для численного моделирования задачи обтекания модели HIFiRE в гиперзвуковом потоке использовалась открытая интегрируемая платформа вычислительной механики

сплошных сред с открытым исходным кодом OpenFOAM 5.0 (Open Source Field Operation And Manipulation CFD ToolBox).

В качестве моделей турбулентности были выбраны модели SA (Spalart-Allmaras) и SST (Menter's Shear Stress Transport). Для решения задачи построена структурированная трёхмерная расчётная сетка с общим количеством ячеек ~4 млн. Задача решается в нестационарном режиме, а в качестве численной схемы сквозного счета выбрана центрально-разностная схема Курганова-Тадмора 2-го порядка аппроксимации с использованием функции ограничителя потоков vanLeer. Для ускорения расчёта, задача распараллелена по геометрии расчётной области на 4 потока при помощи технологии MPI (Message Passing Interface).

В ходе работы проведен сравнительный анализ расчетных давлений и тепловых потоков, полученных с помощью моделей турбулентности SST и SA, с экспериментальными данными. Выявлено хорошее совпадение модели SST с воспроизведением отрывной зоны в области перехода цилиндрической части к «юбке», представляющей наибольший интерес. Исследование показало, что модель SST является более точной и надежной для данного класса задач.

Математическое моделирование турбулентных характеристик потока при прохождении ударной волны

Быбочкин Д.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Кудимов Н.Ф.

МАИ, Москва

bybo4kindima@mail.ru

В современной авиации применение математического моделирования имеет важное значение, поскольку создание облика самолета может вызывать трудности, которые лишь подтверждают актуальность проблемы. Одной из наиболее сложных задач является проблема создания вихревых структур, образующихся в процессе обтекания летательных аппаратов, и взаимодействие этих вихрей со стабилизирующими и управляющими поверхностями. Для решения многочисленных практических заданий по моделированию нестационарных турбулентных потоков следует установить закономерности их формирования, распространения в пространстве и связь с обтекаемыми поверхностями. Нужно выделить, что случаются ситуации, когда при использовании отдельных видов летательных аппаратов появляются проблемы срыва обшивки с кия ЛА, а также пульсации самолета. Кроме того, образующиеся скачки давления, которые действуют на гибкую конструкцию самолета, возбуждают пульсацию обшивки, баков с топливом и иных компонентов летательного аппарата, что создает колебания несущих поверхностей. Следовательно, формирование, развитие и распространение турбулентности оказывает значительное воздействие на аэродинамические свойства летательных аппаратов.

Для решения поставленной задачи была поставлена цель – создать основные методические решения, нацеленные на прогнозирование нестационарных турбулентных потоков с заданной точностью.

В данной работе проведен анализ изменения характеристик турбулентных течений и прохождения ударной волны. Стоит отметить, что основные параметры турбулентности задаются согласно турбулентной модели RANS (Reynolds-averaged Navier–Stokes, т.е. уравнения Навье-Стокса, усредненные по Рейнольдсу). Главная идея этой модели состоит в замене случайно изменяющихся показателей набегающего потока (скорость, давление, плотность) суммами усредненных и пульсационных элементов. Здесь важно принять во внимание, что, в случае сильных различий текущей задачи от условий, где были получены статистические данные, полученные результаты расчётов могут оказаться качественно ошибочными.

Автором был проведено исследование других имеющихся моделей турбулентности (LES, DNS и др.), выделены их главные плюсы и минусы.

В качестве практического решения задач моделирования вихревого нестационарного обтекания использовался известный в моделировании пакет OpenFOAM. Достоинством данного пакета является его доступность, открытый исходный код и широкие области применения для численных решений задач механики сплошных сред. Благодаря OpenFOAM автором была реализована модификация стандартной модели турбулентности Spalart-Allmaras (SA-Salsa).

Полученные результаты проведенных исследований вихревых нестационарных турбулентных потоков дают возможность говорить о значимой способности использования способов математического моделирования и мощнейших суперкомпьютерных технологий с целью практического применения большой области научных задач современной авиации.

Разработанные технологии дают возможность с высокой точностью моделировать нестационарные турбулентные течения, образующиеся при обтекании тел, а использование современных суперкомпьютерных решений существенно уменьшает время, затрачиваемое на исследования.

По итогам исследования автором сделано оценочное заключение о степени изменения турбулентных характеристик проходящего течения при прохождении ударной волны.

Обратная нестационарная задача по восстановлению нагрузки воздействующей на балку Тимошенко

Вахтерова Я.А.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Федотенков Г.В.

МАИ, Москва

yana-vahterova@mail.ru

В прямоугольной декартовой системе координат рассматривается однородная изотропная балка конечной длины, исследование поперечных колебаний которой производится на основе уточненной теории, соответствующей модели балки типа Тимошенко. В качестве граничных условий используются условия шарнирного опирания. Начальные условия нулевые. В начальный момент времени на конце балки прикладывается распределенная нагрузка, зависящая от координаты и времени.

Следует отметить несомненную актуальность этого типа задач для авиационной и аэрокосмической отраслей промышленности, поскольку значительная часть конструкции ЛА выполнена из балочных элементов, работающих в условиях нестационарных нагрузок. Это режимы взлета и посадки, выполнения различных маневров, а также различные внештатные ситуации.

В основу методики решения прямой задачи авторами положен принцип суперпозиции, при котором перемещения и контактные напряжения связаны посредством интегральных операторов по пространственной переменной и времени. При этом ядрами последних являются так называемые функции влияния. Эти функции представляют собой фундаментальные решения систем дифференциальных уравнений движения исследуемой балки. Их построение представляет собой отдельную задачу. Функции влияния находятся с помощью преобразования Лапласа по времени и разложения в ряды Фурье по системе собственных функций.

Решение обратной задачи сводится к решению системы интегральных уравнения Вольтера I-го рода, которое некорректное по Ж. Адамару. Для ее решения используется регуляризация А.Н. Тихонова, суть которого заключается в минимизации функционала.

Для решения системы разрешающих уравнений разработан и реализован на ЭВМ численно-аналитический алгоритм, основанный на методе средних прямоугольников.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-08-00260_a)

Моделирование характеристик вогнутых полупрозрачных экранов для подавления поля излучения антенны в зоне тени

Генералов А.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Татарников Д.В.

МАИ, Москва

till_-lindemann@mail.ru

Для разного рода задач возникает необходимость подавления задних лепестков антенн. К таким задачам можно отнести улучшение электромагнитной совместимости, повышение помехозащищенности или увеличение точности. Последнее, в частности, справедливо для систем спутникового позиционирования. Для этих систем, КУ антенны в направлении ниже местного горизонта определяет [1,2] ошибку многолучевости. При этом, желателен как можно более резкий перепад ДН антенны при переходе из рабочей области в зону тени.

Как обсуждалось в [3], с помощью плоского полупрозрачного транспаранта крутизна спада поля в теневой зоне возможно существенно увеличить. Подобный подход ранее обсуждался [4...6] применительно к зеркальным антеннам, где края зеркала дополнялись слоем с переменной прозрачностью.

Данная работа является продолжением [3]. В отличие от [3], экран представляет собой полуцилиндрическую поверхность, вогнутую по отношению к направлению основного излучения источника. Рассматривается модельная система в двумерном приближении, состоящая из источника излучения 1, расположенного в центре экрана 2 (рис.1). Идеально проводящая часть экрана, изображенная сплошной линией, ближе к краям экрана переходит в полупрозрачную, схематично показанную пунктиром.

Численный анализ.

Для оценки степени подавления заднего поля в качестве источника (рис.1) взят изотропный излучатель. Для численного моделирования была составлена математическая модель на MATLAB, основанная на решении точного интегрального уравнения для тока, текущего по экрану, аналогично [7]. При помощи оптимизационной процедуры синтеза было получено распределение импеданса по полупрозрачному экрану, обеспечивающее резкую убыль поля при пересечении уровня местного горизонта. Импеданс предполагался комплексным, с ограничением на физическую реализуемость в виде $\text{re}Z > 0$. Процедура синтеза была проведена для нескольких случаев, последовательно уменьшая размер экрана b в промежутке значений от 100 до 2 длин волн. На рис.2 приведены получившиеся распределения импеданса в секторе углов $80..180$. Для размера $b=100$ импеданс получается чисто действительным, $\text{im}Z=0$. Как обсуждалось ранее, это обусловлено справедливостью приближения геометрической оптики [3]. С уменьшением размеров экрана, уменьшается расстояние до источника и приближение геометрической оптики не имеет места. Здесь импеданс получается комплексным, с гладким распределением по поверхности экрана, обладающий индуктивными свойствами $\text{im}Z > 0$.

На рис.3 приведены диаграммы направленности, соответствующие результату дифракции поля изотропного излучателя на экране с описываемым распределением импеданса. В рабочем диапазоне углов результирующие диаграммы повторяют диаграмму источника с некоторыми осцилляциями не больше 2дБ в случае с экраном меньшего размера. При этом достигается резкое убывание поля в области горизонта. В качестве оценки степени подавления поля взят максимум излучения в секторе углов, начиная с 10 ниже горизонта. Полученные значения сведены в таблицу 1. Степень реализуемого подавления поля прямо пропорциональна размеру экрана. Для размеров экрана $b=20..100$ длин волн достигается подавление поля порядка -40дБ и лучше. Для размеров $b=2..5$ длин волн эта величина достигает порядка -20...-30 дБ.

Заключение.

Рассмотрены вогнутые полупрозрачные экраны для уменьшения излучения антенны в нерабочую область углов (зону тени). Показано, что при помощи введения полупрозрачного края экрана возможно получение существенного затенения заднего поля источника.

Рассмотрены варианты синтеза распределения импеданса по экрану. Для относительно больших размеров экрана, в границах применимости предела геометрической оптики, импеданс получается чисто действительным. За границами применимости предела ГО импеданс является комплексным, с неотрицательной действительной частью. На примере ДН антенной решетки показано, что уровень заднего лепестка удастся понизить с -25дБ до -38дБ при помощи экрана, размер которого незначительно превосходит размер решетки; с увеличением размеров экрана степень подавления заднего излучения нарастает.

Применение контрольных карт Шухарта к анализу результатов обучения в СДО

Горбунов Н.В.

Научный руководитель — Осокин А.В.

МАИ, Москва

nik9595@list.ru

Изучение математических дисциплин требует постоянного контроля качества полученных студентами знаний. Для того, чтобы облегчить работу преподавателей следует создать электронную систему тестирования знаний обучающихся. Такая система должна обладать подробной и точной системой оценивания.

Целью данной работы является разработка системы оценивания для интерактивной системы тестирования полученных знаний. Теоретической частью данной работы является создание математической модели оценивания успеваемости. В практическую часть входит программная реализация данной системы оценивания и создание наглядных средств визуализации при помощи карт Шухарта.

Контрольная карта Шухарта, в управлении производством, бизнес-процессами — визуальный инструмент, график изменения параметров процесса, оцениваемых по выборке, во времени. Контрольная карта используется для обеспечения статистического контроля стабильности процесса. Своевременное выявление нестабильности может помочь предотвратить возникновения брака. Учитывая независимость среднего и среднеквадратического отклонения у нормального распределения, контрольные карты обычно используют парами.

В данной работе контрольные карты Шухарта будут использованы для визуализации оценки успешности студентов при освоении курса линейной алгебры. В качестве оцениваемых параметров будут использованы правильность и точность выполнения заданий. Каждый пункт заданий рассматривается отдельно. В качестве контроля за правильностью составленной программы разработана система для оценивания точности работы системы при ее тестировании преподавателями и разработчиками.

В ходе выполнения работы система тестирования студентов доработана для создания более подробной и более точной системы выставления оценок и выявления решений. Полученные данные об успеваемости будут выводиться в визуальной наглядной форме.

Программа для численного расчета угла(нелинейно-электродинамического) искривления лучей электромагнитной волны в магнитном поле пультара

Гусякова В.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Денисова И.П.

МАИ, Москва

wilena.marina@mail.ru

Из квантовой теории поля следует [1], что электродинамика в вакууме должна быть нелинейной теорией. Это означает, что в электродинамике не выполняется принцип суперпозиции: сумма двух решений в общем случае уже может не являться решением ее нелинейных уравнений. Поэтому при распространении электромагнитных волн через

внешние электромагнитные поля между ними должно существовать взаимодействие. При полях, которые можно создать в лаборатории, это взаимодействие пренебрежимо мало. Оценим на какие углы искривляются лучи электромагнитных волн при их прохождении через сильные магнитные поля пульсаров - нейтронных звезд, радиус которых около 10 км, а магнитное поле на поверхности может достигать 10^{14} Гс.

В работе были получены дифференциальные уравнения, описывающие изменение луча электромагнитной волны во внешнем поле пульсара, сформулированы начальные условия для них после обезразмеривания этих уравнений (за единицу длины был принят радиус пульсара) был построен алгоритм для их численного решения. Решая численно эту систему нелинейных дифференциальных уравнений, мы получили в параметрическом виде уравнение кривой, касательная к которой в каждой точке совпадает с волновым вектором электромагнитной волны. Величина угла искривления луча после прохождения через магнитное поле пульсара определялась как угол между касательными к лучу в его начальной и конечной точках. Как показали численные расчеты, проведенные нами, угол искривления луча после прохождения электромагнитной волны в магнитном поле пульсара, оказался порядка одной угловой секунды. Однако наблюдать с Земли эффект искривления лучей в поле пульсара невозможно из-за большого, по сравнению с его радиусом, расстояния между пульсаром и Землей.

Литература

[1] В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский.. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1980.

Квантово-химический расчет композитных материалов в авиастроении методом MNDO3

Давлетшин Т.А.

Научный руководитель — к.х.н. Чудакова О.Г.

КНИТУ-КАИ, Казань

oksinijskha@mail.ru

Развитие композитных материалов и их стереохимическое строение является очень важным, так как оно отвечает за свойства и долгую эксплуатацию. Большую популярность материалы получили благодаря своей стойкости к жестким условиям - не подвергаться деформированию и с другой стороны их легкости. Известно, что композитные материалы имеют классификацию от их стереохимического строения. Волокнистые материалы имеют рыхлую структурную формулу, например, как у крахмала, с напоминаем ветвей дерева. Слоистые материалы, поддерживают свою структуру за счет водородных связей или статических сил, с написанием пачки бумаги. Дисперсноупрочненные имеют в своем составе различные молекулы, состоящие из тугоплавких фаз различных оксидов металлов, и напоминают булочку в которой есть и изюм и различные орешки и печенье. Упрочнённые различными молекулами или частицами, образуя координационные связи и напоминают кристаллы, стереохимия представляется как сэндвичевые структуры.

Нашей задачей стало провести полуэмпирические расчеты методом MNDO3, для вычисления энергии молекул и дипольных моментов, по данным которых можно будет синтезировать более устойчивые полимерные материалы.

Расчет молекулы выявил по дипольным моментам, положительная часть молекулы направлена от бензольных колец, а отрицательная часть находится между бензольными кольцами. Геометрическая оптимизация математическими методами показывает слоистую структуру, которая поддерживается за счет статических сил Total Energy $E_a = -2680,01$ kcal/mol, а не с помощью координационных связей. Дополнительные основные расчетные данные: Dipole Moment 3,39 D; RMS Gradient 43,77 kcal/(Amol); Mean Polarizati 189,3 а.у. Данный расчет показывает что изменение на уровне молекул в виде внесения в структуру

функциональной группы в композитном материале существенно улучшит механические свойства используемого композита и приведет к большей наполняемости волокнами.

По всей цепочке полимерного слоя наблюдается неравномерное распределение поляризационных моментов по расчетам, что говорит об алкильных фрагментах, которые экранируют функциональные группы и дают меньшую прочность композитного материала. Разброс дипольного момента в расчетах на полимер представлен от +3,715 до -3,715 eV. По полученным данным о стереохимии можно сказать что слои расположены в шахматном порядке.

О тепловых солитонах при решении задач волнового теплопереноса

Дегтяренко Р.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Формалёв В.Ф.

МАИ, Москва

dtroma@mail.ru

В работе исследуются условия возникновения и распространения в твёрдых средах тепловых изолированных волн (солитонов) и их использование для решения задач о волновом теплопереносе.

Поскольку волновой теплоперенос не подчиняется классическому закону теплопереноса (закону Фурье), то уравнение теплопереноса в твёрдых средах выводится на основе закона Вернотта-Каттанео-Лыкова (ВКЛ), и является уравнением гиперболического типа. Это уравнение учитывает конечную скорость распространения фронта теплового возмущения, поскольку на микроуровне тепловой поток запаздывает по отношению к градиенту температур в силу дискретности среды на время, называемое временем релаксации.

На основе использования интегрального преобразования Лапласа получено и проанализировано аналитическое решение начально-краевой задачи для волнового уравнения теплопроводности. При задании в качестве краевого условия единичного краевого потока в виде дельта-функции Дирака выделена изолированная тепловая волна, продвигающаяся вглубь тела со скоростью, обратно пропорциональной квадратному корню из времени релаксации. Задачи волнового теплопереноса с другими тепловыми потоками на границе тела формируются путём интегрирования по времени от серии солитонов.

Список литературы:

1. Лыков А. В. Тепломассообмен (Справочник). 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1978, с. 87-93.
2. Формалёв В. Ф. Теплоперенос в анизотропных твердых телах. Численные методы, тепловые волны, обратные задачи - М.: Физматлит, 2015, с. 146-179.
3. Шашков А. Г., Бубнов В. А., Яновский С. Ю. Волновые явления теплопроводности: Системно-структурный подход. Изд. 2-е, доп. - М.: Едиториал УРСС, 2004, 296 с.

Имитационная модель лазерного дальномера, предназначенного для работы по аэродинамическим объектам

Долгих А.Е.

Научный руководитель — к.т.н. Жидков П.М.

Московский физико-технический институт, Москва

Sanek_up@mail.ru

Разработана имитационная модель импульсного лазерного дальномера, установленного на самолете-носителе и предназначенного для работы по аэродинамическим объектам. В модели учитываются процессы генерации лазерного импульса, его отражения от объектов сложной формы, регистрации приемником излучения и цифровой обработки полученного сигнала вплоть до оценки дальности. Использовано представление аэродинамических целей полигональным трехмерными 3ds-моделями, что позволило проводить расчеты отражения,

учитывающие размеры и форму наблюдаемого объекта. Разработан оригинальный метод расчета сигнала, детектируемого фотоприемным устройством лазерного дальномера, путем стробирования карты облученности по карте дальности, построенных при помощи алгоритма Z-буфера. Учтена работа приемника в режиме счета фотонов, в котором шум считывания описывается распределением Пуассона. Предложен способ обработки полученной цифровой информации, применяемый в радиолокации. Обработка включает в себя: предварительную – вычитание постоянной составляющей сигнала; первичную – определение отсчетов, соответствующих сигналу; вторичную – выделение трека по результатам серии измерений. Оценка точности результатов измерений, полученных в ходе работы лазерного дальномера, осуществляется сравнением с априорными данными, заданными в качестве исходных данных модели.

Разработанная модель позволит обосновать необходимые технические требования по мощности излучателя лазерного дальномера, размерам формирующей и приемной апертуры, длительности и частоте импульсов, частоте выборки приемника и его чувствительности для обеспечения необходимой точности измерения дальности наблюдаемых целей и обеспечения предельной дальности работы лазерного дальномера по ним. Оценка достижимых характеристик точности измерения дальности и максимальной дальности работы лазерного дальномера производится при помощи статистических испытаний со случайными параметрами движения самолета-носителя, аэродинамической цели и ее ориентации.

Модель реализована в виде программы для ПЭВМ на языке C++. Проведено моделирование работы лазерного дальномера для трех различных аэродинамических объектов. Оценены:

1) Временные распределения числа фотонов отраженных лазерных импульсов и сигналы, регистрируемые приемником ЛД.

2) Зависимости СКО отклонения измерения дальности от частоты дискретизации ФПУ. Выявлено, что ошибка определения дальности имеет ограничение снизу, зависящее от геометрических характеристик цели.

3) Зависимости СКО отклонения измерения дальности от длительности лазерного импульса.

4) Зависимости максимальной дальности работы лазерного дальномера от частоты дискретизации ФПУ и длительности лазерного импульса.

Аппроксимация вертикального распределения скорости звука в морских волноводах

Захаров В.О.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Лебедев М.В.

МАИ, Москва

aladin7806@yandex.ru

В океанической среде значение скорости звука в зависимости от температуры, давления, глубины, солености, может изменяться на несколько десятков м/с в ту или другую сторону.

Для расчета скорости звука в океанической среде используется формула Вильсона, предложенная им в 1960 году. График показывающий зависимость скорости звука от глубины, будем называть вертикальным распределением скорости звука (ВРСЗ). Существуют различные математические модели ВРСЗ, например профиль Munka - идеализированный профиль скорости звука. В формуле Munka берется среднее значение скорости звука в океанической среде - 1500 м/с и умножается на гладкую функцию.

В данной работе в отличие от подхода, основанного на формуле Munka, было предложено, что реальные ВРСЗ имеют некоторые базисные(характерные) формы, и что все ВРСЗ можно разложить в виде линейных комбинаций этих базисных форм. В качестве базисных форм были взяты главные компоненты, полученные с помощью машинного

обучения. Число главных компонент меньше или равно меньшему числу исходных переменных или количеству наблюдений. Главные компоненты определяются таким образом, что первый главный компонент имеет наибольшую возможную дисперсию (то есть учитывает, как можно большую часть изменчивости данных), и каждый последующий компонент, в свою очередь, имеет наибольшую дисперсию, возможную при ограничении, что он ортогонален предыдущим компонентам.

Таким образом, помимо того, что находятся некоторые базисные формы, также снижается размерность пространства параметров, задающих профили, начиная с некоторого номера, разложение по этим базисным формам не сильно отличается от реальных профилей имеющих намного большую размерность. Кроме того, при таком представлении, форма профиля более гладко меняется.

Как показала практика, полученный профиль методом разложения на главные компоненты имеет достаточно высокую точность аппроксимации уже при размерности 3-5. Исходный профиль в зависимости от области мирового океана имеет размерность в диапазоне от 10 до 35.

С помощью ВРСЗ можно рассчитать гидроакустическое поле в океане.

