

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ-2016

XXI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

Материалы конференции



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(грант № 16-37-10316 мол_г)*

Рязань 2016

УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2016. 408 с.

Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, в космических и геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Программный комитет:

Председатель – **Корячко В.П.** заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор;

Зам. председателя – **Пылькин А.Н.** декан ФВТ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Ученый секретарь – **Бакулева М.А.** доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н., доцент.

Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», д.т.н., профессор;

Иванников А.Д. – заместитель директора по научной работе Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН (г. Москва), д.т.н., профессор;

Каперко А.Ф. – профессор МИЭМ при ВШЭ, д.т.н., профессор;

Кириллов С.Н. – зав. кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Костров Б.В. – заведующий кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Карпенко А.П. – зав. кафедрой САПР МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.ф.-м.н., доцент;

Львович Я.Е. – президент Воронежского университета высоких технологий, д.т.н., профессор;

Муромцев Д.Ю. – зав. кафедрой «Конструирование радиоэлектронных микропроцессорных систем» Тамбовского ГПУ, д.т.н., профессор;

Мусолин А.К. – зав. каф. АИТП РГРТУ, д.т.н., профессор;

Прохоров С.А. – зав. кафедрой «Информационные системы и технологии» Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева, д.т.н., профессор;

Таганов А.И. – проректор по научной работе РГРТУ, д.т.н., профессор.

Организационный комитет:

Председатель – **Чернышов С.В.** – проректор по режиму и безопасности РГРТУ, к.т.н., доцент.

Гостин А.М. – директор ЦНИТ РГРТУ, к.т.н., доцент;

Митрошин А.А. – начальник управления ТКСиИР, к.т.н., доцент;

Мусолин А.К. – зав. каф. АИТП, д.т.н., профессор;

Скворцов С.В. – профессор кафедры САПР ВС д.т.н., проф.;

Шибанов А.П. – профессор кафедры САПР ВС д.т.н., проф.;

Перепелкин Д.А. – доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н.

Секретари: **Периго Н.Б., Чернакова Н.В.**

ISBN 978-5-7722-0274-6

© Рязанский государственный радиотехнический университет

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ ТЕХНОПАРКА РГРТУ

Гуров В.С. – ректор РГРТУ, д. т. н., проф., **Таганов А.И.** – проректор по научной работе РГРТУ, д. т. н., проф., **Гусев С.И.** – д. т. н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет

Анализ состояния научных исследований и кадрового обеспечения отечественной отрасли аэрокосмического приборостроения и космических инфокоммуникационных систем показывает ряд неотложных проблем, связанных с нехваткой квалифицированных научных и инженерных кадров. А этот фактор существенным образом сказывается на динамике развития этих важных отраслей экономики России.

Кадровый вопрос, как один из основных, постоянно рассматривался в решениях и постановлениях правительства Российской Федерации, в документах Министерств и отраслевых ведомств. Согласно этим решениям Федеральным космическим агентством в 2013 году создан Космический научно-образовательный инновационный консорциум (КНОИК), который нацелен на долгосрочное сотрудничество и совместную деятельность предприятий ракетно-космической промышленности (РКП), научных организаций и учебных заведений в области формирования современной эффективной системы подготовки квалифицированных кадров для РКП [1,2].

Рязанский государственный радиотехнический университет (РГРТУ) является полноправным участником КНОИК и соответственно взял на себя обязательства построить эффективную систему подготовки квалифицированных научных и инженерных кадров для РКП. Для этого в университете создана новая кафедра «Космические технологии» (КТ) и для интеграции научно-образовательного потенциала университета в космической области организован при кафедре КТ научно-образовательный центр «Космические технологии (НОЦ КТ).