В данной работе приведен расчет поля используя ВРСЗ и его аппроксимацию.

1. Nonlinear Component Analysis as a Kernel Eigenvalue Problem Bernhard Scholkopf . Alexander Smola and KlausRobert Muller, December 1996.

2. Материалы к лекции «Уменьшение размерности в данных. Метод главных компонент» по курсу «Математические основы теории прогнозирования» 2010

3. Акустика Океана. Доклады 12-ой школы-семинара им. акад. Л.М. Бреховских.

Определение распределения нагрузки по телам качения в треховальном роликоподшипнике в упрощенной постановке методом конечных элементов

Зебзеева В.Э.

Научный руководитель — Яковкин В.Н.

ПНИПУ, Пермь

Sheerlokc@gmail.com

В работе представлены сравнительные результаты расчета роликоподшипника ГТД с целью верификации упрощенной модели для определения распределения нагрузки по телам качения. Описаны применяемые модели и принятые допущения.

В эксплуатации дефект в подшипнике ведет к незапланированному съему двигателя с крыла. Тем самым назначенный ресурс подшипника должен быть определен корректно и удовлетворять требуемому ресурсу изделия.

Долговечность авиационных подшипников определяется расчетным способом согласно /1,2/. Формула для определения долговечности содержит отношение динамической грузоподъемности подшипника к эквивалентной нагрузке в степени $\square \geq 3$. Таким образом, разница в величине эквивалентной нагрузки существенным образом влияет на расчетную долговечность.

Для достоверного расчета эквивалентной нагрузки необходимо получить распределение нагрузки по телам качения. Это позволит учесть нестандартные случаи нагружения авиационного подшипника - отсутствие зазора, некрутость дорожки качения, влияние высокой частоты вращения. Поэтому разработка математической модели, достоверно определяющей распределение нагрузки по телам качения подшипника, является актуальной задачей.

Разрабатываемая расчетная модель не должна требовать много машинного ресурса и времени, так как требуется проведение серии расчетов, обусловленных многорежимностью работы двигателя, существенным влиянием допусков на эквивалентную нагрузку и выбором подходящей геометрии опоры. С точки зрения моделирования, подшипник является сложным объектом, даже если задача ограничена только поиском НДС без учета

гидродинамики и прочих нестационарных сил. Для решения этой задачи был выбран следующий алгоритм: на первом этапе строится подробная численная модель подшипника в составе опоры (используется МКЭ в пакете ANSYS), которая позволяет передавать НДС тел с требуемой точностью; на втором этапе, на основе результатов расчета подробной модели, разрабатывается упрощенная модель, которая способна воспроизвести распределение нагрузки по телам качения с погрешностью не более 5 % по сравнению с подробной моделью.

Для проверки данного алгоритма был проведен расчет нестандартного случая нагружения роликоподшипника ГТД, обусловленного трехгранной некруглостью дорожки качения наружного кольца. Расчет проведен в трехмерной постановке с учетом нагрузок от монтажа подшипника в опору.

Подробная модель содержит вал, кольца подшипников, ролики, рессору упруго-демпферной опоры. Сепаратор в модель не входит. Произведен учет монтажных зазоров и натягов, в сопряжении между телами задан нелинейный контакт с возможностью отрыва и проскальзывания с коэффициентом трения 0,01. С целью экономии машинного ресурса и в предположении о симметричности задачи рассчитывался только сектор подшипника - 180 градусов. Граничные условия подобраны с учетом жесткостей вала и опоры двигателя. Ролики ограничены в точке в окружном и осевом направлениях – имитация ограничения со стороны сепаратора. Использовались конечный элемент с квадратичной аппроксимацией перемещений Solid187 и поверхностные контактные элементы Conta174.

В упрощенной модели, относительно подробной модели, были применены следующие допущения: размер конечных элементов позволяет передавать только деформированное состояние тел; поверхностный контакт ролика с дорожкой качения заменен на контакт типа "точки-поверхность", где достаточно частый набор контактных точек располагается вдоль ролика в предположении, что ролик контактирует по линии.

Сравнительный анализ результатов расчета подробной и упрощенной модели показал хорошую сходимость по деформированному состоянию и по нагрузкам по телам качения (расхождение менее 5 %), что доказывает правильность выбранных допущений для упрощенной модели. Сравнение времени расчета показывает ускорение более чем в 100 раз: расчет упрощенной модели составляет 10 минут.

Разработанная модель позволяет учитывать внешние нагрузки, натяги, зазоры, влияние температурного расширения, центробежные силы и прочее.

1. Методика расчетной оценки долговечности подшипников авиационных двигателей и их агрегатов, требования к конструктивным параметрам опор. М., ЦИАМ, АО ВНИИПП, 1996.

2. Practical method of calculating attainable life aerospace bearing applications. FAG, publ. No. FL 40134 EA, 1989.

3. Исследование работоспособности подшипников авиационных ГТД при высоких частотах вращения. "Новости зарубежной науки и техники", серия "Двигатели для авиации и космонавтики", N 11-12, 1991. Изд-е ЦИАМ.

4. Jet Engines and Propulsion Systems for Engineers. GE Aircraft Engines, 1989.

5. В.Б. Балякин, Е.П. Жильников, В.Н. Самсонов, В.В. Макачук. Теория и проектирование опор роторов авиационных ГТД. Самара, изд-во СГАУ, 2007.

Надёжность электротехнических устройств и математическое моделирование деградационных изменений их параметров

Зуева К.С., Ворошилин А.П.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Чернова Т.А.

МАИ, Москва

enotii@mail.ru

Деградационные процессы присущи всем объектам и изделиям, находящимся в эксплуатации или при хранении. Деградационные процессы – процессы постепенного ухудшения, разрушения любых объектов, обусловленные естественным старением, изнашиванием, коррозией и усталостью материалов, узлов и всего изделия в целом при выполнении всех правил и (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации. По закономерности деградационных изменений параметров и характеристик объекта можно прогнозировать ожидаемые моменты отказов, чтобы предотвратить опасность аварий.

Моделирование деградационных процессов, наблюдаемых в технических объектах, проводится на основе изучения состояния исследуемых объектов в каждый данный момент их функционирования. Характер этих процессов можно представить в виде аналитической зависимости, где по оси абсцисс откладывают время, по оси ординат – значение изменения характеристического параметра. Эту зависимость можно условно разбить на два периода, соответствующих квазистационарному (первый период) и лавинообразному (второй период) характеру поведения.

В первом периоде изменения измеряемых величин нарастают медленно, практически линейно. По мере удаления от начала отсчета для равноотстоящих по оси ординат узлов шаг по оси времени сокращается, что свидетельствует о нарастающих деградационных изменениях характеристического параметра. Во втором периоде шаг по оси абсцисс выбирается постоянный, а изменение характеристического параметра с течением времени переходит в лавинообразное. В работе определяется граница перехода от первого ко второму периоду, и начиная со второго периода осуществляется пошаговое прогнозирование значений характеристического параметра объекта. Если прогнозируемая величина Y больше критического предела Y_k , эксплуатацию объекта останавливают.

При моделировании функций деградационного изменения характеристических параметров исходные данные получают в процессе эксплуатации в табличной форме. Наилучшие результаты в определении аналитических зависимостей по табличным данным обеспечивает метод наименьших квадратов (МНК). В соответствии с этим методом для заданной таблично функции

Литература.

1. А.А.Лисов, Т.А.Чернова, М.С.Горбунов, «Моделирование деградационных процессов электротехнических устройств». Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 02.03.02, - М.:, МАИ, 2017 г.

Численные методы решения гравитационной системы миллиона тел, задача N-BODY

Иванов Г.С.

МАИ, Москва

gaorinlir@gmail.com

Одной из важнейших задач астрофизики является решение гравитационной системы миллиона тел, так-же называемая задача "N-BODY". Она рассматривает систему из простейших тел, имеющих массу и связанных простейшими силами, в данном случае гравитационными. В астрофизике данная система может описывать скопление звёзд, пылевые облака. Задача является образцовой для физики и математики, так как в физике часто встречаются сложные системы, состоящие из простейших тел и простейших

взаимодействий между ними, как например газовое облако, состоящее из молекул, и плазма, состоящая из ионов.

Данная работа посвящена исследованию систем "N-BODY", и их численному решению известными методами, а так же разработке новых, более совершенных методов. Задача предполагает компьютерное моделирование подобной системы, соответственно - написание программы, реализующей различные методы решения гравитационной системы, её визуализацию, а так же интерфейс для снятия снимков состояния системы. В дальнейшем снимки обрабатываются, рассчитываются различные физические характеристики системы, строятся графики, с помощью которых можно делать выводы о работоспособности и корректности разрабатываемых алгоритмов.

Классическим параметром, который необходимо исследовать, является суммарная энергия системы, состоящая из потенциальной и кинетической составляющей. С точки зрения физики, энергия с течением времени должна оставаться константной, однако, при классическом, простейшем методе решения системы N-BODY, энергии с течением времени в системе становится больше.

В качестве инструментария разработки выбран компилятор gcc/mingw, графическая библиотека OpenGL, язык параллельного вычисления CUDA, а так же python для обработки вычисленных данных.

Все реализованные алгоритмы являются модификациями классического алгоритма, представляющего собой следующую последовательность вычислений: определение ускорений каждой точки, нахождение их перемещений, нахождение и обработка коллизий, визуализация и вывод создание снимков системы. Каждый последующий алгоритм добавляет новый элемент в приведённую последовательность или же заменяет один из существующих.

В результате данной работы реализован ряд алгоритмов, выведены графики различных параметров системы для каждого алгоритма. С их помощью возможно принять решение о наиболее эффективных методах решения задачи N-BODY, а так же определить направление дальнейшей модернизации существующих алгоритмов.

Численное моделирование корпуса системы охлаждения и криостатирования фотоприемного устройства

Калюжнюк А.В.

Научный руководитель — к.т.н. Михалюк Д.С.

СПбПУ, Санкт-Петербург

iom96@inbox.ru

Введение.

Космическая и авиационная индустрии - перспективные направления вложения инвестиций и развития научно-технического потенциала любой страны. Связанные с авиацией и космосом проекты требуют значительных материальных затрат, часть из которых предназначена для дорогостоящей и длительной наземной экспериментальной отработки [1]. Один из путей сокращения материальных и временных затрат - численное моделирование объекта исследования.

В последние годы к авиационным и космическим бортовым системам предъявляются повышенные требования по времени эксплуатации и по плотности оптико-электронной аппаратуры, что накладывает серьезные ограничения на её энергопотребление и массогабаритные характеристики. Использование криогенных систем охлаждения (КСО) в авиационной и космической технике значительно совершенствует её тактико-технические характеристики, т.к. в множестве случаев без систем охлаждения невозможно выполнение поставленных задач [2].

Использование КСО в авиационной и космической технике позволяет справиться с одним из побочных результатов длительного дистанционного зондирования: нагревом

используемых в сканирующих системах светочувствительных матриц, выводящим из строя элементы конструкции.

Объект исследования: бортовая КСО фотоприёмного устройства (ФПУ), используемого для фото- и видеосъёмки.

Цель исследования – проведение предварительного конечно-элементного (КЭ) расчёта динамики и прочности корпуса системы охлаждения и криостатирования ФПУ. В работе использован комплекс компьютерного инженерного анализа “ANSYS”.

Во время запуска, транспортировки и эксплуатации носителя корпус КСО подвергнется ряду характерных механических воздействий (например, случайные вибрации). Для обеспечения работоспособности конструкции государственная компания-заказчик предпочла усовершенствовать длительную и дорогостоящую наземную экспериментальную отработку опытных образцов устройства путём предварительного математического моделирования и расчёта динамики и прочности КСО [3]. Под обеспечением работоспособности в условиях эксплуатации понимается в первую очередь обеспечение прочности конструкции и качества данных, фиксируемых фотоприёмным устройством (стабилизация изображения).

Таким образом, основная задача исследования – это анализ соответствия поведения модели конструкции при внешних механических воздействиях техническим требованиям.

В списке характерных механических воздействий присутствуют возмущения различного характера:

- резонансные колебания на конкретном значении частоты;
- случайные вибрации (шум реактивной струи, турбулентность в потоке газа);
- избыточное внутреннее давление, вызванное периодической закачкой газа внутрь конструкции при подготовке к эксплуатации;
- избыточное внешнее (атмосферное) давление, вызванное откачкой воздуха из конструкции, которое может привести к потере устойчивости;
- вибрации прикреплённых на задней части конструкции компрессоров на их рабочей частоте.

Рассмотренные возмущения сведены к конкретным постановкам задач, решённым затем методами численного моделирования:

- определение собственных частот конструкции;
- оценка влияния случайного воздействия;
- оценка влияния статической нагрузки от избыточного давления;
- определение запаса устойчивости под действием статической нагрузки;
- оценка влияния вибрации двух компрессоров в разных фазах.

Результаты.

В результате численного моделирования поведения объекта выявлены опасные воздействия и детали конструкции. Установлено, что все технические требования удовлетворены, кроме одного – для него предложено решение по смене материала в опасных деталях.

Выводы.

Полученные в работе результаты позволяют оценить предложенные конструкторские решения с точки зрения соответствия поведения конструкции требуемым техническим характеристикам. Это даст возможность сократить число предварительных натурных испытаний конструкции и, соответственно, материальных затрат на их проведение. Моделирование поведения нового конструкционного варианта КСО может быть проведено с использованием выработанной схематики проекта в программной системе КЭ анализа ANSYS Workbench.

1. О долгосрочной государственной политике Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года. [Электронный ресурс]: [указ Президента РФ: от 7 мая 2012 года №596]. URL: минобрнауки.рф/документы/4723 (дата обращения: 27.04.2016).

2. Карагузов, В. И. Комбинированные системы охлаждения для орбитальных комплексов / В. И. Карагузов, В. И. Ляпин, А. В. Громов // Современные технологии при

создании продукции военного и гражданского назначения : сб. докл. Технол. конгр. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2001. – Ч. 1. – С. 204–206.

3. Elizabeth B., Productivity and Return on Investment from SolidWorks 3D CAD Software / Report for SolidWorks Corporation. MIT Sloan School of Management. 2006. [Электронный ресурс]. URL: https://www.solidworks.com/sw/images/content/Other/ROI_Report_SolidWorks_2006.pdf (дата обращения: 27.04.2016).

Регуляторы выходных параметров электрических машин постоянного и переменного тока на основе искусственного интеллекта

Карнаухов Н.С., Бунас К.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Капустин А.Г.

Белорусская государственная академия авиации, Минск, Беларусь

Karnauhov_07@mail.ru

В настоящее время активно обсуждается и разрабатывается концепция перспективного самолета с полностью электрифицированным оборудованием «All electric aircraft». Реализация этой концепции приведет к повышению уровня электрификации перспективных самолетов и будет сопровождаться увеличением мощности, как источников электрической энергии, так и системы электроснабжения в целом. Система электроснабжения – система самолета, обеспечивающая электропитание бортового оборудования или агрегатов, потребляющих электроэнергию (приемников электроэнергии), и состоящая из систем генерирования и системы распределения электроэнергии [1].

В связи с этим остро встает вопрос обеспечения требуемых норм качества электроэнергии за счет совершенствования систем регулирования. Разработка новых систем регулирования выходных параметров электрических машин постоянного и переменного тока, а, как следствие, повышение показателей качества электроэнергии, связано с применением в них цифровой техники, способной реализовать сложные законы регулирования, например, с применением нейронных сетей или на основе нечеткой логики.

Указанные регуляторы являются более перспективными системами регулирования выходных параметров электрических машин постоянного и переменного тока по сравнению с современными, так как обладают большей гибкостью принятия решений и более высоким быстродействием. Системы регулирования с элементами искусственного интеллекта основаны на нейронных сетях, работающих по принципу работы человеческого мозга [2].

Для создания модели искусственной нейронной сети регулятора выходных параметров синхронного генератора переменного тока в среде MatLab использовалась трехслойная нейронная сеть с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки Feed-forward backprop.

Для обучения разработанной искусственной нейронной сети использован алгоритм Левенберга-Марквардта, реализованный в среде MatLab. В качестве критерия оптимизации использовалась среднеквадратичная ошибка Validation модели на обучающей выборке Train [1,2].

Проведенное виртуальное моделирование в среде MatLab работы системы регулирования напряжения с генератором типа ГТ и интеллектуальным регулятором напряжения при различных возмущениях позволило определить эффективность данной системы регулирования. Результаты виртуального моделирования показывают, что разработанная искусственная нейронная сеть обеспечивает существенное повышение качества регулирования по сравнению с существующими системами регулирования напряжения.

Так, длительность переходных процессов при реализации интеллектуальной системы регулирования напряжения сокращается до $(10-20) \cdot 10^{-3}$ с при одновременном уменьшении диапазона изменения напряжения до $(109-120)$ В, статическая ошибка регулирования

практически отсутствует, максимальные выбросы напряжения при коммутациях нагрузки сведены к минимуму [3].

В системах распределения на самолетах концепции «All electric aircraft» в качестве приемников электроэнергии широко применяются бесколлекторные двигатели постоянного тока (BLDC – brushless dc motors) малой и средней мощности. Для эффективного управления двигателями BLDC, уменьшения мощности на управление ими, повышения их быстродействия, повышения КПД и т.д. необходимо внедрять гибкие системы управления на основе глубинных нейронных сетей.

На основании проведенных исследований показано, что качество электроэнергии в системах электроснабжения переменного тока с интеллектуальной системой регулирования существенно зависит от характеристик элементов системы регулирования.

Сформулированы требования к элементам контура цифрового регулирования напряжения трехфазного авиационного бесконтактного синхронного генератора типа ГТ и трехфазного бесколлекторного двигателя постоянного тока и на основании проведенных исследований с применением разработанной системой на основе искусственного интеллекта установлено, что характеристики современной цифровой микропроцессорной техники позволяют осуществить интеллектуальное регулирование в перспективных системах генерирования и потребления электроэнергии переменного и постоянного тока [3].

Литература:

1. Карнаухов, Н. С. Некоторые вопросы реализации концепции самолетов «All electric aircraft» / Н. С. Карнаухов, А. Г. Капустин // Ежемесячный научно-практический журнал «Изобретатель». – 2015. – 9(189). – С. 27–29.

2. Бунас К.В. Использование нейронных сетей при построении регулятора напряжения синхронного генератора / К.В. Бунас, Н.С. Карнаухов // Сборник материалов XXII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, том 3. – Иваново: ИГЭУ им. Ленина, 2017. – 3 с.

3. Karnauhov, N. S. The structure of the electricity system with digital control for future aircraft. Proceedings. / N. S. Karnauhov, A.G. Kapustin // The seventh world congress «aviation in the XXI-st century». Safety in Aviation and Space Technologies. September 19-21, 2016. – 1595 p.

Определение термической инертности датчика температуры

Косариков Г.В.

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

ТулГУ, Тула

kosarickov.egor@yandex.ru

Широкое применение для измерения температуры внутрикамерных процессов в ЛА находят термопары. Принцип работы термопары основывается на термоэлектрическом эффекте Зеебека. Если соединить два разнородных металлических проводника последовательно и к месту их спайки подвести тепло, то будет возникать термо ЭДС, величина, которая возрастает с увеличением температуры в зоне нагрева, и наоборот.

Термопары получили наибольшее распространение, так как имеют малые габаритные размеры по сравнению с другими термодатчиками и дают высокую точность измерения температуры в точке.

Но, как и у любого прибора, так и у термопары существует погрешность измерения. При измерении быстротемняющихся во времени температур, помимо статической, имеет место динамическая погрешность термопары. Под динамической погрешностью термопары понимают разность между мгновенными значениями неискаженной температуры, меняющейся во времени, и температуры, регистрируемой термопарой. Динамическая погрешность термопары характеризуется ее термической инерцией.

Объектом исследования являлась двухэлектродная термопара со сплавом хром-капель, которая применялась для измерения температуры внутрикамерных газодинамических процессов.

При измерении быстроменяющихся во времени температур, помимо статической, имеет место динамическая погрешность термопары, т.е. разность между мгновенными значениями неискаженной температуры, меняющейся во времени, и температуры, регистрируемой термопарой. Динамическая погрешность термопары характеризуется ее термической инерцией – отставанием измеренной температуры от неискаженной температуры среды, изменяющейся во времени. На практике оценка динамической погрешности термопар является непростой задачей, в особенности для термопар, измеряющих нестационарную температуру потока, плотность и скорость которого также существенно изменяются во времени, что характерно для конструкций ЛА.

Решение этой задачи проводилось с помощью программного модуля, созданного на кафедре «Ракетное вооружение» Тульского государственного университета. По результатам решения получен график температуры материала термопары, обусловленной контактом с нагретым газовым потоком.

При описании нестационарного температурного состояния термопары принимался ряд допущений:

- теплофизические свойства материалов термопары принимаются одинаковыми, равными среднеарифметическому значению электродов;

- поскольку диаметр электрода мал по сравнению с длиной, а коэффициент теплопроводности значителен, то считалось, что перепад температуры по радиусу спая и длине стержней равен нулю.

Сравнение полученного при расчете графика с кривой, характеризующей изменение температуры термопары в ходе эксперимента, позволяет вычислить температурную задержку, которая обуславливает меру термической инертности термопары.

На основе полученных результатов на следующем этапе решалась обратная задача теплопроводности для расчета температуры газа по найденной кривой температуры термопары. Решение обратной задачи велось численно путем дискретизации по времени дифференциального уравнения теплопроводности, при этом на каждом шаге определялась температура газа, меняющаяся по времени.

Кривые исходной и расчетной температур позволяют вычислить динамическую погрешность и использовать ее при экспериментальных измерениях температур для корректировки показания датчика.

Список литературы

1. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерений нестационарной температуры. Л.: Энергоатомиздат, 1990.

2. Олейник Б. Приборы и методы температурных измерений. М.: Издательство стандартов, 1987. 293с.

Исследование зависимости параметров течения в межтрубном пространстве компактного змеевикового теплообменного аппарата от его геометрических параметров с использованием численного моделирования

Лопухов С.А.

Научный руководитель — Французов М.С.