Основные задачи НОЦ “Космические технологии”

К основным организационным задачам НОЦ КТ, вытекающим из целей программы стратегического развития радиотехнического университета, могут быть отнесены:

- координация, обеспечение и проведение фундаментальных и прикладных исследований и работ, создание научной и образовательной базы для подготовки квалифицированных специалистов всех уровней и реализации результатов научно-исследовательской деятельности в области современных космических технологий;

- организация, координация и проведение научно-образовательной, научно-исследовательской, инновационной и международной деятельности по космической тематике совместно с институтами вуза, кафедрами и другими структурными подразделениями РГРТУ;
- коммерциализация результатов научно-исследовательской, научно-образовательной и инновационной деятельности, ведение предпринимательской и иной деятельности по космической тематике, приносящей доход в соответствии с законодательством РФ и Уставом РГРТУ;
- оказание различных видов наукоемких и образовательных услуг, выполнение работ в соответствии с профилем научных направлений НОЦ по договорам с заказчиками работ и потребителями услуг;
- формирование с использованием новых образовательных технологий личностно-ориентированной развивающей педагогики и экспериментальной базы для подготовки магистров и аспирантов по направлению "Космические информационные системы, связь, навигация и дистанционное зондирование".

Организационная структура НОЦ "Космические технологии"

Организационная структура центра строится в реализуемом проекте в составе следующих научно-образовательных центров и лабораторий:

- учебно-научная лаборатория проектирования и экспериментального производства функциональных узлов малых космических аппаратов (МКА), в частности, формата Cubesat;
- ресурсный центр коллективного пользования, в котором на базе локальной вычислительной сети развернуты системы автоматизации схемотехнического и конструкторского проектирования, а также технологической подготовки производства узлов МКА с использованием CAD/CAM/CAE/PDM – систем и современных информационных технологий;
- учебно-научная лаборатория «чистая комната» для сборочно-монтажных работ, анализа параметров, функциональной настройки узлов и научных исследований в области подсистем МКА;
- учебно-научный центр приема данных с космических аппаратов, центр радиомониторинга МКА;
- производственно-испытательный центр МКА, в котором имеется участок станков с ЧПУ для изготовления несущих конструкций и механических узлов МКА, участок изготовления печатных плат, участок сборки, электро-монтажа и пайки печатных плат.

Для завершения полного цикла МКА – "исследования – проектирование – экспериментальное производство – испытания" в РГРТУ запланировано создание учебно-научной лаборатории испытаний электронной аппаратуры.

Учебно-научная лаборатория проектирования МКА

В состав лаборатории входит 11 автоматизированных рабочих мест (АРМ), на которых выполняется основной рабочий цикл от постановки задачи и научных экспериментов до получения проектных решений для следующих этапов экспериментального производства и испытаний. При этом АРМ функционально ориентированы по решаемым научно-образовательным задачам и покрывают практически полный перечень проектируемых функциональных узлов МКА:

- АРМ (4 станции) проектирования и исследования бортовых управляющих систем спутника, проектируемых на основе современных ПЛИС-технологий;
- АРМ (2 станции) проектирования и исследования систем энергообеспечения – солнечные батареи, стабилизаторы, преобразователи напряжений;
- АРМ (2 станции) проектирования и исследования систем приема-передачи сигналов с использованием MIMO-технологий - схемотехника, реализация, построение;
- АРМ (2 станции) проектирования и исследования систем позиционирования и определения текущих координат спутника в пространстве;
- АРМ проектирования и исследования целевых систем оптического и инфракрасного диапазонов, обеспечивающих съемку с орбиты.

Ресурсный центр коллективного пользования

В состав центра входят 9 АРМ, предназначенных для решения широкого перечня инженерных задач по автоматизированному проектированию изделий электронной техники с использованием CAD/CAM/CAE/PDM – систем и современных информационных технологий.

Основные задачи центра коллективного пользования:

- инструментальное и научно-методическое обеспечение НИОКР в части этапов компьютерного моделирования, инженерного анализа, проектирования и технологической подготовки опытного производства изделий космической техники и создания космических информационных систем;
- обеспечение процессов вузовской образовательной деятельности в области современных автоматизированных информационных технологий проектирования и технологической подготовки изделий космической техники и создания космических информационных систем;
- обеспечение процессов переподготовки и повышения квалификации специалистов РКП в области CAD/CAM/CAE/PDM – систем и современных информационных технологий.

Учебно-научная лаборатория "чистая комната"

В состав лаборатории входит 4 автоматизированных рабочих места, на которых решаются задачи:

- сборка и настройка узлов МКА, интеграция узлов в готовые изделия, тестирование изделия и настройка параметров МКА;
- подготовка изделий МКА к испытаниям на внешние климатические и механические воздействия.

Учебно-научный центр приема информации МКА и центр радиомониторинга МКА

В состав центра входят следующие устройства и системы:

- наземная станция контроля и управления полетами МКА;
- аппаратно-программные средства обработки и отображения траектории движения МКА на электронной карте Земной поверхности;
- аппаратно-программные средства обработки и отображения телеметрической информации МКА;
- наземные станции приема и обработки космических данных со спутника Электро-Л, MeteoSat, Aqua, Terra, Metop, NOAA и других;

- АРМ (12 рабочих станций) для обеспечения научно-образовательных процессов в режиме реального времени и обработки спутниковых данных с использованием специального программного обеспечения;

При этом центр ориентирован на выполнение следующих функций:

- инструментальное и методическое обеспечение процессов контроля и управления МКА в соответствии с космической миссией текущего научного эксперимента;
- инструментальное и методическое обеспечение процессов обучения и подготовки специалистов по технологиям промышленной эксплуатации МКА в интересах конечных пользователей и проведения научных экспериментов;
- инструментальное обеспечение процессов регионального центра космических услуг.

Научные направления НОЦ "Космические технологии"

Приоритетными научными направлениями Центра являются [3, 14]:

- 1) разработка прорывных научно-образовательных технологий в области эффективного использования результатов разработки и применения ресурсов современных МКА в интересах развития Рязанского региона на долгосрочный период;

- 2) разработка базовых информационных технологий создания перспективных космических радиолокационных и инфокоммуникационных систем на основе методов нелинейной пространственно-временной обработки многомерных сигналов и полей [5,6, 19-21]. При этом в качестве детализируемых задач, решаемых в этом научном направлении, можно указать следующие:

- разработка и развитие теории, методов и алгоритмов оптимальной пространственно-временной обработки многомерных сигналов и полей на фоне помех;

- разработка оптимальных пространственных структур многопозиционных радиолокационных систем с синтезированной апертурой (РСА);

- разработка методов фрактальной обработки сигналов и изображений РСА;

- разработка радиолокационных и инфокоммуникационных систем на основе технологии разнесенного приема-передачи и пространственно-временного кодирования;

- разработка пространственно-распределенных реконфигурируемых радиотехнических систем на основе роевых группировок МКА;

- оптимизация алгоритмов обработки сигналов на фоне помех с учетом влияния нелинейностей радиотрактов бортового и наземного сегментов космических систем;

- подавление помех в радиоприемных каналах в условиях статистической априорной неопределенности;

- подавление пространственно-сосредоточенных помех методами пространственной обработки с оптимизацией пространственной структуры;

- разработка фрактальных алгоритмов обнаружения, различения и выделения границ объектов на радиолокационных изображениях, получаемых РСА;

- разработка принципов построения систем передачи информации с обеспечением слежения за угловыми координатами источников информации при действии помех;
 - разработка принципов построения кооперативных систем передачи информации РСА;
 - сжатие радиолокационных изображений, передаваемых по радиолинии, методами текстурной обработки;
- 3) разработка базовых информационных технологий управления наукоёмкими проектами космических систем и проектными рисками в условиях неопределенности и нечеткости [4,7-18].