МГТУ им. Н.Э.Баумана, Москва

stanislav.lopukhov1996@gmail.com

На сегодняшний день змеевиковые теплообменные аппараты имеют достаточно широкую сферу применения: от пищевой до химической и ядерной промышленности. Это связано с тем, что данный вид теплообменных аппаратов имеет следующие преимущества:

- широкий диапазон рабочих температур и давлений;
- возможность работы при высоких температурах и давлениях;
- самокомпенсация термических напряжений;
- компактный узел с большой площадью теплообмена.

Актуальным является использование теплообменных аппаратов данного типа в ядерной промышленности, так как там существует проблема отвода высокого уровня теплового потока при высоких температурах.

Для аппаратов с несколькими змеевиками актуальной задачей является определение наиболее подходящих геометрических параметров для лучшего обтекания змеевиков в межтрубном пространстве. При наличии нескольких змеевиков проявляются особенности течения, из-за которых не используется часть поверхности теплообмена.

В работе было проведено исследование зависимости параметров течения в межтрубном пространстве змеевикового теплообменника с двумя цилиндрическими змеевиками в зависимости от диаметра наливки внутреннего змеевика при неизменном диаметре наливки внешнего змеевика с помощью численного моделирования.

Численное моделирование было проведено в программном САЕ пакете ANSYS Fluent. Исследование проводилось на упрощенной двухмерной осесимметричной модели аппарата. Охлаждаемое вещество - воздух при температуре 2000K. Исследуемые модели имели следующие геометрические характеристики: внутренний диаметр обечайки – 45 мм, длина аппарата – 236 мм, число витков внешнего змеевика - 18, число витков внутреннего змеевика - 19, шаг змеевиков – 12 мм, диаметр наливки внешнего змеевика – 35 мм, исследуемые диаметры наливки внутреннего змеевика: 21, 22, 23, 24, 25 мм. Змеевики выполнены из алюминиевых трубок 6х1 мм. Используемая модель турбулентности – k- ω SST. На поверхности змеевиковых трубок принимались граничные условия третьего рода, то есть заданы температура поверхности и коэффициент теплопередачи жидкости вблизи поверхности. Обечайка принималась теплоизолированной. Исследование проводилось в диапазоне чисел Рейнольдса $1e4 - 1e5$ для межтрубного пространства.

Выявлены особенности распределения температур, скоростей и давлений в межтрубном пространстве. Получены тепловые и гидравлические характеристики, в качестве которых принимались зависимости числа Нуссельта и коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса соответственно.

Необходимо отметить, что при некоторых режимах течения не обеспечивался ожидаемый перепад температур воздуха между входным и выходным сечениями, так как между соседними витками змеевиков образуются зоны с низкой скоростью теплоносителя, вследствие чего площадь теплообменной поверхности использовалась не полностью. При этом ядро потока ускорялось и его температура оставалась почти неизменной.

Динамические структурированные сетки на основе kd-деревьев в задачах интегрирования систем ОДУ с интервальными начальными условиями

Морозов А.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Ревизников Д.Л.

МАИ, Москва

alex-icex@mail.ru

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) широко используются для решения разнообразных прикладных задач. На практике часто встречается ситуация, когда параметры или начальные условия системы ОДУ содержат некоторую неопределенность или неоднозначность, выраженную в интервалах возможных значений. Для таких задач необходимо получение интервальной оценки решения по известным интервалам значений исходных данных. В частности, подобные задачи возникают в прикладной механике, термодинамике и химической кинетике, а также при численном исследовании определенных свойств систем ОДУ.

Из-за своей природы интервальные методы подвержены эффекту обертывания, проявляющегося в безграничном росте ширины получаемых интервальных оценок решений. Этот эффект возникает вследствие замены точной формы множества решений на более простую форму и для итеративных методов зачастую носит экспоненциальный характер

расхождения границ интервалов. Существуют методы, которые не подвержены или слабо подвержены этому эффекту, в основном они построены на символических вычислениях, со всеми вытекающими из этого сложностями при их реализации, использовании и распараллеливании. Отдельно стоят методы типа Монте-Карло, обладающие рядом положительных особенностей, но при этом требовательные к вычислительным ресурсам.

Исторически интервальные методы возникли в связи с потребностью в гарантированных вычислениях, которые учитывали бы погрешность самих вычислительных схем, а также ошибки округления при расчетах на ЭВМ. В настоящее же время интерес представляют задачи, в которых интервальность возникает непосредственно в самой постановке, а свойство гарантированности не столь важно.

В работе предлагается подход, который заключается в построении динамической структурированной сетки на основе kd-дерева над пространством, образованным интервальными параметрами задачи. В процессе выполнения алгоритма на каждом шаге интегрирования исходной системы ОДУ строится кусочно-полиномиальная функция, которая интерполирует зависимость решения от конкретных значений интервальных параметров. Далее для определения интервальной оценки решения применяются классические методы условной оптимизации.

Данный подход позволяет находить интервальные оценки решения с заданной точностью, при этом он не подвержен эффекту обертывания, обладает высокой степенью распараллеливания, соответствует архитектурам CUDA и MPI, не требует аналитической записи правой части системы ОДУ и вычисления производных высоких порядков.

Результаты апробации алгоритма на ряде представительных примеров разной размерности демонстрируют его эффективность и широкую область применения.

К определению семантики данных на основе мультиструктурной организации данных

Мурашов Ф.Д.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Головачев А.Г.

МАИ, Москва

fiodor-hobbit@yandex.ru

Главное назначение методов добычи данных - это поддержка принятия решений, основанная на поиске в данных скрытых закономерностей. Как правило, данные накапливаются в базах данных. Скрытые закономерности — это часто встречающиеся образцы (комбинации данных). Ими могут быть - наборы элементов, подпоследовательности, или подструктуры, которые появляются в наборе данных с частотой не меньше указанного пользователем порога. Например, набор элементов типа молока и хлеба, которые появляются часто вместе в наборе данных, является частой комбинацией элементов. Подпоследовательность, типа закупки сначала персонального компьютера, затем цифровой камеры, а затем карты памяти, если это происходит часто в базе данных хронологии посещения магазина, является частым последовательным образцом. Подструктура может относиться к различным структурным формам, типа подграфов, поддеревьев, или подструктур, которые могут быть объединены в наборы данных или подпоследовательности. Если подструктура встречается часто в графовой базе данных, это называют частым структурным образцом. Обнаружение частых образцов играет важную роль в поиске ассоциаций, корреляций, и многих других интересных отношений среди данных. Кроме того, это помогает в индексации данных, классификации, кластеризации и других задачах добычи данных. Таким образом, поиск повторяющихся образцов является важной задачей поиска данных и темой в исследованиях добычи данных.

Задача поиска повторяющегося образца - это обнаружения отношений среди элементов в базе данных. Задача может быть сформулирована следующим образом [1]:

Используя базу данных D с транзакциями, определить все образцы P, которые присутствуют в не менее s доле транзакций.

Доля s определяется как минимальная поддержка. Параметр s может быть выражен или как абсолютная величина, или как процент общего количества транзакций в базе данных.

Однако, чрезмерный объем выходного набора образцов и отсутствие контекстной информации сделало сложным интерпретацию и исследование образцов. В большинстве случаев пользователь хочет исследовать лишь небольшой набор наиболее интересных образцов и перед исследованием иметь грубое представление об их скрытом смысле или почему они интересны.

Следовательно, новая задача добычи часто встречающихся образцов, звучит так: «Как представить и интерпретировать образец полученный из исследования и анализа индивидуальных образцов?» Чтобы ответить на этот вопрос и облегчить интерпретацию образцов, необходимо аннотировать каждый образец семантикой, представить подробное описание образца и его связанный контекст.

Семантика – наука о значении, соотнесение терминов с их денотатами. Процесс соотнесения наиболее трудная задача в искусственном интеллекте. В человеческой практике наиболее успешным решением являются различные словари общего типа, которые позволяют понять семантику терминов. Такая способность словарей определяется их мультиструктурной организацией [2]. В частности, словарь имеет следующую структуру:

- 1) словарное определение;
- 2) расположение в системе синонимов;
- 3) иллюстрацию примерами употребления в контексте;
- 4) пометы.

Формирование подобных структур является основной задачей для аннотирования часто встречающихся образцов семантикой [3].

Список использованной литературы

1. Han J. et al. Frequent pattern mining: current status and future directions //Data mining and knowledge discovery. – 2007. – Т. 15. – №. 1. – С. 55-86.
1. Ссори́на М. С. Словарь как мультиструктурная организация //Ярославский педагогический вестник. – 2011. – Т. 1. – №. 1.
2. Mei Q. et al. Generating semantic annotations for frequent patterns with context analysis //Proceedings of the 12th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. – ACM, 2006. – С. 337-346.

Аналитическое и численное исследование изгибных колебаний вращающихся валов и разработка методов гашения вибраций

Муртазин И.Р., Попов И.А.

Научный руководитель — Лукин А.В.

СПбПУ, Санкт-Петербург

murtazin_ir@spbstu.ru

Обеспечение упругой устойчивости вращающихся валов и роторов является одной из важных и не полностью решенных задач прикладной механики в области машиностроения. Незбежное наличие геометрических и материальных несовершенств в конструкции приводит к возникновению изгибных колебаний, способных вызвать выход системы из строя и её разрушение.

В первой части работы представлены результаты моделирования изгибных колебаний вращающихся валов. На основе полученных уравнений в частных производных построена диаграмма Кэмпбелла и определены критические скорости оборотов вала. Получено как строгое аналитическое, так и приближенное (с применением вариационных методов математической физики) решение задачи. Исследована задача об изгибных колебаниях вала, вызванных наличием эксцентриситета. Рассмотрен случай нелинейной упругости одной из

опор вала. Нелинейная динамика системы исследована с помощью асимптотического метода малого параметра. Все вышеуказанные задачи решены также в конечно-элементной постановке с применением модулей расчета динамики деформируемых вращающихся тел («Rotordynamics»), реализованных в программных системах COMSOL и ANSYS. Сопоставление аналитических и численных решений позволило верифицировать методы детального расчета реальных конструкций вращающихся валов и роторов.

Во второй части работы рассмотрен вопрос о разработке системы гашения изгибных вибраций вала с помощью активного магнитного подшипника (Active magnetic bearing), установленного на одном из концов вала. Нелинейная динамика полученной управляемой системы исследована с помощью асимптотических методов нелинейной механики.

Заключение. Разработанные в работе подходы к моделированию изгибных колебаний вращающихся валов являются достаточно общими и могут быть применены при проектировании и расчете реальных объектов машиностроения. Технология применения активных магнитных подшипников является перспективным методом гашения вибраций и требует дальнейшего изучения и моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циглер Г. Основы теории устойчивости конструкций. М.: МИР, 1971. 191 с.
2. Болотин В.В. Динамическая устойчивость упругих систем. М.: Техничко-теоретическая литература, 1956. 600 с.
3. Михлин С.Г. Вариационные методы в математической физике. М.: Наука, 1970. 512 с.
4. Коллатц Л. Задачи на собственные значения (с техническими приложениями). М.: Наука, 1968. 503 с.
5. Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. М.: Машиностроение, 1970. 732 с.
6. Paidoussis Michael P. Fluid-structure interactions. Academic press, 1998. Vol 1. 572 с.
7. Yamamoto T., Ishida Y. Linear and nonlinear rotordynamics. Wiley VCH, 2nd edition. 447 с.
8. Saeed N.A., Kamel M. Active magnetic bearing-based tuned controller to suppress lateral vibrations of a nonlinear Jeffcott rotor system, 2017.

О задаче квантильной оптимизации ограниченного по времени тестирования

Мхитарян Г.А., Черыгова Е.Е.

Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Наумов А.В.

МАИ, Москва

grgmkn@mail.ru

В данной работе исследуется и решается задача формирования ограниченных по времени тестов в системах дистанционного обучения на основании информации о времени ответа пользователей на задания системы.

Первым этапом исследования является теоретическое обоснование и решение задачи квантильной оптимизации. В работе рассмотрена задача формирования индивидуальных заданий с ограничением по времени выполнения в системах дистанционного обучения и предложен алгоритм ее решения. Сформулирована задача частично целочисленного стохастического программирования с квантильным критерием с дискретным распределением и билинейной функцией потерь. Исходная задача сводится к смешанной задаче математического программирования большой размерности. Для полученной задачи строится алгоритм решения, основанный на методе декомпозиции Бендерса. В качестве распределения случайного времени ответа студента на задание используется логнормальная модель Ван дер Линдена. Предполагается, что сложности заданий оцениваются экспертом или при помощи соответствующих алгоритмов. При этом в данной постановке задачи присутствует весовой коэффициент, позволяющий сделать акцент либо на минимизации

отклонения сложности выбранного набора от требуемой сложности, либо на минимизации времени ответа пользователей.

Вторым этапом исследования является доработка инструмента формирования ограниченного по времени теста для СДО МАИ CLASS.NET. Для этого внесены изменения в программную составляющую системы. Было разработано ПО, позволяющее получить информацию о работе пользователей из БД MySQL в форматированном виде. Обработка данных происходит с помощью скрипта на языке программирования Python с прекомпиляцией используемых библиотек на C/C++ для ускорения вычислительного процесса.

Результатом выполненной работы является теоретически обоснованный, разработанный программный комплекс готовый к внедрению в СДО МАИ CLASS.NET.

Моделирование электростатического поля и процессов столкновения заряженных частиц источника внеэлектродной плазмы

Николаев А.В., Маркушин М.А.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Кричевский С.В.

СНИУ им. С.П. Королева, Самара

Poleniarthem@mail.ru

Газоразрядные приборы, которые формируют направленные потоки низкотемпературной плазмы, используются в различных областях науки и техники. Одним из таких приборов является генератор внеэлектродной плазмы, который имеет некоторые преимущества перед традиционными источниками низкотемпературной плазмы, что обуславливает определенный интерес к такому классу газоразрядных приборов. В связи с чем возникает необходимость как практического, так и теоретического исследования процессов, протекающих в газовом разряде, формирующем внеэлектродную плазму. Достоинства таких источников являются следствием особенности распределения силовых линий и эквипотенциалей электростатического поля генератора внеэлектродной плазмы. Ключевую роль в физике процессов взаимодействия заряженных частиц с атомами и молекулами остаточного газа играет распределение силовых линий и эквипотенциалей электростатического поля, зависящее, в свою очередь, от конструктивных параметров электродной системы источника плазмы. Однако существующие работы не содержат сведений о взаимосвязи таких параметров с распределением электростатического поля. В связи с трудоемкостью экспериментального исследования этого вопроса предлагается расчетная математическая модель электростатического поля.

Электродная система представлена плоским катодом и находящимся на некотором расстоянии от него анодом с круглым отверстием. При моделировании такой конструкции катод и анод целесообразно представить с бесконечно удаленными краями, т.к. вне области отверстия электроды представляют собой конденсатор с равномерным распределением поля. Рассматриваемая задача получения аналитического описания характера распределения электростатического поля в области отверстия в аноде значительно упрощается, если свети ее к решению двумерной задачи. Применяя теорию функций комплексного переменного, а именно конформные отображения, можно с помощью интеграл Шварца-Кристоффеля получить математическую модель распределения силовых линий и эквипотенциалей поля.

На основе такой модели была найдена функция напряженности поля и, как следствие, построены траектории движения заряженных частиц исследуемого газового разряда: электронов и положительных ионов с учетом их столкновения с молекулами остаточного газа, а также определены границы объемной ионизации электронным ударом и ионно-электронной эмиссии.

Экспериментальные данные по исследованию особенностей высоковольтного газового разряда и формируемой им внеэлектродной плазмы хорошо согласуются с результатами

математической модели электростатического поля и траекторий движения заряженных плазмы.

Обобщая результаты работы, можно сделать следующие выводы:

1. Проведены расчеты траекторий электронов и положительных ионов с учетом их энергий
2. Определены границы объемной ионизации электронным ударом и ионно-электронной эмиссии
3. Разработанная модель позволяет:
 - анализировать влияние параметров электродной системы на кинетику заряженных частиц;
 - уточнить модели взаимодействия данных частиц с поверхностью;
 - создать новый класс газоразрядных приборов, свободных от недостатков традиционных устройств;

«Разработка информационно-справочной системы «Портал дистанционного обучения кафедры «Математическая кибернетика»

Новикова Д.С.

Научный руководитель — доцент, Лунева С.Ю.

МАИ, Москва

tabwinbed@yandex.ru

В настоящее время появилась необходимость в создании системы непрерывного дистанционного образования, с помощью которой обеспечивается доступ к информационным ресурсам и базам данных, способствующим непрерывному повышению профессиональных навыков. Такая система позволяет обеспечить экономию времени, дает возможность обучаться людям с ограниченными возможностями и тем, кто не имеет возможности обучаться по очной форме. Основные преимущества системы дистанционного обучения заключаются в мгновенном доступе к электронным библиотекам и базам данных и организации интерактивного взаимодействия преподавателя со студентом.

Для реализации задачи разработки информационно-справочной системы «Портал дистанционного обучения кафедры «Математическая кибернетика» было создано программное обеспечение, которое позволяет:

1. Авторизовывать пользователей и разграничивает права доступа различных категорий пользователей.
2. Осуществлять сбор и хранение в базах данных информации.
3. Возможность быстрого поиска необходимых данных и их отображение.
4. Сбор и хранение статистических данных о пользователях системы по категориям.

Пользователи системы делятся на 4 категории, каждая из которых обладает определенными возможностями:

Преподаватель:

- создание и управление курсами;
- создание лекций и методических материалов;
- разработка контрольных заданий;
- контроль успеваемости;
- консультация студентов.

Студент:

- изучение материалов курса;
- прохождение контрольных заданий;
- консультация с преподавателями;
- контроль собственных результатов.

Администратор:

- создание и управление преподавателями;

- администрирование учебного процесса;
- управление курсами и информационными ресурсами.

Пользователь сети Интернет;

- получение доступа к свободным информационным ресурсам системы.

Для функционирования системы разработана база данных в СУБД MySQL, включающая в себя 9 таблиц:

1. «Пользователи»: уникальный идентификационный номер, email (используется как логин), пароль, имя и фамилия пользователя, номер группы и название факультета.
2. «Группа»: идентификационный номер группы, имя группы, факультет которому принадлежит группа
3. «Новости»: идентификатор новости, заголовок и текст новости.
4. «Лекции»: идентификатор лекции, название лекции, идентификатор автора лекции, идентификатор курса
5. «Вопросы тестов!»: идентификатор вопроса, текст вопроса, идентификатор курса, варианты ответов.
6. «Результаты теста»: идентификационный номер студента, идентификатор курса, результаты теста.
7. «Информация о курсе»: идентификатор курса, название курса, описание курса, идентификационный номер создателя курса.
8. «Сообщения пользователей»: идентификатор сообщения, идентификатор отправителя, идентификатор получателя, текст сообщения.
9. «Сопоставление курсов и групп»: идентификатор сопоставления, идентификатор курса, идентификатор группы.

Связь между таблицами осуществляется путем сопоставления данных в ключевых столбцах.

В системе реализован удобный интерфейс, адаптированный под разные категории пользователей, реализованы алгоритмы предоставления информации и данных в разных форматах, а также алгоритмы поиска информации на языке запросов SQL. Применяя комбинации различных фильтров, пользователи всех категорий имеют возможность получать интересующую их информацию.

Разработанная система очень важна в современных условиях ведения образовательного процесса, она позволяет студентам обучаться самостоятельно в комфортных условиях и удобное время, а преподавателям - применять новые методы обучения.

Литература

- 1.Мэтью Макдональд. Веб-разработка. Исчерпывающее руководство. – СПб.: Питер, 2017. – 640 с.
- 2.Маклафин Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2016 – 544 с.

Исследование колебаний статорной лопатки направляющего аппарата компрессора авиационного газотурбинного двигателя

Обухова М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Мельникова Т.Е.

ПНИПУ, Пермь
marina150392@mail.ru

Актуальная проблема гарантированного обеспечения высоких эксплуатационных характеристик и значительного повышения ресурса их работы, а, следовательно, безопасности полетов авиационной техники, решается путем совершенствования известных моделей и проектирования новых прочных и надежных моделей авиационных газотурбинных двигателей. Исследования, основанные на экспериментальных и расчетных методах оценки напряженно-деформированного состояния конструктивных элементов с

учетом эксплуатационных условий нагружения, являются базой разработки конструкций газотурбинных двигателей с эффективными рабочими параметрами. Комплекс задач проектирования современных конструкций элементов и узлов газотурбинных двигателей успешно решается численными методами.

Цель работы - исследование динамических характеристик при колебании статорной лопатки направляющего аппарата компрессора газотурбинного двигателя на основании применения компьютерных технологий и численных методов прочностного и динамического расчета.

Реализация поставленной задачи, а именно, математическое моделирование задачи расчета собственных форм и частот колебаний статорной лопатки с учетом предварительного напряженного состояния, включает моделирование, расчет и проектирование конструкции и осуществлена при помощи программного комплекса ANSYS Mechanical APDL 14.5. При этом создана трехмерная конечно-элементная модель сектора ступени направляющего аппарата компрессора, включающего в себя лопатку, элементы наружного корпуса и внутреннего корпуса, имеющего истираемое покрытие, и проведены вычислительные эксперименты. Проведен прочностной анализ статорной лопатки, находящейся под действием значительных температур и давления воздушной среды. Выполнена серия статических вычислительных экспериментов для изучения влияния свойств материала, используемого в качестве истираемого покрытия внутреннего корпуса направляющего аппарата компрессора, на уровень напряжений, возникающих в статорной лопатке. На основании полученных результатов статических расчетов оценено предварительное напряженное состояние статорной лопатки с учетом влияния силовых и температурных факторов. Выявлены зоны концентрации напряжений, возникающих в объеме статорной лопатки.

Решена задача исследования динамических характеристик при колебании статорной лопатки направляющего аппарата компрессора с учетом предварительного напряженного состояния и влияния свойств материала истираемого покрытия. Получена прямо пропорциональная зависимость между расчетными значениями частоты колебаний лопатки и модулем упругости материала, применяемого в качестве истираемого покрытия внутреннего корпуса компрессора. Получены узловые линии собственных форм колебаний статорной лопатки для двадцати частот, представляющих наибольший интерес. Результаты, представленные на диаграммах Кэмпбелла для исследованных вычислительных экспериментов, позволили выявить эффект снижения собственной частоты колебаний статорной лопатки в зависимости от роста частоты вращения ротора. Полученный эффект отражает влияние податливости расчетной схемы, включающей влияние свойств материала истираемого покрытия, предварительного напряженного состояния и действия инерционных нагрузок.