Библиографический список

1. Соглашение о сотрудничестве и совместной деятельности в области формирования современной эффективной системы подготовки квалифицированных кадров для ракетно-космической промышленности. М: Федеральное космическое агентство. - 2013. - 6 с.
2. Бриндикова И.В., Воеводин А.В., Гуров В.С., Корячко В.П., Таганов А.И., Чернышев С.В. Системно-функциональное построение автоматизированной системы дистанционного обучения по направлению «Глонасс» // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 33. С. 82-89.
3. Гуров В.С., Еремеев В.В., Таганов А.И. Научно-методические аспекты реализации образовательной системы по космическим технологиям // Сборник тез. докл. 6-й МНТК «Космонавтика. Радиотехника. Геоинформатика». – Рязань: РГРТУ, 2013.
4. Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы методов идентификации рисков событий проекта // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2003. № 12. С. 70-77.
5. Гусев С.И. Оценка влияния взаимных импедансов элементов антенной решетки на скорость адаптации в радиосистеме с оптимизацией пространственной структуры // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. №4-2 (46). С. 106-108.
6. Гусев С.И., Паршин Ю.Н. Алгоритм нелинейной компенсации комплекса помех с использованием оптимальной пространственной структуры радиосистемы // Успехи современной радиоэлектроники. 2014. №6. - С.67-72.
7. Таганов А.И. Методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по характеристикам качества // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 31. С. 77-82.
8. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
9. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения важности субъективно связанных рисков качества программных проектов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2002. №10. С. 59-63.

10. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2006. Т.24. №2. С. 34-39.
11. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам / М: Горячая линия - Телеком, 2009. 224 с.
12. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии, 2011. №9. С. 22-27.
13. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Системы управления и информационные технологии, 2009. Т. 38. №4. С. 46-51.
14. Гуров В.С., Таганов А.И., Гусев С.И. Вопросы менеджмента деятельности научно-образовательного центра космических технологий // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. №49.
15. Таганов А.И., Гильман Д.В. Задачи и методы нечеткого управления рисками программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2012. Т. 48. № 2. С. 79-83.
16. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Системы управления и информационные технологии. 2009. Т. 38. № 4. С. 46-51.
17. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Инженерный вестник: Информатика, радиофизика, управление. 2004. № 1 (17). С. 168-169.
18. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под ред. В.В. Еремеева. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. 460 с.
19. С.И. Гусев, Ю.Н. Паршин. Разработка адаптивного алгоритма оптимизации пространственной структуры компенсационной радиосистемы на основе полиномиальной аппроксимации достаточной статистики // Радиотехника, 2015, №11. С. 4-13.
20. Ю.Н. Паршин, С.В. Колесников, С.И. Гусев. Синтез алгоритмов компенсации интермодуляционных помех в приемном тракте активной антенной решетки на основе теории фильтрации марковских процессов // Радиотехника, 2015, №5. С. 13-18.
21. Гусев С.И., Спиркина О.В. Эффективность адаптивного алгоритма подавления помех с использованием пространственной предпроцессорной обработки сигналов // Радиотехника. 2016. №8. С. 86-90.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

С.Г. Мосин - директор института вычислительной математики и информационных технологий, к.т.н., доцент
Казанский федеральный университет

В докладе представлены тенденции развития интегральных технологий (ИТ) и электронной компонентной базы. Определена устойчивая тенденция к снижению топологических норм и переход в область глубоко субмикрон-

ных и нано размерных технологий. Появление трехмерных транзисторов, обеспечивает повышение плотности размещения элементов на кремниевой пластине для регулярных структур. Отмечены перспективы роста функциональной и структурной сложности проектируемых интегральных схем [1].

Рассмотрены архитектуры реализации современных интегральных схем (ИС), такие как система на кристалле (System-on-a chip – SoC), система в корпусе (System-in-a package – SiP), сеть на кристалле (Network-on-a chip – NoC), многомодульные системы (Multi-Chip Modules – MCM).

Определены технологии реализации интегральных схем – программируемая и заказная логика. Развитие ИТ позволяет реализовывать программируемые интегральные схемы для цифровых устройств с использованием архитектур сложных программируемых логических схем с энергонезависимой конфигурационной памятью (Complex Programmable Logic Device – CPLD) и программируемых логических интегральных схем (Field Programmable Gate Array – FPGA), а для аналоговых устройств – программируемых аналоговых массивов (Field Programmable Analog Array – FPAA). В рамках заказной логики представлены технологии проектирования в базе стандартных ячеек (standard cell) и полностью заказного проекта (full custom).

Определены основные маршруты проектирования ИС, обеспечивающие автоматизацию процессов разработки электронного устройства в интегральном исполнении на различных этапах и стадиях. Приведена система математических моделей, которые используют для представления устройства и последующих анализа и синтеза ИС на системном, логическом и физическом уровнях.