Планируется проведение вибрационных испытаний для верификации численных результатов статических и динамических расчетов.

Влияние параметров слоев многослойной печатной платы на теплоотвод

Панфилина М.Д.

Научный руководитель — Жанаптаева Т.М.

МАИ, Москва

tirra.tirra@mail.ru

Конфликт миниатюрности и надежности это парадокс развития электроники, актуальный в настоящее время. И это ставит на первое место проблему теплоотвода, так как при таких размерах нарушение заданного теплового режима может быть критичным для надежности работы изделия и его компонентов.

Целью работы является исследование влияния параметров теплоотводящих слоев многослойной печатной платы на теплоотвод и определение оптимальных свойств

теплоотводящих слоев, с точки зрения весовых характеристик печатной платы и теплоотвода.

Задача решается методом конечных элементов на современных системах автоматизированного проектирования.

В ходе работы проведено моделирование четырехслойной платы квадрокоптера, при различных вариантах теплоотвода: кондуктивным с конвекционным теплоотводом воздухом и только кондуктивным. Просчитывалось влияние характеристик внутренних теплоотводящих слоев, таких как толщина, состав (медь, алюминий, сталь) и процентное заполнение.

В результате проведенного исследования установлено, что толщина теплоотводящих слоев многослойной печатной платы нелинейно влияет на теплоотвод и с увеличением толщины теплоотводящих слоев теплоотвод увеличивается, в то же время неоправданное увеличение толщины теплоотводящих слоев увеличивает весовые характеристики платы при незначительном увеличении теплоотвода. Выявлена оптимальная толщина теплопроводящих слоев с точки зрения весовых характеристик печатной платы и теплоотвода. Определены оптимальные для теплоотвода сочетания параметров внутренних теплоотводящих слоев при их различном составе и процентном заполнении, что позволяет составить рекомендации для производства.

Список литературы:

1. Хайрнасов К.З., Моделирование и тепловой анализ электронных устройств космических аппаратов // – М.: Вестник МАИ, 2013. Т.20. №3. С. 134-138
2. Югов В.П. Решение задач теплообмена / – М.: Cadfem, 2001. – 180 стр.
3. Медведев А.М. Технология производства печатных плат. – М.: Техносфера, 2005. – 360 с.
4. B. Raja, V. Praveenkumar, M. Leelaprasad, P. Manigandan. Thermal Simulations of an Electronic System using Ansys Icepak. [Электронный документ] // Int. Journal of Engineering Research and Applications ISSN: 2248-9622, Vol. 5, Issue 11, (Part - 1) November 2015, pp.57-68 (www.ijera.com). Проверено 16.02.2018.

Аналитическое и численное моделирование твердотельного микрогироскопа гироскопа на поверхностных акустических волнах

Папировский А.А., Лукин А.В., Попов И.А.

Научный руководитель — Лукин А.В.

СПбПУ, Санкт-Петербург

apapirovskiy@gmail.com

Применение в традиционных схемах построения микромеханических гироскопов (ММГ) подвижных инерционных масс и гибких торсионов для их подвеса резко снижает вибро- и ударопрочность данных приборов. При этом существует необходимость разработки систем инерциальной навигации для объектов, движение которых характеризуется большими перегрузками (до 65000 g) и высокими угловыми скоростями (до 10000 град/с) [1]. В связи с этим, большой интерес представляют твердотельные микромеханические гироскопы (ТМГ), основанные на явлении распространения упругих волн в сплошной среде. Известно, что фазовая скорость поверхностных акустических волн (ПАВ) в звукопроводе зависит от угловой скорости его вращения [2-4]. Данный гироскопический эффект может быть использован в целях навигации подвижного объекта. В настоящей работе исследуется ряд аналитических и численных моделей, с различной степенью подробности описывающих динамику ТМГ на ПАВ.

В первой части работы рассматривается ряд модельных задач, характеризующих работу ТМГ. Находится аналитическое и численное решение задачи о распространении поверхностных акустических волн Рэлея в упругом полупространстве, в т.ч., с учетом вращения звукопровода. Решается ряд динамических задач пьезоэлектростатической,

допускающих аналитическое решение (гармоническое возбуждение пьезоэлектрического стержня; радиальные колебания полого шара из пьезокерамики; радиальные колебания тонкой пьезоэлектрической пластинки, поляризованной по толщине; волна Гуляева-Блюштейна в полупространстве). На основе полученных решений верифицируются методы численного моделирования ТМГ на ПАВ в программной системе COMSOL.

Во второй части работы выполняется построение и изучение упрощенных конечно-элементных моделей ТМГ на ПАВ в математической постановке пьезоэлектростатической. Решается задача о распространении ПАВ в пьезоэлектрике с электродированной свободной поверхностью с учетом вращения звукопровода. Исследуется влияние термоупругой диссипации на характер распространения волн. Намечаются пути к полномасштабному конечно-элементному моделированию ТМГ на ПАВ с учетом реальной геометрии чувствительного элемента из пьезокерамики и встречно-штыревого преобразователя.

Закключение. Разработанные методы моделирования твердотельного микромеханического гироскопа на поверхностных акустических волнах и их верификация на основе аналитических решений позволяют выполнять качественный анализ работы прибора с учетом его конкретных конструктивных особенностей и факта связанности механического, электрического и температурного полей.

Работа проводилась при поддержке гранта РФФИ 17-01-00414 А.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лукьянов Д.П., Распопов В.Я., Филатов Ю.В. Прикладная теория гироскопов. СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электрон». 2015 – 316 С.
2. Гуляев Ю.В., Плесский В.П. Распространение поверхностных акустических волн в периодических структурах. Успехи физических наук. №1 (157). 1989. С. 85-127
3. Лукьянов Д.П., Филатов Ю.В. Современное состояние и перспективы развития твердотельных микрогироскопов на поверхностных акустических волнах. Гироскопия и навигация. №3 (74). 2011. С. 75-87.
4. Sang Woo Lee et. al. A micro rate gyroscope based on the SAW gyroscopic effect. J. Micromech. Microeng. №17. 2007. P. 2272-2279

Кинематический и силовой анализ шарнирно-рычажного механизма с использованием SolidWorks

Радионов М.В.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Одиночко В.Ф.

БНТУ, Минск, Беларусь
rodionov1998maxim@gmail.com

В работе представлены результаты кинематического анализа шарнирно-рычажного плоского механизма графоаналитическим способом и методом SOLIDWORKS Motion.

Цель работы – сравнение результатов определения скорости и ускорения выходного звена механизма полученных вышеуказанными способами при всех прочих равных условиях.

Графоаналитический метод кинематического анализа механизмов предполагает аналитическую запись векторных уравнений и графическое их решение построением планов скоростей и ускорений.

Планом механизма называется масштабное графическое изображение кинематической схемы механизма соответствующее заданному положению входного звена. Как правило рисуют несколько планов механизма (например шесть) и совмещают их на одном чертеже.

В процессе моделирования движения механизма с помощью функции SOLIDWORKS Motion были построены графики скоростей и ускорений выходного звена (ползуна).

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы:

- Использование программы Компас-3D для выполнения графических построений при кинематическом анализе шарнирно-рычажного механизма даёт возможность получить результаты с высокой точностью.
- Программа SOLIDWORKS даёт возможность построить кинематическую схему механизма с такой же точностью, как и Компас-3D, но и при этом создать анимацию его движения.
- Кинематический анализ механизма с помощью SOLIDWORKS Motion требует значительно меньше затрат времени по сравнению с графоаналитическим методом. При этом полученные результаты анализа практически одинаковые.

Программа для численного расчёта нелинейно-электродинамического эффекта расщепления электромагнитного импульса в сильном магнитном поле пульсара

Рыбаков В.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Денисова И.П.

МАИ, Москва

volodyarybakov@mail.ru

Согласно квантовой теории [1], при распространении электромагнитных волн во внешних электромагнитных полях происходит двулучепреломление: исходная волна расщепляется на две волны (моды), поляризованные во взаимно перпендикулярных плоскостях и распространяющиеся с различающимися скоростями, зависящими от индукции магнитного поля. При полях, достижимых в лабораторных условиях, эта разность скоростей мод пренебрежимо мала. Однако в сильных магнитных полях пульсаров она достигает измеримых величин и приводит к необычному поляризационному эффекту. Рассмотрим импульс жёсткого излучения пульсара конечной длины. В области сильного магнитного поля пульсара он расщепляется на две моды, передние фронты которых в начальный момент времени совпадают. Передний фронт более быстрой моды прибудет к детектору раньше, чем передний фронт медленной моды, на некоторое время t , зависящее от величины магнитного поля. Поэтому в течение времени t через детектор будет проходить только более быстрая нормальная мода импульса и детектор будет регистрировать линейную поляризацию у этой части импульса. Спустя время t к детектору прибудет и передний фронт импульса, переносимого другой нормальной модой. Сложение этих нормальных мод в последующее время создаст в детекторе излучение с эллиптической поляризацией. Совершенно аналогично, задний фронт более быстрой моды импульса покинет детектор раньше заднего фронта медленной моды. Поэтому у задней части импульса жёсткого излучения длительностью t поляризация тоже будет линейной, но ортогональной линейной поляризации передней части импульса.

Этот поляризационный эффект показывает, что магнитные поля нейтронных звёзд являются хорошими объектами для исследования нелинейной электродинамики вакуума и проверки её предсказаний.

Численные расчёты, проведённые нами, показали, что при прохождении электромагнитного импульса в поле пульсара, передний фронт более быстрой моды опережает передний фронт более медленной моды на время $\sim 10^{-7}$ секунды. Поэтому после создания поляриметров жёсткого излучения пульсаров космического базирования этот эффект может быть измерен.

Литература

[1] Ахиезер А. И., Берестецкий В. Б.. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1969

Программа вычисления периодических функций для задания граничных условий при решении задач гидродинамики

Савельева В.С.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.

МАИ, Москва

VeraSSavel@gmail.com

Для моделирования многих задач гидродинамики возникает необходимость задания переменных граничных условий, в частности, периодических. Такая потребность возникает при моделировании задач с вибрационным воздействием на жидкость, например, при изучении резонанса волн Фарадея на свободной границе жидкости. Целью данной работы является подготовка необходимых данных для моделирования посредством учебной версии коммерческого пакета ANSYS Fluent волн Фарадея, возникающих на свободной поверхности жидкости в колеблющемся сосуде. В программе ANSYS Fluent существует несколько способов задания периодических граничных условий, например, через форматы Profile или с помощью пользовательских функций UDF (User-defined function). Форматы профильных файлов (Profile) являются достаточно простыми, и каждый из таких файлов может содержать в себе несколько профилей. Особенностью стандартного профиля является наличие заголовка у считываемого файла, в котором указываются название граничного условия, его параметры и служебные ключи. Поэтому для подготовки различных граничных данных была написана программа на языке C.

Результатом работы является программа вычисления периодических функций с определенными частотно-амплитудными характеристиками при задании граничных условий для скорости или перемещения. Она позволяет получить данные в виде массива, пригодного для дальнейшей обработки в программе ANSYS Fluent. При задании граничных условий с помощью функции UDF также необходимо описать функцию переменных граничных условий на языке программирования C. UDF имеет большие возможности, например, кроме задания граничных условий с помощью UDF в решателе ANSYS Fluent можно расширить задание внешних сил, свойств жидкостей, параметры решателя, мониторинга, постобработки и другие функции. Для ввода периодических граничных условий в программу ANSYS Fluent проведён сравнительный анализ задания граничных условий форматами профиля (Profiles) и определяемой пользователем функции (UDF). В качестве примера взята задача вычисления перемещения и скорости жидкости в сосуде, который подвержен вертикальным колебаниям.

Использование графических процессоров в задачах интегрирования систем ОДУ с интервальными данными

Сергеева Т.С., Морозов А.Ю.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Ревизников Д.Л.

МАИ, Москва

misterioremo@gmail.com

Интервальная арифметика широко используется в прикладных задачах уже более полувека. Несмотря на свой общий успех, она имеет один существенный недостаток: так называемый эффект обертывания, который проявляется в безграничном росте ширины получаемых интервальных оценок решений. Этот эффект возникает вследствие замены точной формы множества решений на более простую форму и для итеративных методов зачастую носит экспоненциальный характер расхождения границ интервалов. Существуют методы, которые не подвержены или слабо подвержены этому эффекту, в основном они построены на символьных вычислениях и имеют экспоненциальную сложность относительно количества интервальных параметров задачи. Для таких методов естественной потребностью является их распараллеливание для ускорения вычислений.

В последние годы очень активно идет развитие технологии CUDA, которая позволяет использовать графические процессоры компании NVIDIA для общих вычислений. Ключевое отличие GPU от CPU заключается в наличии тысяч ядер способных одновременно производить расчеты. Зачастую при использовании даже не очень дорогих видеокарт можно получить прирост производительности в десятки, а то и в сотни раз по сравнению с вычислениями на центральном процессоре. Отметим, что при всей своей привлекательности, разработка на GPU обладает рядом особенностей, к примеру, вместо взаимодействия только с оперативной памятью, здесь идет работа сразу с шестью различными видами памяти.

В работе рассматриваются вопросы распараллеливания метода основанного на рядах Тейлора при помощи технологии CUDA. Суть метода заключается в использовании полиномов Тейлора высоких порядков по времени и начальным условиям. Эффект обёртывания уменьшается за счёт установки функциональных зависимостей между начальными условиями и решением на каждом шаге метода. Для этого все вычисления с коэффициентами полиномов Тейлора выполняются на множестве вещественных чисел, а интервальные границы вычисляются только для остатка. При данном подходе все арифметические операции и стандартные функции должны работать с целыми полиномами в качестве операндов. Очевидно, что с ростом количества интервальных

параметров задачи количество коэффициентов в ряде Тейлора возрастает экспоненциально, следовательно, сложность всех арифметических операций также возрастает экспоненциально.

Выделим два подхода к распараллеливанию описанного выше метода. Первый заключается в распараллеливании каждой арифметической операции. К примеру, сложение двух рядов, по сути, является сложением векторов и может быть выполнено параллельно без каких либо сложностей. Второй подход предполагает разбиение пространства, образованного интервальными параметрами задачи, на некоторые подобласти, которые обрабатываются параллельно. На практике используется комбинация этих двух подходов. При наличии кластера из вычислительных машин, содержащих в себе графические процессоры, на уровне распараллеливания по машинам применяется второй подход, а уже на каждой отдельной машине – первый.

Результаты расчетов на ряде представительных задач разной размерности демонстрируют высокую эффективность распараллеливания на графических процессорах.

Исследование влияния инжекции газа с поверхности высокоскоростного летательного аппарата на его аэродинамические характеристики

Скрябина Е.С.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Чувашев С.Н.

МАИ, Москва

elzabra@yandex.ru

В работе представлены некоторые результаты расчётного исследования влияния инжекции газов с поверхности высокоскоростных (числа Маха от 5 до 20) летательных аппаратов на особенности его аэродинамики, включая поля скоростей, давлений и т.д. [1, 2]. На основании стандартных уравнений газовой динамики разработана двумерная нестационарная физико-математическая модель процесса взаимодействия набегающего и инжектируемого потоков. Турбулентные эффекты моделировались с использованием стандартной SST модели Ментера с замыканием по Буссинеску. Вычисления проведены численно в пакете программ ANSYS Fluent с использованием схемы AUSM+ на четырёхугольной многоблочной структурированной сетке. Для уравнений переноса и турбулентности использовалась численная схема второго порядка; для шага по времени применён неявный метод Эйлера первого порядка. В расчётах для фиксированного числа Маха набегающего потока $M_\infty=6$ варьировались число Маха инжекции M_i и скорость газа v_{g0} .

В результате расчётов показано формирование изобарического объёма вблизи поверхности летательного аппарата. Этот объём служит своего рода "газовым обтекателем", который уменьшает коэффициент волнового сопротивления S_x в 1.5...2.0 раз. Выявлены режимы устойчивости такой изобарической зоны. Показано, что в первом режиме - режиме установившегося течения - картина потока с образованием изобарической зоны устанавливается за несколько пролётных времён tp_r и в ней отсутствуют различные неоднородности. Во втором режиме в изобарической зоне расход инжекции недостаточен для компенсации выноса инжектированной массы из изобарической зоны, в которой формируется постоянный во времени вихрь. Исследован также переходный режим течения, реализуемый при больших M_i и долгих временах процесса (примерно $100 \cdot tp_r$), в котором наблюдались большие (практически на всю глубину зоны инжекции) нестационарные вихри и возмущения всех параметров амплитудой порядка 50...100 % в виде чередующихся областей повышенных и пониженных давлений, скоростей, температуры и пр. Значения коэффициента волнового сопротивления передней части тела S_x при этом были непостоянны и в среднем существенно выше, чем после установления квазистационарного течения. Это связано с тем, что скорость звука в объёме инжектированного вещества оказалась недостаточна для выравнивания давления в этой области.

Таким образом, в работе расчётным путём проанализированы возможности снижения энергопотребления (за счёт снижения сопротивления) и выбросов высокоскоростных летательных аппаратов с помощью активного воздействия на поток при инжекции газа в изобарическом режиме.

Список литературы:

1. Чувашев С.Н. и др. Исследование способа снижения энергозатрат и тепловых нагрузок при высокоскоростном движении // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2015. №2. С. 74-91.

2. Чувашев С.Н. и др. О реализации изобарических режимов активного воздействия на высокоскоростной поток при инжекции тяжёлых и холодных газов // Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология". 2017. № 13-15. С. 123-133.

Обучение предварительной подготовке и обработке данных в среде MS Azure ML

Смышляева А.Г.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Виноградов В.И.

МАИ, Москва

sm-anna94@yandex.ru

Для закрепления теоретических знаний по изучению методов Data Mining наиболее полезным является проведение лабораторных практикумов по самостоятельному выполнению студентами задач прогнозной аналитики. Одной из платформ для выполнения таких практических работ является облачный сервис MS Azure Machine Learning.

В службе Azure ML представлены алгоритмы машинного обучения для решения задач классификации, регрессии и выявления аномалий, кластеризации.

Студентам для того, чтобы выполнять задачи прогнозной аналитики с помощью Azure Machine Learning достаточно выполнить следующие шаги:

Посетить azure.microsoft.com, подписаться и создать рабочую область в New/Data Services/Machine Learning.

Загрузить данные на сервис.

Предварительно обработать данные перед использованием их в машинном обучении.

Обучить и валидировать модель.

Создать веб-сервис, который использует модели для выполнения быстрых предсказаний в реальном времени.

Важным шагом при построении модели машинного обучения является предварительная подготовка и обработка данных. В среде MS Azure ML представлены следующие основные модули для предварительной обработки данных. Рассмотрим некоторые из них:

Модуль Convert to Indicator Values. Целью этого модуля является преобразование столбцов, содержащих категориальные значения, в ряд бинарных столбцов индикаторов, которые легче использовать в качестве функций модели машинного обучения.

Модуль Edit Metadata. Этот модуль может применяться в случаях: обработка булевых или числовых столбцов как категориальных значений; указание, какой столбец содержит метку класса или значения, которые надо классифицировать или спрогнозировать; маркировка столбцов как функций; изменение значений даты / времени на числовое значение или наоборот; переименование столбцов.

Модуль Group Categorical Values. Типичное использование модуля заключается в объединении нескольких значений строк в один новый уровень. Можно создавать группы только для категориальных столбцов.

Модуль Join Data. Использование этого модуля необходимо для объединения двух наборов данных с использованием операции объединения в стиле базы данных. Чтобы выполнить соединение на двух наборах данных, они должны быть связаны одним ключевым столбцом.

Модуль Normalize Data. Цель нормализации заключается в изменении значений числовых столбцов в наборе данных для использования общего масштаба без искажения различий в диапазонах значений или потери информации. Нормализация также необходима для того, чтобы некоторые алгоритмы правильно моделировали данные. Большая разница в масштабах чисел может вызвать проблемы при попытке объединить значения как функции во время моделирования.

Модуль Principal Component Analysis. Модуль анализирует данные и создает уменьшенный набор функций, который фиксирует всю информацию, содержащуюся в наборе данных, но с меньшим количеством функций.

Модули предварительной обработки данных были успешно применены на примерах для предоставления студентам. В примере двухклассовой классификации задержки авиарейсов, предлагаемом студентам, были использованы модули Join Data и Edit Metadata. Модуль Edit Metadata был применен для преобразования выбранных столбцов в категориальную функцию, затем был использован модуль Join Data для объединения двух наборов данных: о рейсах и о погоде в аэропортах.

В другом примере двухклассовой классификации анализа настроений в Twitter были применены модули Edit Metadata и Principal Component Analysis. Первый модуль - для определения текстового столбца как некатегориального. Для того, чтобы в алгоритмах машинного обучения не использовался непосредственно исходный текст, а использовались значения извлеченных из него функций. Второй модуль для сокращения размерности и сжатия значений функций.

Для выдачи различных вариантов студентам была написана программа, генерирующая псевдослучайный набор данных, учитывающий сезонные особенности.

Студентам будет предоставлено:

теоретический материал с описанием примеров и основных модулей в Azure ML,

набор вариантов исходных данных в виде таблицы объект-признак, т.е. набор объектов T_i , характеризующийся набором из M признаков, для каждого студента. Перед применением методов машинного обучения студентам будет предложено сделать предобработку данных и затем применить указанные преподавателем алгоритмы машинного обучения.

Список используемой литературы:

Azure Machine Learning Studio Algorithm and Module Reference
<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/studio-module-reference/>

Оценка эффективности межкадровой фильтрации изображений в космической системе наблюдения

Собенин А.В.

Научный руководитель — Малинин А.Д.

МФТИ, Долгопрудный

toshka_sob@mail.ru

Рассматривается задача фильтрации изображений, полученных в космической системе наблюдения с помощью оптико-электронной аппаратуры. Оптико-электронная аппаратура установлена на космическом аппарате дистанционного зондирования, функционирующем на эллиптической орбите. Основной задачей работы системы является получение информации о наблюдаемых на фоне Земли движущихся объектах, представляющих собой источники излучения со случайными параметрами: амплитудой, временем появления и координатами точки появления. Выходным сигналом аппаратуры служит последовательность информационных кадров, включающих в себя сигналы от объектов (при их наличии) и помеху, в которой можно выделить две основные составляющие: внутреннюю (технологическую), обусловленную особенностями производства фоточувствительных элементов и флуктуационным шумом, и фоновую, связанную с отражением солнечного излучения от облаков и поверхности Земли. В обрабатываемом изображении технологическая помеха практически неподвижна, а скорость изменения сигнала фоновой помехи, определяемая движением космического аппарата на орбите и вращением Земли, ниже, чем скорость изменения сигнала от объекта наблюдения.

Для обеспечения заданных характеристик при решении задачи получения информации о наблюдаемых объектах необходимо производить фильтрацию изображений, поступающих с выхода оптико-электронной аппаратуры, при этом обработку информации необходимо производить в реальном времени на борту космического аппарата, что накладывает ограничение на использование вычислительных ресурсов.

Фильтрацию можно условно разделить на межкадровую и внутрикадровую. В работе рассматриваются межкадровые фильтры с конечной и бесконечной импульсными характеристиками, в которых варьировались параметры: коэффициент задержки и коэффициент забывания соответственно. Оценка эффективности производилась с использованием выбранного критерия максимизации отношения амплитуды сигнала от объекта к среднеквадратическому отклонению помех, оставшихся после фильтрации. Были проведены исследования влияния на эффективность фильтрации положения КА на орбите, типа фоновой помехи и пространственной неоднородности фоновых помех. В качестве входных данных использовались кадры, полученные с использованием имитационного моделирования, а также натурные кадры, в которых имитировались только сигналы от объектов наблюдения. В ходе работы использовался язык программирования C++ в среде разработки Visual Studio 2012, а также Matlab R2014a.

В результате проведенных исследований получены оценки эффективности межкадровой фильтрации в алгоритмах обработки информации на борту космического аппарата и сформулированы рекомендации по использованию межкадровых фильтров в различных условиях наблюдения.

Об одной задаче асимптотического поведения ортогональных многочленов на симметричном отрезке

Соломинов В.М.

Научный руководитель — доцент, к.т.н. Романенков А.М.

МАИ, Москва

vlad-cb.dik@mail.ru

Ни для кого не секрет, что такие структуры, как ортогональные многочлены применяются, где только возможно: вычислительная математика, уравнения математически физики, теория вероятности и математическая статистика и др. В связи с этим часто возникает вопрос о поведении многочлена на сетке, когда степень этого многочлена растёт вместе с ростом числа точек в сетке. Множество математиков занимаются решением данного вопроса. Главная задача состоит в том, чтобы получить не улучшаемые оценки на остаточные члены асимптотических формул для ортогональных многочленов, которые оставались бы верными и минимальными при стремлении степени многочленов и числа разбиений к бесконечности.

Данная задача известна с давних времён и уже приведено немало результатов по оценкам классических ортонормированных систем. На сегодняшний день существует множество ортонормированных систем, которые часто применяются на практике в качестве базисов. Для этих систем, указанная задача, почти не была исследована. Такими системами являются — классические многочлены, ортогональные на произвольных сетках.

В данной работе проведено исследование асимптотических свойств некоторых ортогональных многочленов с весовой функцией, которая зависит от шага произвольной сетки (как равномерной, так и неравномерной), состоящей из конечного числа точек отрезка симметричного сегмента ортогональности. Установлено, что асимптотическое поведение исследуемых многочленов почти совпадает с асимптотическим поведением многочленов Лежандра. А именно, отличается от них на константу, которая зависит только от степени многочлена.

Полученная формула, которая описывает асимптотическое поведение исследуемых ортогональных многочленов отличается от асимптотической формулы для многочленов Лежандра на величину, которая зависит от разбиения введённой сетки на симметричном интервале и степени многочлена и не превосходит величины, которая нельзя пренебречь.

Численное гашение вынужденных поперечных колебаний упругой балки с помощью нескольких стационарных актюаторов

Таран Н.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов И.Е.

МАИ, Москва

n1cktaran@rambler.ru

Методы управления колебаниями элементов сложных механических систем, таких как струны, мембраны, балки, пластины, начали интенсивно развиваться с 70-х годов прошлого столетия. В частности, колебания балки моделируются уравнением в частных производных четвёртого порядка, гиперболическим по Петровскому. Минимизируемым функционалом является интеграл энергии колеблющейся балки. Управление осуществляется с помощью некоторой функции, входящей в правую часть уравнения. Ранее было показано [1], что решение задачи существует при любом заданном времени гашения, однако с уменьшением этого времени нахождение оптимального управления усложняется. Для получения приближенных численных решений рассматривались так называемые точечные актюаторы. Было рассмотрено управление с помощью одного точечного актюатора, помещенного в некоторой точке балки, однако оказалось, что в этом случае осуществить гашение не всегда возможно. Поэтому было также рассмотрено управление с помощью точечного актюатора,

перемещающегося по небольшому участку балки. Однако практическая реализация такого актюатора весьма затруднительна.

В настоящей работе численное гашение колебаний балки осуществляется с помощью нескольких неподвижных точечных актюаторов. Разработаны вычислительные алгоритмы на основе метода матричной прогонки [2] и метода отыскания минимума функций многих переменных Марквардта [3]. Для отыскания хорошего начального приближения при минимизации интеграла энергии используются эмпирические функции с небольшим числом переменных. Это позволило существенно уменьшить время расчета одного примера. Приводятся примеры расчетов гашения колебаний с различным числом актюаторов.

Литература

1. Атамуратов А. Ж., Михайлов И. Е., Муравей Л. А. Проблема моментов в задачах управления упругими динамическими системами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. № 9. С. 587-598.
2. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. М.: Наука, 1989. 432 с.
3. Пантелеев А. В., Летова Т. А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2005. 544 с.

Совмещение возможностей аналитического и графического расчёта и моделирования узкополосных трансформаторов комплексных сопротивлений при проектировании согласующих цепей

Толстомятов В.С., Абдулназаров Д.И.

Научный руководитель — к.т.н. Печаткин А.В.

РГАТУ им. П.А. Соловьёва», Рыбинск

Student-Rts-1@yandex.ru

Процессы проектирования СВЧ устройств требуют тщательного согласования между собой как отдельных сигнальных цепей, так и функциональных узлов в целом. От точности согласования зависит не только поступающая в нагрузку мощность, но и спектральный состав сигнала, а, следовательно, его информационная целостность.

В последние годы наиболее ярко себя проявляет, т.н. «печатная электроника» — микрополосковая технология на различных диэлектрических подложках, объединённая с возможностями современных полиграфических платформ (глубокой, флексографской, струйной печати, гравировки), позволяющих при помощи «функциональных чернил» (со свойствами проводников, полупроводников и диэлектриков) создавать электронные и радиоэлектронные устройства с улучшенными рабочими характеристиками, повышенной надёжностью и экологической безопасностью.

Полученное таким образом изделие имеет на подложке не только межэлементные соединения, как в случае с печатной платой, в т. ч. многослойной, но и полностью сформированные активные и пассивные элементы, выполненные в соответствии с электрической схемой. Несмотря на высокую точность и выполнение «функционального топологического рисунка» в едином технологическом цикле, сформированные компоненты имеют технологический разброс и отличающиеся друг от друга комплексные входные и выходные сопротивления, также как и в случае традиционного монтажа с применением навесных выводных и безвыводных (SMD) электрорадиоэлементов.

Для максимально точного согласования между собой комплексных сопротивлений отдельных функционально-топологических узлов, в том числе с возможностью использования неминуемого образующихся паразитных индуктивностей и ёмкостей, а также разделения или, наоборот, совмещения переменных сигнальных и постоянных питающих силовых токов необходимо хорошо представлять особенности функционирования, расчёта и проектирования пассивных согласующих цепей.

В практике проектирования наибольшее распространения получили Г-образные индуктивно-ёмкостные цепи — узкополосные низкочастотные и высокочастотные трансформаторы комплексных сопротивлений, имеющие как самостоятельное применение, так и использующиеся как функциональная часть более сложных широкополосных Т- и П-образных согласующих цепей.

При проектировании входных, межкаскадных и выходных согласующих цепей на первое место выходит требование трансформации нагрузочных сопротивлений при достаточно простой конструктивной реализации, которую и обеспечивает применение указанных выше схем как независимо друг от друга, так и в комбинации. Процесс аналитического расчёта цепей, предназначенных для согласования активных и активно-реактивных сопротивлений, не вызывает сложности. Однако для случая, когда оба импеданса являются комплексными, аналитический расчёт существенно усложняется.

Для оперативного расчёта и синтеза цепей согласования предлагается совмещать возможности графического метода с помощью электронной диаграммы Вольперта-Смита и аналитических компьютерных моделей, позволяющих в единой итерации не только получить низкочастотное и высокочастотное решение, но также использовать полученные данные для реализации аналогичных цепей проектируемого устройства и формирования более сложных широкополосных согласующих систем. Аналитическая модель реализована на вычислительной платформе MathCAD, наглядно отображающей весь процесс вычислений и генерации выходных данных в прямой математической форме. Процесс вычислений требует указания рабочей или центральной частоты согласования, импедансов источника (или линии связи) и нагрузки, после ввода которых на выходе формируется матрица с указанием номиналов индуктивностей и ёмкостей для двух вариантов реализации согласующей цепи: низкочастотной (ФНЧ) и высокочастотной (ФВЧ). Кроме того, при условии, что оба согласуемые импеданса являются чисто активными, матрица дополняется номиналами сопротивлений для использования в качестве согласующей цепи резистивного аттенуатора.

Генерация решений в виде двух вариантов технических решений, позволяет проектировщику оценить наиболее предпочтительный и возможный для практический реализации вариант, дополняя тем самым электронную диаграмму Смита, которая лишена таких возможностей, но предоставляет возможность визуального проектирования и синтеза более сложных цепей и оценки траекторий согласования в случае широкополосной нагрузки.

Такой дуальный взаимодополняющий способ проектирования является неотъемлемой частью практикума по дисциплине «СВЧ устройства электронных средств» и основой эффективной подготовки бакалавра направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств / Проектирование и технология радиоэлектронных средств» на кафедре РТС РГАТУ.

Разработка стохастической модели динамики физических характеристик турбулентного воздушного потока в рамках программного комплекса

Торишный Р.О.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Соболев В.Р.

МАИ, Москва

Arenas-26@yandex.ru

Как правило, для моделирования динамики характеристик воздушных потоков численно решаются уравнения газодинамики, что требует значительных вычислительных и временных ресурсов [3]. В работе [1] обосновывается возможность и описывается процедура замены газодинамической модели на стохастическую, основным преимуществом которой будет меньшая вычислительная сложность.

В работе [2] предложена методика идентификации стохастической модели возмущений, возникающих из-за флуктуаций давления и действующих во время полета на оптико-

динамическое устройство, установленное в фюзеляже самолета. Методика основана на комбинации методов спектрального, регрессионного и корреляционного анализа. В работе представлены результаты идентификации авторегрессионной модели временных рядов, содержащих значения давления в нескольких точках. Однако, как показывают эксперименты, применение авторегрессионной модели не всегда позволяет в достаточной мере учесть специфику исследуемых процессов.

Основной задачей данной работы является построение и описание модели динамики физических характеристик турбулентных потоков в заданных точках пространства по имеющимся реализациям временных рядов физических характеристик. Построенная модель должна удовлетворять следующим условиям: близость автоковариационных функций исходного и смоделированного сигналов, возможность прогнозирования временного ряда, возможность моделирования многомерной динамики. В ходе анализа исходных траекторий, являющихся результатами газодинамического моделирования, было установлено, что данная модель также должна обладать свойством универсальности, поскольку исходные процессы могут представлять собой либо гармонические колебания, либо близкие к колебательным процессы со сложной структурой и случайными амплитудами и периодами.

Основная идея моделирования заключается в подборе моделей распределения точек локальных экстремумов и моделей распределения величин амплитуд, причем для максимумов и минимумов – раздельно, и для всех четырех величин – независимо. Базовой моделью является модель ARIMA-процесса, хорошо подходящая для описания прогнозируемых процессов [4]. При этом предварительно происходит процедура отсеивания мелких «шумовых» экстремумов, плохо влияющих на идентификацию вышеуказанных базовых моделей, по определенному критерию.

Также рассматривается дополнение этой модели до модели многомерной динамики путем регрессионного анализа исходных траектории и построения преобразования, позволяющего из сгенерированных данных по одной оси получить данные по другим осям в случае их зависимости.

В работе также указан алгоритм построения траектории по уже настроенной модели и приведены некие численные примеры, а также даны основные идеи компьютерной реализации вышеописанных процессов в среде Matlab.

Преимущества такой модели заключаются в ее универсальности, относительно малом объеме вычислений и возможности быстрого получения произвольного числа реализаций исследуемого процесса. Также эта модель относительно просто реализуется в среде Matlab ввиду ее небольшой сложности и благодаря встроенным возможностям среды. К недостаткам относится вероятность утраты некоторых особенностей сигнала, обусловленных физическими процессами и некоторая погрешность генерации траекторий ввиду сложной природы процессов.

Численное гашение вынужденных колебаний круглой мембраны

Филиппова И.О.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Михайлов И.Е.

МАИ, Москва

nutiponel@gmail.com

В докладе рассматривается задача численного гашения вынужденных поперечных колебаний круглой мембраны. Уменьшение колебаний осуществляется с помощью актюаторов специального вида. Движение мембраны описывается начально-краевой задачей для дифференциального уравнения в частных производных гиперболического типа, записанной в цилиндрических координатах (r, ϕ, t).

Эта задача решается численно методом сеток, причём сетка по r сдвигается на полшага, что позволяет не учитывать сингулярность задачи при r , стремящемся к нулю. Метод сеток или метод конечных разностей является наиболее распространенным и эффективным методом численного решения для уравнений математической физики — он легко

программируется и способен более эффективно использовать вычислительные мощности по сравнению с другими методами.

Управляющие гашением колебаний актюаторы моделируются функцией, стоящей в правой части уравнения, которая находится из минимизации некоторого функционала. Многомерная минимизация проводится с помощью метода покоординатного спуска, а одномерная минимизация по каждой из зафиксированных переменных осуществляется методом парабол.

Приводятся примеры расчётов как свободных колебаний, так и гашения вынужденных поперечных колебаний круглой мембраны.

Филиппова И.О. Об одном методе восполнения одномерных и двумерных сеточных функций // Сборник XLII Международной научной молодёжной конференции «Гагаринские чтения», М.: Каллиграф, 2016. С. 464.

Араманович И.Г., Левин В.И. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1969. 288 с.

Годунов С.К., Рябенкий. В.С. Разностные схемы. М.: Наука, 1977. 440 с.

Математическая модель движения космического аппарата под действием амперовой силы

Филияев А.В.

Научный руководитель — профессор, д.ф-м.н. Денисов В.И.

МАИ, Москва

hgucex@mail.ru

Двигателем космического аппарата, использующим силу Ампера, называется жёсткий составной проводник из алюминия, помещённый в магнитное поле Земли, и в котором создан электрический ток, замыкаемый через ионосферную плазму. Для этого замыкания используется система, в которой на одном конце стержня установлен эмиттер электронов на основе полого катода, на другом – эмиттер положительных ионов на основе плазменного нейтрализатора зарядов. Кроме того, для проведения поворотов стержня в его центре установлен дополнительный эмиттер электронов.

Для определённости, длину жёсткого проводящего стержня примем равной 50 метров, по 25 метров в каждую сторону. Для удобства транспортировки на орбиту, стержень может быть разбит на отдельные трубчатые секции, по 1 – 1,5 м в длину с элементами жёсткой стыковки соседних секций.

Через эти секции проходит изолированный проводник из стали, с одной стороны закреплённый к эмиттеру заряженных частиц, с другой стороны к натяжному устройству внутри космического аппарата.

Электропитание всего устройства будет осуществляться от бортовых солнечных батарей. При этом один полюс солнечной батареи подключается к одному концу составного стержня, а другой к другому концу. Для питания эмиттера заряженных частиц подаётся напряжение на изолированные провода, которые находятся в трубчатых секциях.

При появлении необходимости повернуть стержень вокруг центра масс космического аппарата, включается дополнительный эмиттер и начинает сбрасывать в окружающую плазму ионы электроны. В результате этого ток в левой половине составного стержня будет не равен току в правой его половине и, как следствие, силы Ампера на половинах стержня будут различными. Возникающий момент сил Ампера будет служить вращающим моментом, который произведет поворот стержня вокруг силовой линии магнитного поля Земли, в той точке, где находится космический аппарат.

Этот двигатель является двигателем малой тяги; создаваемая им сила тяги значительно меньше силы притяжения к Земле. В этом случае для описания движения космического аппарата можно использовать уравнения небесной механики в оскулирующих элементах. В

работе построен алгоритм программы оптимального управления стержнем двигателя для изменения любого наперед заданного элемента орбиты космического аппарата.

Расчётное исследование истечения жидкости из струйной форсунки VoF - методом

Хлопов А.Д.

Научный руководитель — Французов М.С.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

shodaime96@gmail.com

Численное моделирование двухфазных течений является одной из ключевых задач при проектировании форсунок. Многофазные течения имеют важную особенность – разность газодинамических параметров (отставание скорости, давления, температуры разных фаз), которую необходимо достоверно математически описывать. В данной работе с помощью численного моделирования исследовалось истечение жидкости из струйной форсунки.

Расчетная область представлена двумерной осесимметричной геометрической моделью струйной форсунки с соплом для инициализации впрыска жидкости в проточный тракт, проницаемой для сонаправленного воздушного потока стенок, и проницаемой стенкой для выхода потока. При построении расчетной сетки, было использовано уплотнение пристеночных слоев для достижения достаточно точного разрешения вязких слоев в программном комплексе ANSYS. Коммерческий программный комплекс ANSYS включает в себя множество отдельных модулей для решения различных физических задач. Для решения задачи газо-гидродинамики используется модуль Fluent. Задача решалась для ряда граничных условий в жидкой фазе: давление на входе в расчетную область 3..10 бар, температура 300 К; для газообразной фазы: скорость на входе в расчетную область 0,6 М (447 м/с после пересчета), температура 1200 К. Истечение жидкости из струйной форсунки представляет собой решение задачи двухфазного турбулентного течения жидкой и газообразной фаз. Для реализации физической модели был использован VoF-метод, моделирующий двухфазное течение и k-w SST модель турбулентности. Учтено влияние теплообмена между средами на поток. Сделано допущение постоянства плотности и теплоемкости для используемых веществ. В первом приближении задача решалась только для стационарного (Steady) потока воздуха при помощи решателя Density Based для определения точного значения скорости потока. Полученные данные использовались для построения численного эксперимента двухфазного течения. Нестационарная (Transient) двумерная задача моделирования истечения струи воды в горизонтальном канале струйной форсунки, разбиваемой на капли сонаправленным высокоскоростным потоком воздуха решалась в осесимметричной постановке для сокращения времени расчета.

В результате проведенного численного моделирования установлены характерные газодинамические особенности, возникающие при истечении струи жидкости в спутный воздушный поток. Значение среднемассовой температуры наблюдается при давлении жидкости на входе 10 бар. При этом для давления 3 бара характерен более интенсивный процесс разрушения струи жидкости за счет турбулентности и образования вихревых структур, а также в силу уменьшения капиллярных сил.

Методы решения дифференциальных уравнений с контрастными структурами

Цапко Е.Д.

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Леонов С.С.

МАИ, Москва

zapkokaty@gmail.com

В ряде прикладных задач, моделируемых системами обыкновенных дифференциальных уравнений, некоторые компоненты решения могут быстро возрастать на некотором интервале изменения аргумента. К ним относятся плохо обусловленные задачи с пограничным слоем или в более общем виде – с контрастными структурами [1-3], т. е. задачи с внутренними слоями. Примеры задач с контрастными структурами можно встретить в аэродинамике, химической кинетике и теории каталитических реакций. В общем случае затруднительно решить такие задачи аналитически, приходится использовать численные и численно-аналитические методы. При этом, традиционные численные методы также оказываются малоэффективными. В докладе предложены несколько эффективных методов численного решения задач с контрастными структурами. К ним относится метод наилучшей параметризации [4] и метод сплайн-вейвлетов [5]. Метод наилучшей параметризации состоит в замене исходного аргумента на новый, отсчитываемый вдоль интегральной кривой рассматриваемой задачи. В методе сплайн-вейвлетов решение представляется линейной комбинацией функций, называемых вейвлетами, которые получаются свёрткой двух В-сплайнов. В работе используются сплайн-вейвлеты 0-го порядка, называемые вейвлетами Хаара [6]. В докладе обсуждаются новые результаты, полученные на базе исследований, проводимых Беловым А.А. и Калиткиным Н.Н. [1].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 16-08-00943а).

Литература:

- [1]. Белов А.А., Калиткин Н.Н. Особенности расчета контрастных структур в задачах Коши // Математическое моделирование. 2016. Т. 28. № 10. С. 97–109.
- [2]. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф., Нефедов Н.Н. Контрастные структуры в сингулярно возмущенных задачах // Фундаментальная и прикладная математика. 1998. Т. 4. № 3. С. 799–851.
- [3]. Чанг К., Хауэс Ф. Нелинейные сингулярно возмущенные краевые задачи. Теория и приложения. М.: Мир, 1988. 247 с.
- [4]. Шалашилин В.И., Кузнецов Е.Б. Метод продолжения решения по параметру и наилучшая параметризация. М.: Эдиториал УРСС, 1999. 224 с.
- [5]. Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории. М.: Техносфера, 2004. 271 с.
- [6]. Битюков Ю.И., Денискин Ю.И., Цапко Е.Д. Применение вейвлетов хаара в cad/cam/cae-системе для изготовления конструкций из композиционных материалов методом автоматизированной выкладки // Прикладная математика и фундаментальная информатика. 2017. Т. 4. № 1. С. 21–30.

Исследование влияния схемы приемника давления торможения потока в расходомере на точность расчёта массового расхода с помощью пакета ansys fluent

Цепкова А.С., Чепурина А.Е.

Научный руководитель — Кривцов А.В.

СНИУ им. С.П. Королева, Самара

nastasya.tsepkova@mail.ru

В данной работе проводилось исследование влияния схемы датчика давления торможения газового потока в расходомере на точность расчёта массового расхода.

Расходомер предоставляет точную информацию о количестве газового потока, проходящего через канал.

Для определения оптимальной схемы приемника давления торможения газового потока было построено две независимые принципиальные схемы датчика полного давления. В первом случае была использована одна трубка Пито, во втором случае - четыре спаянных между собой трубки Пито.

Было создано две схемы приемника давления торможения потока с помощью программного комплекса SOLIDWORKS. Далее расчеты проводились в программном пакете ANSYS FLUENT.

Было проведено три независимых расчета по модели турбулентности k-ε (k-epsilon) со значениями полного давления на входе $P^*_{вх}=1,1$ атм, $P^*_{вх}=1,2$ атм, $P^*_{вх}=1,3$ атм, полного давления на выходе $P^*_{вых}=1$ атм и полная температура торможения $T^*=423$ К. В расчете учитывалось вязкостное трение. Плотность воздуха изменялась по закону идеального газа. На принципиальные схемы была наложена сетка с минимальным размером элементов равным 0,18 мм. Сетка состоит из тетраэдров с пятью призматическими слоями толщиной 0,18 мм на стенках модели. Общее количество элементов варьировалось от 1-1,5 млн. элементов. Так же изменялся порядок точности, что не привело к значительным изменениям точности расчета.

В ходе исследования значение снятые с приемников давления использовались для расчетов среднего расхода с помощью газодинамических функций, а так же средний расход был посчитан по встроенным функциям ANSYS FLUENT. Затем были вычислены погрешности между полученными значениями. Ход расчета показал, что с увеличением полного давления на входе погрешность уменьшается. Результаты исследования показали, что схема датчика давления торможения газового потока не влияет на точность расчета. Путём рационального выбора начальных условий расчета планируется обеспечить минимальный процент погрешности между реальным значением среднего расхода и рассчитанным с помощью ГДФ.

Нелинейная динамика растяжимого троса

Шавня Р.А.

Научный руководитель — профессор, д.т.н. Шклярчук Ф.Н.

МАИ, Москва

ru.sh@ro.ru

Использование космических тросовых систем (КТС) позволяет решить ряд задач, среди которых: экономия топлива при орбитальных маневрах (например, путём отделения выпускаемого с космической станции аппарата на тросе в сторону Земли – в этом случае станция повысит свою орбиту, аппарат отправится на землю), выработка электроэнергии (в зависимости от направления движения тока в тросе, под действием магнитного поля Земли будет вырабатываться электроэнергия; при этом система под действием силы Лоренца будет тормозиться, понижая свою орбиту), исследование атмосферы Земли (посредством атмосферных зондов, спускаемых с искусственного спутника Земли) и дальнего космоса (интерферометры с базой-тросом). Кроме того, возможно применение КТС в оборонных целях: для захвата и спуска с орбиты военных спутников предполагаемого противника.

Для прогнозирования поведения тросовой связки в какой-либо системе предлагается математическая модель растяжимого троса, уравнения движения которого составлены на основе принципа возможных перемещений. Трос разбивается на некоторое заданное количество элементов, а его масса заменяется системой сосредоточенных масс в узлах на концах элементов. Масса груза или грузов при этом целиком приходится на соответствующие их расположению на тросе узлы. Сложность кроется в геометрической нелинейности модели: фигурирующая в выражении растягивающего усилия определенного участка троса длина деформированного элемента содержит квадраты искомых координат – из-за чего в ходе процесса численного решения статической и/или динамической задачи

возможно возникновение вычислительной неустойчивости, могущей впоследствии привести к ошибочным результатам. Для определения достоверности вычислений требуется проверять сходимость решения. Оценку устойчивости вычислений можно также вести путем вычисления полной энергии системы на каждом шагу интегрирования. В случае обнаружения ошибок потребуется изменить параметры метода численного интегрирования, или же сам метод.

Предполагаемая модель может использоваться не только для расчета различных КТС, но и шлангов дозаправки топливом самолетов в воздухе, буксировочных тросов и проч. Кроме того, уравнения модели позволяют решить статическую нелинейную задачу провисания троса под действием собственного веса и каких-либо нагрузок.

Литература.

1. Гришанина Т.В. Задачи по теории колебаний упругих систем. М.: Изд-во МАИ, 1998, 48 с.
2. Гришанина Т.В., Шклярчук Ф.Н. Динамика упругих управляемых конструкций. М.: Изд-во МАИ, 2007, 327 с.
3. Осипов В.Г., Шошунов Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы // Земля и Вселенная – 1998. - №4. – С. 19-29

О корреляции связанных рядов динамики

Элефтерида Х.Н.

Научный руководитель — доцент, к.х.н. Любецкая С.Н.

МАИ, Москва

el.kharis@list.ru

Статистический анализ показателей деятельности предприятия в динамике всегда интересен и актуален. В настоящее время он имеет особенности, связанные с нестабильностью и частыми кризисами в экономике, так как временные интервалы стабильного развития становятся короче. Это требуется учитывать при выборе методов обработки данных и при получении прогнозов результатов деятельности во времени.

В данной работе анализировали около 20 показателей деятельности фирмы Лукойл, приведенные на их сайте за последние 5 лет (поквартально в тыс. рублей). Прибыль фирмы, как и другие показатели ее деятельности, меняются в зависимости от времени одновременно. Многие из этих показателей могут в различной степени влиять на доход предприятия. Поэтому за результирующий параметр Y приняли именно прибыль. В то же время все показатели представляют связанные ряды динамики, а, значит, корреляции между рядами самих показателей (факторами) могут быть следствием влияния времени, а не связей между парами показателей. Возникает необходимость исключить ложные корреляции. С другой стороны, многие динамические ряды неизбежно имеют большую колеблемость, сглаживание которой ведет к потере данных и укорачиванию рядов. Эти особенности требуют специальных решений.

Для решения поставленной задачи использовали сначала группировку рядов. Одна группа связанных рядов представляет собой все ряды, которое можно описать константой, с определенным стандартным отклонением. Для такой группы рассчитывается интервал изменения показателей как их среднее квадратическое отклонение значений факторов и в условных единицах этот интервал определяется для всей группы. Корреляция этих факторов с параметром слабая, а парные коэффициенты малозначимы. Другая группа рядов со значимой положительной корреляцией между собой, третья – со значимой отрицательной связью.

На следующем этапе в описанных условиях необходимо построение многомерного уравнения регрессии, включающего время. Для этого уравнения выбраны по одному фактору из двух групп, имеющие значимую связь с параметром Y . При таком подходе к построению регрессии нет необходимости устранять авторегрессию и ряды не укорачиваются при отборе значимых факторов в многомерное уравнение для Y . В итоге, для

описания тенденции параметра учитываются важнейшие показатели и уравнение пригодно для прогнозирования.

Для выполнения этой работы был проведен анализ динамики результирующего показателя и получены одномерные уравнения тренда без учета влияния других показателей. Отметим, что колеблемость этих рядов значительна. Далее изучены парные корреляции для 9 рядов двух групп со значимой корреляцией.

Таблицы парных коэффициентов корреляции анализировали по критерию Стьюдента, адекватность уравнений регрессии проверяли по критерию Фишера.

В итоге такой обработки часть факторов, для которой выявлена связь с прибылью, включена наряду со временем в линейное многомерное уравнение регрессии по прибыли. Дисперсия адекватности этих уравнений находится в пределах 25-30% с учетом колеблемости ее можно считать приемлемой. По этим уравнениям были рассчитаны прогнозы на следующий квартал текущего года. Другая часть показателей была выделена, как непосредственно не влияющая на прибыль.

Одним из важных выводов данной работы можно считать, что для надежности прогнозов при анализе связанных рядов динамики необходимо использовать многомерные уравнения регрессии, а также необходим подробный статистический анализ всего множества рядов показателей за данный период.

Математическое моделирование стыковки космических аппаратов (КА) с международной космической станцией (МКС), находящейся на орбите Земли)

Яремчук О.И.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Гришин В.Е.

МАИ, Москва

oi.yaremchuk@yandex.ru

Одной из важных задач моделирования движения космических объектов, является задача совместного движения тел. На основе работ [1-3] рассмотрена задача численного моделирования движения двух тел (космические аппараты и международная космическая станция) под действием гравитационного поля Земли. Разработана методика построения структуры движения тела, детальное построение траекторий движения с учётом всех математических и физических параметров, характеризующих данную траекторию.

Задача построения множеств траекторий N тел, движущихся независимо друг от друга в поле тяготения Земли, а также перехвата космических объектов, (моделирование стыковки космических аппаратов с международной космической станцией находящейся на орбите Земли), в этом случае космические аппараты и международная космическая станция находятся на малых расстояниях друг от друга и радиус кривизны R траектории можно считать достаточно большим.

В докладе рассматривается семейство траекторий на поверхности $Y = Y(f_i, x)$, $Y_1(X, a)$: $L(x, a)$ – траектория международной космической станции, $M(x, a)$ – траектория выхода космического аппарата на траекторию с международной космической станцией.

Список литературы

1. В.Е. Гришин, Л.А. Муравей. Джозефсоновская генерация когерентного ТН стимулированного излучения на плоских многослойных решетках (PSML), Материалы 7 ой международной аэрокосмической конференции, IAC 12, Москва, 2012.
2. ASC-2010 , Applied Superconductivity Conference, at the Omni Shoreham Hotel, Washington, D.C., August
1 - 6, 2010, "http://www.ascinc.org";
3. ASC-2012, Applied Superconductivity Conference, at the Omni Shoreham Hotel, Portland, Oktober , 8 -
10, 2012, "http://www.ascinc.org";

Секция №7.3 Теоретическая механика и дифференциальные уравнения

Исследование устойчивости коллинеарной точки либрации в плоской ограниченной задаче трёх тел

Авдюшкин А.Н.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.

МАИ, Москва

79261615884@ya.ru

Рассматривается плоская ограниченная фотогравитационная задача трёх тел. Предполагается, что два взаимодействующих по закону всемирного тяготения и излучающих тела M_1 и M_2 , обладающих равными массами, двигаются в одной плоскости относительно их общего центра масс по эллиптическим орбитам. Третье тело P обладает малой массой и не оказывает влияние на движение двух других тел. Помимо гравитационных сил на тело P со стороны тел M_1 и M_2 действуют также и репульсивные силы светового давления, направленные противоположно силам гравитационного притяжения.

Исследуется задача об устойчивости коллинеарной точки либрации, которая в рассматриваемой задаче является положением равновесия тела P и находится в центре масс системы. Исследование устойчивости выполняется в рамках линейного приближения. При малых значениях эксцентриситета были получены аналитические выражения для границ областей неустойчивости. Для произвольных значений эксцентриситета исследование устойчивости было выполнено численно. Результаты исследования представлены в виде диаграммы устойчивости, построенной в плоскости параметров задачи (эксцентриситета орбиты и параметра редукции массы). Полученные результаты хорошо согласуются с результатами работы [1], где исследование данной задачи было выполнено для случая круговой орбиты (эксцентриситет равен нулю) тел M_1 и M_2 .

Литература.

1. Куницын А.Л., Турешбаев А.Т. О коллинеарных точках либрации фотогравитационной задачи трех тел // Письма в Астрон. ж. 1983. Т. 9. № 7. С. 432–435.

Построение периодических движений симметричного спутника, рождающихся из его конической прецессии

Антипов А.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.

МАИ, Москва

antipant@mail.ru

Рассматривается движение динамически симметричного твердого тела (спутника) относительно центра масс в центральном ньютоновском гравитационном поле на слабоэллиптической орбите. Линейные размеры спутника предполагаются малыми по сравнению с размерами орбиты, поэтому считается, что движение спутника относительно центра масс не влияет на движение его центра масс.

На круговой орбите существуют частные стационарные движения спутника, представляющие собой регулярные прецессии. Возможны три типа регулярных прецессий: коническая, цилиндрическая и гиперболоидальная [1]. В случае конической прецессии ось симметрии спутника перпендикулярна радиусу-вектору его центра масс и составляет фиксированный угол с нормалью к плоскости орбиты, при этом сам спутник равномерно вращается вокруг своей оси динамической симметрии. На эллиптической орбите коническая прецессия невозможна, но в случае малого эксцентриситета представляет интерес задача о

периодических движениях спутника, близких к его конической прецессии. В данной работе исследуется вопрос о существовании и аналитическом построении указанных периодических движений. При помощи алгоритма [2,3], основанного на методе малого параметра Пуанкаре, выполнено построение этих движений в виде сходящихся рядов по степеням эксцентриситета орбиты. Алгоритм построения указанного ряда реализован в системе аналитических вычислений Maple 15. Результаты, проведенного исследования хорошо согласуются с результатами, полученными ранее в работе [4].

Автор благодарит проф. Б.С. Бардина за постановку задачи, ценные советы и постоянное внимание к работе.

Список использованных источников

1. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. – М.: МГУ, 1975. 308с.
2. Бардин Б.С. О ветвлении периодических решений системы близкой к системе Ляпунова. – ПММ, 1999, Т.63, № 4, 538—547.
3. Бардин Б.С. Периодические решения систем близких к системам Ляпунова – М: Изд-во МАИ, 2005, 60с.
4. Чеховская Т.Н. Резонансные периодические движения осесимметричного спутника на эллиптической орбите – Космические исследования, 1986, Т. XXIV, Вып.1, с.15-23.

Исследование устойчивости маятниковых движений гироскопа Лагранжа с вибрирующим подвесом

Беличенко М.В.

Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Холостова О.В.

МАИ, Москва

tuzemec1@rambler.ru

Рассматривается движение гироскопа Лагранжа в однородном поле тяжести в предположении, что точка подвеса гироскопа совершает заданные высокочастотные вибрации малой амплитуды в трёхмерном пространстве. Рассмотрены законы движения точки подвеса, допускающие вертикальные относительные равновесия оси динамической симметрии гироскопа. В рамках приближенной автономной системы дифференциальных уравнений движения, записанных в форме канонических уравнений Гамильтона, рассмотрены маятниковые движения гироскопа. Для этих движений ось его симметрии совершает колебания маятникового типа около нижнего, верхнего или наклонного положений относительного равновесия, вращения или асимптотические движения. Проведено интегрирование уравнения маятниковых движений гироскопа во всём диапазоне параметров задачи. Рассмотрен вопрос об их орбитальной устойчивости в линейном приближении, по отношению к пространственным возмущениям, на изоэнергетическом уровне, отвечающем невозмущённым движениям. Описана эволюция характера устойчивости колебаний и вращений гироскопа Лагранжа при изменении соотношений между интенсивностями вертикальной, горизонтальной продольной и горизонтальной поперечной составляющими вибрации.

Показано, что маятниковые движения, отвечающие колебаниям оси симметрии гироскопа около бокового положения относительного равновесия, имеют обширные области устойчивости в случае, когда вертикальная составляющая вибраций точки подвеса интенсивнее горизонтальной поперечной составляющей вибраций (перпендикулярной плоскости маятниковых движений), и значительно слабее горизонтальной продольной составляющей (происходящей в плоскости этих движений).

Для колебаний около нижнего положения равновесия получено, что в случае, когда поперечные вибрации интенсивнее продольных, но слабее вертикальных, имеет место орбитальная устойчивость (в линейном приближении) до некоторого уровня энергии этих

колебаний. В случае, когда вертикальные вибрации слабее и поперечных, и продольных, существуют области устойчивости на всех уровнях энергии данных колебаний.

Колебания около верхнего положения равновесия существуют и могут быть устойчивы только в случае, когда вертикальные вибрации намного превосходят по интенсивности поперечные и продольные. При этом в случае, когда поперечные вибрации интенсивнее продольных, колебания устойчивы до некоторого уровня энергии колебаний, а в обратном случае существует счётное множество областей устойчивости и неустойчивости для любого уровня энергии таких колебаний.

Для вращений существуют обширные области устойчивости для случаев, когда поперечные вибрации сильнее или слабее обеих горизонтальных составляющих вибраций.

Обсуждается вопрос о возможности стабилизации маятниковых движений гироскопа Лагранжа за счёт изменения интенсивности поперечной составляющей вибраций точки подвеса.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-21-00068) в Московском авиационном институте (Национальном исследовательском университете).

Ламинарные течения вязкой несжимаемой жидкости в плоском конфузоре при симметричных и несимметричных условиях на входе

Волков Е.В.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.

МАИ, Москва

evvolkov94@mail.ru

В работе рассматривается задача о ламинарном течении вязкой несжимаемой жидкости в плоском конфузоре в условиях невесомости ($g=0$). Данная задача актуальна по настоящее время, хотя, первые аналитические решения задачи о течении вязкой несжимаемой жидкости в плоском конфузоре (диффузоре) в предположении одномерного радиального течения были независимо получены Дж.Джеффри и Г.Гамелем около 100 лет тому назад.

В данной работе изучается задача Джеффри-Гамеля о течении жидкости в конфузоре для разных значений чисел Рейнольдса без ограничений о существовании симметрии течения. Задача исследуется на основе численного решения двумерных нестационарных уравнений Навье-Стокса методом контрольных объёмов. При моделировании используется консервативная схема второго порядка с подробной неравномерной сеткой и контролем точности на каждом шаге по времени.

Известно, что угол раствора в конфузоре начинает оказывать существенное влияние на характеристики течения при превышении десяти градусов, поэтому в данной работе моделирование было проведено для конфузоров с небольшим углом раствора.

В работе приводятся результаты о смене характера течений от стационарного - симметричного к стационарному - несимметричному и к нестационарному в конфузоре в зависимости от числа Рейнольдса.

Численно найдены диапазоны чисел Рейнольдса существования данных режимов течений в плоских конфузорах. Проведено сравнение результатов численного моделирования с известными аналитическими решениями.

Представлены результаты сравнения численного моделирования ламинарных течений вязкой несжимаемой жидкости в плоском конфузоре для симметричных и несимметричных граничных условий на входе в конфузур.

Применение аппарата дуальных чисел для решения систем нелинейных уравнений и задач оптимизации траекторий КА с малой тягой

Герасименко Н.А.

Научный руководитель — профессор, к.ф.-м.н. Пунтус А.А.

МАИ, Москва

nikgerasimenko@gmail.com

Дуальные числа, которые также называются гиперкомплексными числами параболического типа, представляют собой расширение поля действительных чисел, подобное по структуре комплексным числам. Однако вместо мнимой единицы, дающей при возведении в квадрат минус единицу, используется так называемая дуальная единица, квадрат которой равен нулю. Одним из практических приложений дуальных чисел является нахождение производной функции. Легко показать, что при разложении функции дуальной переменной в ряд Маклорена или аналогичным образом в ряд Тейлора, все элементы порядка выше первого оказываются равны нулю, и получается формула, позволяющая автоматически находить значение производной этой функции в точке.

Данное свойство может быть использовано при нахождении производных в методе продолжения по параметру. Данный метод широко используется для решения множества задач, сводящихся к решению системы нелинейных уравнений, в том числе, для решения задач оптимизации траекторий космических аппаратов с малой тягой. Суть данного метода заключается во введении параметра в исходное уравнение, после чего уравнение становится проще решить, с последующим пошаговым изменением этого параметра до значения, при котором уравнение примет изначальный вид. Важным шагом в методе продолжения по параметру является нахождение производной, что и предлагается сделать, применив аппарат дуальных чисел.

В данной работе было создано программное обеспечение для осуществления операций с дуальными числами и нахождения с их помощью производных функций. С помощью метода продолжения по параметру, с применением аппарата дуальных чисел, была решена задача оптимизации гелиоцентрической траектории космического аппарата с идеально-регулируемым двигателем малой тяги.

Литература.

1. Николичев И.А. Оптимизация многовиткового межорбитального перелета космического аппарата с электроракетной двигательной установкой с учетом действия возмущений - МАИ-ПРИНТ, 19.10.2017.

Исследование устойчивости маятника с грузом, который движется по стержню

Духанин А.В.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Красильников П.С.

МАИ, Москва

fleisch2011@mail.ru

Исследованы линейные и нелинейные колебания маятника, в котором груз постоянной массы движется по стержню, имеющему также постоянную массу. Найдены кинетический момент системы относительно точки вращения и главный момент внешних сил, приложенных к системе, а также кинетическая и потенциальная энергии системы. Получены уравнения движения двумя способами: используя теорему об изменении кинетического момента и уравнения Лагранжа. Показано их совпадение. Проведена линеаризация уравнений движения в окрестности положений равновесия. Найдено решение линеаризованных уравнений: два положения равновесия (верхнее и нижнее положения).

Особый интерес представляло изучение влияния движения груза на устойчивость в верхнем положении равновесия, когда система выглядит аналогично так называемому

маятнику Капицы с вибрирующей точкой подвеса [1], для которого верхнее положение груза может быть устойчивым при быстрых вибрациях точки подвеса. Полученное для верхнего положения дифференциальное уравнение является уравнением Хилла. Решение уравнения Хилла $z(t)$ представлено согласно теореме Флоке при помощи функционального уравнения [2-3]. Это решение будет устойчивым или неустойчивым в зависимости от того, будет ли значение мультипликатора α чисто мнимым или же оно будет иметь отличным от нуля действительную часть.

Для изучения устойчивости решения построена матрица монодромии. Найдено аналитическое выражение для корней (мультипликаторов) характеристического уравнения из условия обращения в единицу определителя матрицы монодромии (вронскиана фундаментальной системы) при времени, равном периоду колебаний. Введен параметр b , который определяет устойчивость решения уравнения Хилла [3].

Численное решение уравнения Хилла проведено в математическом пакете Mathcad, для чего само уравнение представлено в виде системы дифференциальных уравнений первой степени, разрешённых относительно производных. Для нахождения областей устойчивости построены диаграммы с линиями уровней значений b в плоскости параметров системы k и ω . Здесь k — это отношение амплитуды смещения груза от центра стержня к длине стержня, ω — частота колебаний. Параметр k варьировался от 0.01 до 0.5. Частота ω варьировалась от 400 с-1 до 2000 с-1. Рассмотрены системы со значениями отношения массы стержня к массе груза 0, 0.01 и 0.2.

По полученным результатам сделан вывод, что для маятника, в котором груз движется по массивному стержню, области устойчивого верхнего положения не существует. При повышении частоты ω система асимптотически приближается к области устойчивости, однако, в отличие от маятника Капицы, не достигает её при конечных частотах.

Литература:

1. Капица П. Л., Маятник с вибрирующим подвесом. УФН, 1951, т. XLIV, вып. 1, С. 7-20.
2. Камке Э., Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1971. С. 417
3. Меркин Д.Р., Введение в теорию устойчивости движения. М.: Наука, 1987. С. 239-241.

Иерархическое построение компьютерной модели колесных экипажей

Евкарпиев Д.Д.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Косенко И.И.

МАИ, Москва

usus6@yandex.ru

В качестве примера в предыдущем докладе рассматривалась модель скейтборда. В случае колесного экипажа первичному уровню сборки соответствуют элементы качения между колесами и поверхностью дороги. В качестве колеса в нашем случае используется тонкий диск. Динамика отдельного диска — это хорошо известная задача классической механики. Такую модель легко подвергнуть процедуре верификации.

На следующем уровне сборочной иерархии находится сборка колеса (диска) и стержня — оси будущей колесной пары. В результате получается модель маятника с подвижной точкой подвеса, располагающейся на ребре колеса. Модель колесной пары получится, если сборку предыдущего этапа соединить с еще одним колесом. При этом в случае жестких креплений колес с валом получится статически неопределимая модель (вдоль оси вала). Чтобы избежать этой неопределимости вводится податливость вдоль оси колесной пары для одного или обоих колес. Податливость должна иметь достаточно большую жесткость, чтобы обеспечить приемлемое качество динамической модели колесной пары.

Сборка колесных пар и корпуса экипажа выполняется при помощи моделей твердотельных цилиндрических шарниров. При этом снова может возникнуть статическая

неопределимость, требующая дополнительных податливостей внутри самого корпуса. Подключение модели корпуса экипажа еще не завершает процесс его сборки. Для создания модели, обеспечивающей физическую аналогию с реальным прототипом необходимо в состав механической системы подключить также модель райдера («наездника»). Для простоты и определенности эту модель можно представить в виде твердого тела цилиндрической формы.

С построенной ранее динамической моделью экипажа проводились разнообразные вычислительные эксперименты. В частности, рассматривались режимы прямолинейного движения экипажа с различными позициями расположения райдера. Оказалось, что если райдер расположен «перед» центром масс доски, то прямолинейное движение экипажа устойчиво продолжается неограниченно долго. Если же райдер расположен «позади» движущегося центра масс, то движение устроено иначе. Именно, после кратковременного участка прямолинейного движения начинаются раскачивания экипажа таким образом, что в конце концов вся кинетическая энергия поступательного движения перейдет в энергию колебаний. Оказалось, что после остановки экипажа начинается разгон его прямолинейного движения, но в обратном направлении. При этом энергия упругих колебаний перейдет в кинетическую энергию прямолинейного движения, а райдер в этом случае будет находиться «впереди» центра масс. Такое движение будет, как было замечено выше, длиться неограниченно долго. Указанное свойство движения скейтборда было независимо получено ранее при помощи аналитических средств.

Следующим этапом исследований является рассмотрение методики последовательной сборки (сборочной иерархии) при построении компьютерной модели (виртуального прототипа) колесных экипажей.

Исследование устойчивости по Ляпунову постоянной дельтоидальной конфигурации в ограниченной задаче четырёх тел при критическом соотношении масс

Есипов П.А.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Бардин Б.С.

МАИ, Москва

esipov.p@mail.ru

Рассматривается задача об устойчивости по Ляпунову постоянной дельтоидальной конфигурации в ограниченной задаче четырёх тел. В данной конфигурации три тела конечных масс находятся в вершинах равнобедренного треугольника, а тело малой массы лежит на срединном перпендикуляре к его основанию.

Были получены уравнения движения тела малой массы в гамильтоновой форме и найдено их стационарное решение, описывающее указанную конфигурацию. Оказалось, что устойчивость данной конфигурации в линейном приближении может иметь место лишь в случае, когда тело малой массы располагается вне треугольника так, что центральная конфигурация из четырех тел образует выпуклый четырехугольник. Этот результат совпадает с результатом полученным ранее в работе [1].

Для получения строгих выводов об устойчивости по Ляпунову был выполнен нелинейный анализ устойчивости, который состоит в следующем:

- построение линейной канонической замены переменных нормализующей квадратичную часть функции Гамильтона.
- выполнение нелинейной нормализации методом Хори-Депри до членов четвертой степени разложения гамильтониана в ряд в окрестности невозмущенного движения.
- применение теоремы Арнольда-Мозера для получения выводов об устойчивости по Ляпунову исследуемой конфигурации.

В данной работе исследуется вопрос об устойчивости при критическом соотношении масс.

Выражаю глубокую признательность моему научному руководителю д.ф.-м.н. Бардину Б. С. за постановку задачи и помощь в проведении исследования.

Исследование выполнено в рамках государственного задания (проект № 3.3858.2017/4.6).

Литература

1. Брумберг В. А. Постоянные конфигурации в проблеме четырёх тел и их устойчивость – *Астрономический журнал*, 1975, т. 34, № 1, с. 55-74.

Определение угловой скорости и периода обращения астероида Веста

Карлов А.А.

МАИ, Москва

alexander-karlov.karlov@yandex.ru

Цель работы: рассчитать угловую скорость и период обращения астероида Веста

Задачи:

1. Определить, в областях, каких созвездий может наблюдаться движение астероида Веста
2. Провести фотосъёмку данных областей
3. Идентифицировать участок звёздного неба, полученного на снимке с картой звёздного неба
4. Вычислить координаты астероида Веста
5. Определить угловую скорость и оценить период обращения астероида Веста

Актуальность данной работы связана с угрозой столкновения с Землей одного из астероидов. Около десятка тысяч астероидов регулярно приближается к нашей планете – вопрос времени состоит лишь в том, когда и в каком месте произойдет удар. В связи с этим возникает необходимость регулярного наблюдения за астероидами. Данная работа показывает возможность проведения простейших научных исследований в области изучения астероидов.

Астероиды

Астероидами называют небольшие планетоподобные тела Солнечной системы (малые планеты). Самый большой из них – Церера. Астероиды по размерам сильно различаются. Несколько тысяч астероидов известно под собственными именами. Большинство орбит астероидов сконцентрировано в поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера.

Краткая историческая справка

Астероид Веста - один из крупнейших астероидов в главном астероидном поясе, между Марсом и Юпитером. Это самый яркий астероид из всех и единственный, который можно без усилий наблюдать невооружённым взглядом. 1 января 1801 года был открыт первый астероид, который получил название Церера. Веста был четвёртым по счёту астероидом, который был открыт, 29 марта 1807 года Генрихом Вильгельмом Ольберсом и по предложению Карла Гаусса получила имя древнеримской богини дома и домашнего очага Весты.

Характеристика астероида Веста

- Большая полуось - 353,201 млн км (2,361 а. е.)
- Период обращения - 1325,081 сут. (3,628 г)
- Диаметр - 530 км

Описание работы

Сначала, мы определили с помощью астрономического календаря в областях, каких созвездий мы сможем пронаблюдать движение астероида Веста. Оказалось, что в апреле 2014 года он находится в созвездии Девы. После чего, была проведена фотосъёмка данной области 5 и 11 апреля, около полуночи. Затем, мы идентифицировали участок звёздного неба, полученного на снимке, с картой звёздного неба и определили положение астероида.

Далее, определим его координаты для каждого момента времени. Для этого, нужно найти на фотографии 2 звезды, имеющие почти одинаковые склонения и 2 звезды, имеющие одинаковые прямые восхождения. Опорными звездами в нашем случае являлись:

1. 84 Девы (5,6m; $\alpha = 13$ ч 43 м 48,5 с; $\delta = +3^\circ 27' 51''$)
2. 4967-1470-1 (7,7m; $\alpha = 13$ ч 43 м 43,6 с; $\delta = -1^\circ 16' 53''$)
3. 319-331-1 (7,6m; $\alpha = 14$ ч 3 м 32,4 с; $\delta = +3^\circ 28' 31''$)

(фото1)

Проведя расчёты, мы получили координаты астероида Веста на 5.04.2014.

$\alpha = 13$ ч. 53м. 21с.

$\delta = 1^\circ 55' 26''$

Проведя аналогичные расчёты, мы получили координаты астероида Веста на 11.04.2014.

$\alpha = 13$ ч. 48 м. 18 с.

$\delta = 2^\circ 32' 03''$

(фото2)

Зная перемещение астероида ($\Delta\phi$) и время, за которое оно было совершено (Δt), мы можем определить угловую скорость астероида Веста (ω).

$\omega = 1.4^\circ / 6 \text{ сут.} = 0.23^\circ/\text{сут}$

Зная угловую скорость астероида, мы можем оценить период обращения (Т).

$T = 360^\circ / \omega = 1540 \text{ сут.} = 4.2 \text{ года.}$

Вывод:

вычисленный нами период обращения астероида незначительно отличается от истинного значения

Литература:

1. Важоров Э. Наблюдения звездного неба. – М.: Наука, 2007. – 138 с.
2. Дагаев М.М. Наблюдения звездного неба – М.: Наука, 1988. – 178 с.
3. Дагаев М.М., Чаругин В.М. Астрофизика - М.: Просвещение, 1988. – 207 с.
4. Куликовский П.Г. Справочник астронома-любителя – М.: Наука, 1971. – 632 с.
5. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе – М.: Наука, 1984. – 304 с.

Хаотическое поведение во вращательной динамике малых спутников планет

Косинов Е.В.

Научный руководитель — доцент, к.ф.-м.н. Гурина Т.А.

МАИ, Москва

kosinov1995@inbox.ru

В работе анализируется наличие хаотического поведения во вращательной динамике малых спутников планет в ходе приливной эволюции. Среди известных малых спутников планет особый интерес представляют случаи существования странного аттрактора в фазовом пространстве вращательного движения при приливной эволюции. Для этого строятся сечения Пуанкаре фазового пространства относительного движения, вычисляются старшие показатели Ляпунова и строятся бифуркационные диаграммы для параметра приливной диссипации.

Предполагается, что спутник движется по невозмущенной эллиптической орбите вокруг планеты, являющейся неподвижной гравитирующей точкой. Спутник имеет форму трехосного эллипсоида с главными центральными моментами инерции $A < B < C$. Ось вращения спутника ортогональна плоскости орбиты и совпадает с осью, соответствующей максимальному моменту инерции спутника. Система координат является инерционной, она определена исходя из перигея орбиты спутника – наибольшая ось фигуры спутника направлена по радиус-вектору планета – спутник. Ориентация спутника определяется углом между мгновенным радиус-вектором орбиты и осью, соответствующей наименьшему главному центральному моменту инерции спутника.

Используя среднее значение приливного момента за период обращения спутника по орбите, путем замены независимой переменной времени на истинную аномалию, можно

привести уравнение для плоского поступательно-вращательного движения спутника относительно центра масс под действием приливного гравитационного момента к форме уравнения Белецкого [1],[2],[3].

Уравнение Белецкого содержит бифуркационные параметры: e - эксцентриситет орбиты спутника, α - параметр, характеризующий динамическую асимметрию фигуры спутника, $\beta > 0$ - параметр диссипации, характеризующий величину приливного взаимодействия спутника и планеты.

Для уравнения Белецкого с помощью пакета программ в среде WinSet-3 [4] численно построены сечения Пуанкаре для набора малых спутников Марса (М), Юпитера (Ю) и Сатурна (С): Фобос (М1), Деймос (М2), Ио (Ю1), Европа (Ю2), Амальтея (Ю5), Мимас (С1), Энцелад (С2), Тефия (С3), Гиперион (С7), Феба (С9), Прометей (С16), Пандора (С17). Все они, за исключением более массивных спутников Ио и Европа, содержат распространенные хаотические области, плотно покрытые точками. В случае Ио и Европы хаотические слои есть, но очень тонкие. В случае Гипериона и Фебы в хаотической области наблюдаются изогнутые слоистые структуры, соответствующие наличию у системы странного аттрактора.

Методом численного интегрирования системы в вариациях по начальным условиям [5] для системы Белецкого в среде Maple получены графики зависимостей старшего показателя Ляпунова от коэффициента диссипации β при фиксированных e и α , соответствующих набору малых спутников. Показатель Ляпунова всюду положителен даже для Ио и Европы. Наибольшие значения старшего показателя Ляпунова получены для Гипериона.

Кроме того, строились бифуркационные диаграммы системы [5] для параметра приливной диссипации β при фиксированных e и α , как множества точек притяжения траекторий на больших промежутках интегрирования. Для большинства спутников они имеют ветвистую фрактальную структуру, характерную для динамических систем в области хаоса. Лишь для Ио и Европы множество притяжения ограничивается малыми отрезками.

Таким образом, для плоского поступательно-вращательного движения малых спутников планет относительно центра масс под действием приливного гравитационного момента характерно хаотическое поведение, наблюдаемое на сечениях Пуанкаре, бифуркационных диаграммах и графиках старшего показателя Ляпунова. Для некоторых спутников (Гиперион и Феба) наблюдаются даже структуры, соответствующие наличию странных аттракторов.

Отметим, что современные теории приливного взаимодействия учитывают больше параметров, характеризующих внутренние физические свойства спутника. Также следует учитывать влияние на вращение спутника других небесных тел. Тем не менее, общее представление о возможной приливной эволюции можно получить и с использованием упрощенной модели.

Литература

1. Белецкий В.В. Регулярные и хаотические движения твёрдых тел. - М.-Ижевск, ИКИ, 2007.
2. Мельников А.В. Условия возникновения странных аттракторов во вращательной динамике малых спутников планет // Космические исследования, 2014. Т. 52, № 6. С. 500-511.
3. Красильников П.С. Прикладные методы исследования нелинейных колебаний. - Ижевск, ИКИ, 2015.
4. Морозов А.Д., Драгунов Т.Н. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем. - М.- Ижевск, ИКИ, 2003.
5. Гурина Т.А. Качественные методы дифференциальных уравнений в теории управления летательными аппаратами. - М., Изд-во МАИ, 2014.

Об эффекте дестабилизации в одной стержневой системе со следящими силами

Майоров А.Ю.

Научный руководитель — профессор, д.ф.-м.н. Красильников П.С.

МАИ, Москва

ylam123@gmail.com

Рассматривается голономная неконсервативная двухзвенная механическая система с двумя степенями свободы, моделирующая движения лопасти на упругой втулке несущего или рулевого винта вертолета в плоскости тяги. Предполагается, что на систему воздействуют потенциальные, неконсервативные позиционные силы, а так же линейные диссипативные силы, описывающие воздействие внутреннего трения при деформации лопасти и воздействие внешней среды.

Для рассматриваемой модельной системы получены уравнения Лагранжа-2-го рода, описано многопараметрическое семейство стационарных решений модели. Проведена процедура нормализованного обезразмеривания уравнений возмущенного движения, составленных в окрестности найденного положения равновесия. Составлены соответствующие уравнения линейного приближения, получен характеристический полином системы.

Для конфигурации системы, когда следящая сила действует строго вдоль одного из стержней, проведено исследование устойчивости по первому приближению частного тривиального решения в двух случаях: в отсутствие диссипативных сил в системе и при наличие малых линейных сил трения.

Для исследования второго случая, уравнения линейного приближения приводятся к нормальным координатам с помощью неособенного линейного преобразования. Исследование зон дестабилизации (зон Циглера) проводится с помощью теоремы, в условиях которой используются величины, инвариантные относительно преобразования подобия. Используя это условие инвариантности, с помощью указанной теоремы были получены условия асимптотической устойчивости, а так же условия существования для зон Циглера исследуемой механической системы. Построены области асимптотической устойчивости, зоны Циглера и области неустойчивости при разных значениях параметров задачи.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-01-00820.

Нетривиальные периодические решения уравнения $\sin$ -Гордон

Маркова К.Ю.

Научный руководитель — доцент, д.ф.-м.н. Рудаков И.А.

МАИ, Москва

19_ksenia_96@mail.ru

Рассматривается задача о нетривиальных решениях уравнения $\sin$ -Гордон, являющихся периодическими по времени, с однородными граничными условиями Дирихле и Неймана на отрезке. Данная задача была поставлена в работе [2]. В этой статье Л. Ниренберг отметил, что для уравнения $\sin$ -Гордон на всей прямой доказано существование периодических по времени решений, для которых выведены даже явные формулы, но ничего не известно о существовании нетривиальных периодических решений уравнения $\sin$ -Гордон на отрезке. Таким образом, данная задача является актуальной.

В нашей работе доказывается теорема о существовании 2π -периодического по времени, нетривиального решения уравнения $\sin$ -Гордон, если на концах отрезка выполнены граничные условия Дирихле и Неймана.

Доказывается теорема вариационным методом, опираясь на лемму о перевале Амбросети-Рабиновича [2]. Утверждение о гладкости решения доказывается путем исследования соответствующих двойных рядов Фурье.

Литература.

1. Рудаков, И.А. Задача о свободных периодических колебаниях струны с немонотонной нелинейностью // И.А.Рудаков // УМН. -1985. -Т. 40.- Вып. 1(241). -С. 215-216.
 2. Nirenberg, L. Variational and topological methods in nonlinear problems/ L.Nirenberg //Bull. Amer. Math. Soc.(N.S.). -1981. –V. 4. - № 3. -Р. 267-302.
 3. Кондратьев В.А., Рудаков И.А. О периодических решениях квазилинейного волнового уравнения//Математические заметки. 2009 г., т. 85, вып. 1, с. 36-53.
- Работа выполнена частично при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (проект 1.3843.2017/ПЧ).

О периодических колебаниях двутавровой балки

Романенко Е.В.

Научный руководитель — доцент, д.ф-м.н. Рудаков И.А.

МАИ, Москва

eeeeee_rmn@mail.ru

За последние десятилетия в большом количестве появились задачи на собственные значения в технике, экономике, физике. В настоящее время особое внимание уделяется исследованию проблемы существования периодических решений уравнений, определения условий возникновения колебаний.

В данной работе рассматривается задача о периодических решениях уравнения колебаний двутавровой балки с шарнирно опертыми концами, в случае, когда нелинейное слагаемое удовлетворяет условию нерезонансности на бесконечности. Эта задача представляет собой квазилинейное дифференциальное уравнение четвертого порядка с четырьмя краевыми условиями, которое является математической моделью колебаний двутавровой балки, способной сопротивляться изгибу и растяжению при воздействии внешней силы.

Ранее в работе [1] для данной задачи было доказано существование периодического решения малой амплитуды, если внешняя сила достаточно мала.

В нашей работе доказана теорема о существовании периодического решения без предположения малости его и внешней силы.

При доказательстве теоремы исследуется соответствующая задача Штурма-Лиувилля, применяется принцип Лере-Шаудера о неподвижной точке в соответствующем гильбертовом пространстве. Для доказательства гладкости решений исследуются на сходимость соответствующие двойные ряды Фурье. Список литературы

1. Yamaguchi M., Existence of periodic solutions of second order nonlinear evolution equations and applications/ M. Yamaguchi// Funkcialaj Ekvacioj. -1995.-V. 38.-Р. 519-538.
2. Коллатц Л., Задачи на собственные значения/ Л. Коллатц. - Наука, М., 1968.-503 с.
3. Ванько В.И., О собственных частотах колебаний проводов воздушных ЛЭП/В.И. Ванько// Известия ВУЗов.-1987.-№8.-С. 48-56.
4. Рудаков И.А., Нелинейные уравнения, удовлетворяющие условию нерезонансности/ И.А.Рудаков// Труды семинара имени И.Г.Петровского (МГУ им. М.В.Ломоносова).-2006.-Выпуск 25.-С.226-243.
5. Рудаков И.А., Периодические решения квазилинейного уравнения колебаний балки с однородными граничными условиями/ И.А.Рудаков //Дифференциальные уравнения.- 2012. Вып. 48.-№6.- С. 814-825.

Работа выполнена частично при поддержке гранта Министерства образования и науки Российской Федерации(проект 1.3843.2017/ПЧ)

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдрахимов Р.Н.....	46	Балакирев Н.Е.	131
Абдулнагимов А.И.	135	Баранов В.Ю.	146
Абдулназаров Д.И.	389	Баранов П.Н.	174, 179
Абрамович Б.Н.....	307	Бардин Б.С.	398, 403
Авдюшкин А.Н.	398	Баронин А.В.....	56
Аверин С.В.....	302, 313, 317, 320, 323, 326	Барузин В.В.....	147
Аверина К.А.	353	Бекузин В.И.	288
Аверкин А.Н.	106, 127, 209	Белевцев А.М.	156
Аверсьев С.П.	195	Беличенко М.В.....	399
Аверьков А.И.	286	Белобжеский Л.А.....	81
Агамиров А.А.	354	Белов С.М.....	50
Агеев В.И.	355	Белова М.А.....	291
Агеев Е.Л.	46	Белый А.О.	184
Айгузина В.В.	288	Бережной Д.А.	8
Акилин В.И.	187	Берецкий И.С.	197
Алексеев А.А.	192	Бизюкин Г.А.	52
Алехина В.А.....	143	Бирюкова К.С.	53
Алешин А.Е.....	193	Бисерова К.А.....	198
Алещенко А.С.....	89	Биусов И.Р.....	148
Алышакова Е.А.....	48	Благинин Д.В.	292
Алышакова Е.Л.....	48	Блонцева Ю.А.....	198
Аминова Ф.Э.....	194	Блохин К.Г.	199
Андрющенко А.В.....	167	Бобошина А.В.....	328
Антипов А.А.	398	Богослов М.К.	205
Антонов Д.А.....	22, 34, 44	Боданов А.К.	150
Антонюк В.В.....	195	Божко К.И.	200
Анферова М.С.....	156	Бондаренко Г.Д.....	201
Анциферов А.А.....	355	Бондаренко Д.С.....	329
Аракелян Д.В.	356	Бондаренко Р.Н.....	66
Аревшатян Э.С.....	8	Борозный А.А.	54
Арифулин А.Ю.	196	Бортаковский А.С.....	341
Артамонов К.А.....	163	Бочаров С.И.	219
Артемов А.С.....	288	Бочков П.А.....	55
Архипов К.Ю.	19	Браун С.А.	67, 104, 107, 134, 229, 237, 258, 272
Астапов В.Ю.	236	Брехов О.М.	120
Афонин А.А.	23, 45	Бритенков А.К.	295
Ахмадеев Р.Д.	289, 312, 319	Бронштей Е.М.....	132
Ахметшина Л.М.....	144	Брусникин П.М.....	56
Ахрамович С.А.	21, 29	Бугаева Е.В.....	150
Ахунов М.Т.	285	Будков А.С.	10
Ачба М.Т.	49	Буланович Д.В.	293
Ашрапов М.И.....	290	Булгаков М.С.....	202
Бабочкин М.А.	145	Булдаков П.Ю.....	33
Бакиев Д.Р.	196	Булычев Р.П.....	30

Бунас К.В.	369	Генералов А.А.	359
Бусурин В.И.	30	Герасименко Н.А.	401
Бутко А.О.	49, 69, 232	Гизатуллин З.М.	161
Быбочкин Д.В.	357	Гильмиярова Е.С.	62
Быков М.Ю.	56	Гладков А.В.	13
Вайнштейн В.Л.	202	Гладкова Ю.П.	62
Вакуленко А.А.	294	Гладышев Д.В.	63
Вакурин А.О.	203	Глудкина М.С.	115
Ванцов С.В.	143, 151, 165, 173	Глушанкова В.И.	15
Васильев А.М.	178	Голдобина С.Ю.	64
Васильев Ф.В.	146, 150, 152, 154, 155, 156, 159, 163, 168, 169, 173, 177	Голева К.И.	207
Васильева А.Г.	204	Голикова И.С.	208
Васильева С.Н.	330	Головачев А.Г.	373
Вахтерова Я.А.	358	Головин С.А.	52
Веревкин М.В.	76	Голубев Д.А.	65
Веремеенко К.К.	8, 25	Горбунов Н.В.	360
Вертопрахова С.Г.	58	Горбунова Ю.А.	330
Веселов А.М.	311	Горелов А.	154
Веселова В.В.	294	Городилов В.А.	66, 129
Визильтер Ю.В.	104	Горохова А.И.	283
Викулин М.А.	246, 259, 261, 268	Горчаков А.Я.	209
Виноградов В.И.	116, 385	Горячев А.М.	67, 89, 241
Власова А.В.	11	Гребенюк Е.И.	185
Войтковский С.	151	Гребнева К.А.	131
Волков Е.В.	400	Григорьев И.С.	343
Волкова Л.В.	152	Григорьевич И.С.	209
Волостнов М.В.	153	Гришин В.Е.	397
Вольский С.И.	321	Гришков А.Н.	68
Воробьев В.В.	11	Груммондз В.Т.	20
Воробьева Г.Р.	101	Грязнов А.Ю.	160
Вороненкова К.В.	205	Гузанова А.Е.	16
Воронин А.С.	206	Гулуев С.Э.	69
Воронина А.В.	59	Гулян К.Г.	70
Ворошилин А.П.	366	Гурина Т.А.	405
Восков Л.С.	278	Гурская А.В.	210
Вышков Ю.Д.	294, 301	Гурченков А.А.	349
Габрелян А.С.	305	Гусаров А.В.	91
Гаврилин Б.Н.	145	Гуслякова В.А.	360
Гаврилов М.М.	60	Гуснин С.Ю.	217
Гайткулов Р.Т.	61	Давлетшин Т.А.	361
Галаева К.И.	12	Давлиева А.С.	70
Галкин Е.Д.	295	Давтян Л.Г.	331
Гарафутдинов Р.Р.	296	Данилова И.И.	71
Гафиятулина А.Т.	297	Дворникова А.А.	351
Гвоздев В.Е.	70	Девяткин А.С.	211
		Дегтяренко Р.А.	362
		Дежин Д.С.	304

Демченко М.С.	119
Денисов В.И.	392
Денисов Е.А.	200
Денисова И.П.	360, 382
Денщиков Д.А.	72
Дирацуян Д.Д.	85, 212
Дмитриев В.А.	73
Добронравов О.А.	213
Долгих А.Е.	362
Домени А.С.	155
Доронина А.А.	69
Дрягин И.О.	115, 156
Дубенский А.А.	298
Дубовиков М.М.	231
Дуброво А.И.	74
Дубровский Н.А.	75
Дубяго М.Н.	293
Дудкин С.О.	56
Дунаева И.В.	370
Духанин А.В.	401
Дьяковская М.П.	156
Дяченко С.А.	17
Евкарпиев Д.Д.	402
Евсеева М.В.	131
Егоров В.В.	40, 76
Егорова А.Н.	59
Егорова Е.К.	109, 207, 212, 256
Елисеев А.Н.	169
Емалетдинова Л.Ю.	31
Епанешникова И.К.	126
Ермилова Е.И.	214
Ермолова А.В.	299
Ермохин Е.А.	214
Ершов И.А.	77
Ершов С.О.	43
Есипов П.А.	403
Ефимов А.Г.	78
Ефимова Ю.В.	153
Жанаштаева Т.М.	379
Жарков Е.А.	215
Жарков М.В.	18
Жарков Р.В.	18, 37
Жига Н.В.	216
Жидков П.М.	362
Жиров А.Ю.	136
Журенков А.	217
Завольский И.Н.	78

Задачин А.В.	300
Зайко А.И.	175
Зайцев А.В.	194
Зайцев В.Е.	92, 128
Зайченко А.А.	218
Зайчко К.В.	79
Захаров В.О.	363
Зебзеева В.Э.	364
Зименов Н.И.	81
Зими́на А.П.	157
Золотов Д.В.	218
Зуева К.С.	366
Иванов А.А.	219
Иванов А.И.	278
Иванов А.С.	82
Иванов Г.С.	366
Иванов И.Э.	351, 355
Иванов К.А.	301
Иванов Н.С.	305, 306
Иванова Ю.С.	332
Иванченко Н.С.	83
Иващенко М.В.	84
Ивлева С.В.	220
Игнатов А.Н.	347
Игнатьев Т.И.	221
Имаметдинова А.Б.	19
Ирбитский И.С.	222
Исаев А.А.	158
Исаев В.В.	159, 176
Исаков А.А.	336
Исаков Р.Г.	319
Исмагилов Ф.Р.	288, 310, 311, 313
Ишутин Д.А.	41
Кабалин И.Ю.	222
Казакова А.Н.	223
Калинкин П.А.	278
Калитанов Н.А.	224
Каложнюк А.В.	367
Кан Ю.С.	330
Капустин А.Г.	369
Карамзина А.Г. ...	62, 85, 97, 196, 204
Каранэ М.С.	333
Карасева Я.С.	20
Карелин А.М.	21
Каримов А.Р.	190, 301, 314
Карлов А.А.	404
Карнаухов Н.С.	369

Карпенко Д.А.	85	Косенко И.И.	402
Кашинцев В.С.	230	Косинов Е.В.	405
Квашнин В.М. 201, 202, 211, 224, 256		Коскова С.В.	87
Кейно П.П. 180, 192, 196, 198, 200,		Косолапов А.В.	67, 89
202, 209, 216, 218, 220, 225, 228,		Костиков Ю.А. 109, 110, 142,	
231, 242, 243, 244, 247, 249, 263,		226, 241, 257, 266	
269, 274, 278, 281, 283		Котенко А.А.	336
Кибзун А.И.	215	Котенко А.П.	336
Кижватова Н.В. 85, 212		Котов С.А.	164
Кизимов А.Т.	16	Котова А.М.	165
Ким Л.Е.	225	Кофман М.С.	89
Кириллов В.Ю. 294, 316, 324		Кочетков А.И.	155
Кириллов К.С.	302	Кошляков П.С.	91
Кишкель М.Л.	86	Кравченко Н.А.	190
Климов И.С.	22	Крапивенко А.В.	95
Ковалев А.В.	225	Красильников П.С. 401, 407	
Ковалев К.Л. 298, 317		Краснов И.С.	278
Коваленко И.С. 226, 346		Крашенинников К.Г.	92
Когой Т.В.	137	Кретов Г.Г.	232
Козлов А.В.	139	Кривденко И.В.	167
Козлова Е.С.	187	Кривенков В.С.	349
Козуренко И.А.	227	Кривцов А.В.	394
Козырев Д.А.	303	Кривцов А.М.	33
Козырев Н.А.	228	Кричевский С.В.	376
Колганов Л.А.	22	Крючков А.Ю.	337
Колганов М.В.	229	Крючков В.В. 291, 292, 326	
Колесников Д.А. 198, 203		Кудимов Н.Ф.	357
Колесов К.А.	304	Кузнецов И.М.	37
Коломийчук С.А. 23, 45		Кузнецов П.А.	307
Колташев М.А.	160	Кузнецов П.М. 214, 222,	
Комаров А.С. 229, 245		240, 265, 277	
Комаров В.М.	148	Кузьмина А.И.	93
Комиссаров А.В.	87	Кулагин Н.Е.	353
Кондаратцев В.Л.	334	Куликов Н.С.	168
Кондратьев М.В.	335	Куц К.А.	338
Кондратьев П.А.	230	Кучерявенко А.В.	24
Кондрашов Д.А. 305, 306		Лакштовский И.	233
Кондрашов С.А.	234	Ларин Д.А.	158
Кононова А.В.	231	Лариса В.К.	183
Константинов П.Е.	231	Лебедев М.В.	363
Константинов Э.С.	161	Лебедев-Другов В.А.	168
Конюшков Р.В.	257	Лельков К.С.	31
Копылов И.А.	162	Леонов А.В.	94
Коренчук К.Ю. 305, 306, 308		Леонов С.С.	394
Коробков В.В.	170	Летуновская С.В.	234
Коробков М.А.	163	Липатов А.И.	127
Косариков Г.В.	370	Липницкий Ю.М.	356

Лисинова А.И.	234
Лисов А.А.	124, 303
Лихачева Т.Н.	25
Локтев М.А.	169
Ломанов А.Н.	167
Лопухов С.А.	371
Лохин А.В.	170
Лукин А.В.	351, 374, 380
Лукин В.Н.	103
Луковский Е.Е.	306, 308
Лунева С.Ю.	330, 345, 377
Любецкая С.Н.	354, 396
Любимов Ю.Ю.	309
Мазасев А.С.	26
Майоров А.Ю.	407
Максимов Н.А.	59
Максимова В.В.	95
Маликова Н.Ш.	97
Малинин А.Д.	387
Малиновский И.В.	98
Мальцев А.А.	236
Мамонова В.С.	99
Марков Ю.Е.	101
Маркова К.Ю.	407
Маркушин М.А.	376
Мартынова Д.Е.	69
Мартюшова О.В.	101
Марценюк Е.А.	171
Марченко А.Л.	60, 141
Масликов А.А.	103
Матафонов Д.Е.	172
Маунг Зве Маунг.	173
Машняга Н.А.	104, 107
Медведев А.М.	150, 176, 186, 189
Медведев М.Ю.	32
Меднов А.А.	310
Мельников Е.Д.	236
Мельникова Т.Е.	378
Мельниченко М.А.	104
Меркулов Г.А.	27
Меркулов М.В.	237
Мещеряков Е.А.	339
Минаков Д.П.	238
Минасян В.Б.	173
Минияров А.Х.	311
Мирон С.К.	239
Миронова М.А.	22

Михайлов И.Е.	388, 391
Михальков Д.В.	174
Михалюк Д.С.	367
Михеев В.В.	28
Мишин А.С.	106
Мокряков А.В.	89, 193, 197, 218, 221, 222, 230, 233, 238, 239, 246, 259, 281
Морозкина Е.О.	240
Морозов А.Ю.	372, 383
Морозов К.О.	241
Муравей Л.А.	340
Мурашов Ф.Д.	373
Муртазин И.Р.	374
Мусин И.Э.	175
Муфаздалов И.Р.	289, 312, 319
Мушарапов Р.Н.	144
Мхитарян Г.А.	375
Назаров В.С.	351
Назаров В.С.	355
Нанасян К.Л.	67, 241
Нарбекова А.А.	29
Нарсудинов А.С.	104, 107
Наумов А.В.	339, 375
Нгуен Зьонг Тхань.	30
Неборонов М.М.	340
Недорезов И.С.	23, 45
Немыченков Г.И.	341
Неретин Е.С.	10, 17, 56, 74, 82
Никитенко И.А.	31
Никитин С.А.	176
Николаев А.В.	376
Николаев П.Л.	229, 245, 276
Никольский Д.	242
Никонов Ю.Ю.	107
Никулина Н.О.	61
Ничукин Д.Е.	243
Новиков А.А.	109
Новиков А.Ю.	244
Новиков В.Е.	229, 245
Новиков Н.А.	177
Новикова Д.С.	377
Нода И.Д.	54
Нодиришоев Д.Д.	147
Носкин Г.В.	325
Носков Д.Д.	313
Нургалиев Р.Р.	31

Нургалиева Р.А.	313	Приходько Д.И.	113
Обухова М.В.	378	Приходько М.В.	249
Одиночко В.Ф.	381	Пронькин А.Н.	76, 179
Омельчук Д.С.	246	Проскураков А.И.	343
Орлов В.П.	87	Проценко С.Д.	250
Орлов В.С.	167	Прудников В.А.	130
Осинцев С.А.	246	Пряженцева А.А.	114
Осокин А.В.	360	Пунтус А.А.	383, 400, 401
Охотников Д.А.	290	Пятницкий Н.С.	251
Павлов В.Ю.	39, 234, 248, 254	Радионон М.В.	381
Павлов О.В.	247	Разбаш Р.В.	115, 156
Павлова Н.В.	8, 27	Раскатов И.А.	116
Падерно П.И.	94	Ревизников Д.Л.	372, 383
Палочкин И.И.	262	Редько М.Ю.	54
Пантелеев А.В.	331, 333, 337	Резников С.Б.	297, 309, 323
Панфилова М.Д.	379	Репалов В.В.	317
Папировский А.А.	380	Ридли А.Н.	343
Парамонов А.А.	342	Ридли М.К.	118
Парджанадзе И.В.	178	Рик А.А.	344
Пархоменко В.Б.	32	Родионов Г.С.	179
Пархоменко В.В.	248	Романенко Е.В.	408
Пегачкова Е.А.	328	Романенков А.М.	46, 54, 62, 63, 73, 77, 85, 86, 129, 133, 225, 262, 346, 388
Пенкин В.Т.	182, 285, 300	Романов О.Т.	72, 171
Переверзев А.Е.	33	Рубцов Е.А.	164
Перепечко С.В.	109	Рудаков И.А.	407, 408
Петров А.А.	190, 301, 314	Руденко Е.А.	344
Петров В.М.	335, 342	Руденко Е.В.	157
Петров Н.Н.	350	Русанов Д.В.	317
Петров Т.И.	315	Руснак В.И.	345
Петрухин И.В.	34	Рустамов Р.М.	252
Печаткин А.В.	147, 389	Рыбаков В.А.	382
Пименов Ю.М.	22	Рыбин В.В.	349
Плотникова Н.О.	316	Рыбушкин Н.А.	38
Поваляев П.П.	110	Рыжов Б.А.	289, 312, 319
Погорелый М.О.	307	Рыжов В.П.	24
Подгорный А.В.	180	Рябинкин М.С.	37, 44
Подгузов В.А.	317	Савельева В.С.	383
Подъячев В.С.	34	Савкин А.В.	179
Полицын С.А.	71	Садеков Р.Н.	35
Полицына Е.В.	50, 58, 64, 84, 93, 111, 112, 114, 122	Салтыкова Е.А.	119
Попов А.Н.	35	Самигуллин Т.А.	38
Попов И.А.	351, 374, 380	Самохвалов С.А.	120
Попов С.С.	111	Самохин Р.О.	199
Поповская В.А.	290	Самошкин А.О.	286
Поречный А.С.	112	Сапунов М.Д.	180
Потапова З.Е.	329		

Сапухина М.В.	346
Сарайский Ю.Н.	338
Саттаров Р.Р.	296
Сафин А.Р.	315
Сафина А.Я.	253
Сашина А.А.	177
Северин В.В.	39
Селезнев А.М.	181
Селютин С.Е.	347
Семенihin К.В.	332
Семенов А.С.	231
Сенякин С.С.	254
Сергеева Т.С.	383
Сергунин Илья	254
Серегина С.А.	40
Сивололова М.А.	122
Сивцов В.А.	256
Силуянова М.В.	273
Симонов А.П.	123
Симонова Е.Б.	320
Склярлов Н.А.	256
Скородумов С.В.	187, 343
Скрябина Е.С.	384
Скубов Д.Ю.	351
Смирнов А.А.	124
Смирнов С.А.	162
Смирнова Н.А.	16
Смирнова С.В.	144
Смышляева А.Г.	385
Собеневский А.П.	257
Собенин А.В.	387
Соболь В.Р.	390
Советников В.А.	258
Создателев А.С.	125
Сокова Е.А.	126
Соломенцев В.В.	42
Соломинов В.М.	388
Соломон Т.А.	259
Солонин Е.А.	182
Солуянов С.И.	183
Сорока А.В.	56
Сорокин Д.А.	321
Сорокин М.С.	127
Сотников И.А.	188
Сошников Д.В.	118
Старобинский Е.Б.	33
Старчаус И.С.	259

Степанов Д.В.	41
Степанова А.С.	322
Степанова Е.С.	184
Столыпин М.А.	323
Столяров И.В.	55, 158
Столяров Я.В.	31
Столярчук В.А.	107
Стратиенко А.Н.	42
Стрельников А.В.	348
Сунцев В.В.	260
Суржко Е.Н.	127
Сурина М.К.	157
Сурков Д.А.	275
Суслов А.А.	126
Сухарев А.С.	128
Сылко С.С.	66, 129
Сысоева И.С.	261
Таран Н.А.	388
Тартачная Д.С.	185, 233
Татарников Д.В.	359
Темнов А.А.	262
Терновсков В.Б.	113
Тимирязев В.А.	219
Тимонин Д.С.	349
Тимофеева А.А.	263
Титов П.В.	264
Тихонов В.В.	265
Толстомятов В.С.	389
Толстых С.П.	323
Томаева А.У.	60
Томилин М.М.	288, 299
Торишный Р.О.	390
Торопеев Д.А.	130
Трембач В.М.	87
Троицкий М.И.	162
Трофимушкин А.С.	266
Тучина И.О.	146
Тюльпакова И.А.	267
Тюльпакова М.А.	268
Тюменцев Ю.В.	348
Уколов А.П.	269
Утяшев Э.Э.	270
Фадеев М.М.	131
Фатхиев О.М.	132
Федоров Е.Ю.	289, 301, 312, 314
Федоров М.И.	133
Федотенков Г.В.	358

Филин Д.П.	186	Чехов Е.Л.	44
Филиппов В.А.	138	Чибисова Е.В.	199, 234
Филиппов Е.И.	324	Чувашев С.Н.	384
Филиппова И.О.	391	Чудакова О.Г.	361
Филяев А.В.	392	Чукарин М.И.	138
Фомичев В.А.	213, 270	Чумакова Е.В.	125, 241
Формалёв В.Ф.	362	Шаблий А.Д.	277
Французов М.С.	371, 393	Шавня Р.А.	395
Фридзон М.Б.	12	Шагеев И.И.	315
Фролов Д.В.	134	Шандура К.А.	278
Хаванов Е.С.	325	Шанин В.И.	181
Хакимов А.Р.	38	Шаповалов Н.А.	23, 45
Харитоненков А.И.	208, 227, 250, 253, 264, 267, 271	Шапошникова М.А.	187
Харитоненков А.Н.	251	Шарангович С.Н.	79
Хасанова А.Р.	135	Шарапов И.А.	187
Химий И.В.	136	Шариков Д.В.	226
Хлопов А.Д.	393	Шаталов И.К.	139
Хмелевский И.Д.	272	Шафеева О.П.	46
Холостова О.В.	399	Шебанин А.С.	278
Хомутская О.В.	168	Шевцов Д.А.	168, 286
Хорошко А.Л.	273	Шевченко М.А.	140
Хорошко Л.Л.	223, 271	Шишкин Г.Г.	157
Хрусталёв М.М.	334	Шишов Д.М.	188, 308
Цапко Е.Д.	394	Шклярчук Ф.Н.	395
Царев Н.В.	137	Штин М.Н.	188
Цепкова А.С.	394	Шубко Е.	326
Цимбал А.А.	274, 281	Шульга Т.Ф.	280
Цыганов А.А.	349	Шульгин Д.А.	141
Цыганов М.В.	43	Щеглова Е.О.	353
Цырков А.В.	65	Щелкун В.А.	189
Цырков Г.А.	210, 214, 236, 254, 260	Щелчков К.А.	350
Чайка Ю.В.	184	Элефтериди Х.Н.	396
Чапоргин А.В.	275	Юдаев А.Е.	142
Чемоданов В.Б.	22, 26, 78	Юнусов Н.А.	190, 301, 314
Чепурина А.Е.	394	Якименко В.А.	15
Черепанов С.Ю.	276	Яковкин В.Н.	364
Черкай А.Д.	66, 68, 70, 75, 83, 98, 205, 252	Якупов А.М.	313
Чернов Н.С.	326	Якушин Р.Р.	259, 281
Чернова Т.А.	123, 280, 355, 366	Ямалов И.И.	322
Черноморский А.И.	28	Яремчук О.И.	397
Чернышов Л.Н.	206	Ярмухаметов Ф.Ф.	274, 281
Черыгова Е.Е.	375	Ярославский В.В.	283
		Ясенцев Д.А.	34

Гагаринские чтения – 2018
XLIV Международная научная молодёжная конференция

Сборник тезисов докладов конференции

Том 2

gagarin.mai@gmail.com

www.gagarin.mai.ru

Учёный секретарь:

М. Гордеева

Оформление обложки:

А. Вороненко

Вёрстка:

Р. Некрасова

Подписано в печать 27.03.2018

Формат 60х90 1/16

Гарнитура Times New Roman

Печать цифровая. Усл. печ. л. 14,12

Тираж 230 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии «Luxor-print»