Особое внимание уделено тестопригодному проектированию интегральных схем (Design-for-Testability – DFT), позволяющему еще на ранних этапах разработки устройства осуществлять выбор тестовой стратегии, методов и средств его тестирования, направленных на повышение надежности и качества производимых ИС, снижение временных и стоимостных затрат на этап тестирования. Реализация данного подхода предусматривает использование внутри проекта тестирующих подсхем или, основываясь на результатах схемотехнического анализа, осуществление специального преобразования исходной схемы с целью повышения контролируемости ее параметров. Представлена классификация методов тестопригодного проектирования ИС. Рассмотрены структурные решения организации встроенного самотестирования (Built-In Self-Test – BIST) цифровых схем [2], отвечающие за внутрисхемную генерацию тестовых наборов и накопление результатов прохождения тестов в сигнатурном анализаторе.

Показано отсутствие средств автоматизации тестопригодного проектирования для аналоговых и смешанных (аналого-цифровых) ИС. Это объясняется во многом отсутствием универсальных методик тестирования аналоговых схем, а также сложностью сопряжения методов тестирования цифровых подсхем с существующими методами тестирования аналоговых подсхем смешанных ИС.

Предложена методология автоматизации тестопригодного проектирования смешанных ИС, позволяющая формализовать решение задачи выбора тестового решения для смешанных ИС. Реализация методологии ориентирована на использование подхода параллелизма с привлечением совре-

менных многоядерных и/или многопроцессорных вычислительных систем, что обеспечивает одновременное выполнение проектных процедур с использованием широкого набора методов тестирования аналоговых и цифровых подсхем.

Представлены способы реализации внутрисхемного тестирования аналоговых подсхем и их согласования с методами тестирования цифровых подсхем [3]. Предложен подход к выбору тестового решения для аналоговых и смешанных ИС на основе математических моделей оценки затрат на производство ИС и затрат на организацию и проведение тестирования ИС. Первая модель оценки затрат на процесс производства ИС с выполнением тестирования на разных стадиях реализации – до корпусирования и/или после корпусирования ИС – используется при выборе тестовой стратегии контроля качества заказных ИС с позиции минимизации затрат по времени и стоимости реализации без снижения общего качества тестирования [4]. Вторая модель позволяет уже на ранних стадиях проектирования принимать решение о выборе способа тестирования разрабатываемой MSIC – внешнее, не использующее тестирующих подсхем, и внутреннее, использующее встраиваемые в ИС тестирующие подсхемы.

Даны рекомендации по практическому применению подхода тестопригодного проектирования смешанных интегральных схем.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Библиографический список

1. Мосин С. Г. Современные тенденции и технологии проектирования интегральных схем // Информационные технологии. – 2009. № 1. – С. 28 – 33.
2. Мосин С. Г. Структурные решения тестопригодного проектирования заказных интегральных схем // Информационные технологии. – 2008. № 11. – С. 2 – 10.
3. Мосин, С. Г. Методика автоматизации тестопригодного проектирования аналоговых ИС по технологии OBIST // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем - 2014. Сборник трудов / под общ. ред. академика РАН А.Л. Стемпковского. М.: ИППМ РАН, 2014. Часть I. С. 95-100.
4. Мосин С.Г. Исследование модели выбора оптимальной тестовой стратегии для смешанных интегральных схем // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. № 6. – С. 24 – 28.

ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫЕ СЕТИ: НОВЫЙ ПОДХОД К МАРШРУТИЗАЦИИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

Перепелкин Д.А. – к. т. н., доцент кафедры САПР ВС РГРТУ
Рязанский государственный радиотехнический университет

Рассматривается новый подход к построению компьютерных сетей (КС), основанный на разделении плоскостей управления и передачи данных при использовании открытых протоколов для обмена управляющей информа-

цией. Основное внимание в работе уделено вопросам разработки программных приложений для управления потоками данных и внедрению новых алгоритмов адаптивной маршрутизации в КС.

В настоящее время традиционная архитектура КС требует больших ресурсов для обеспечения потребностей по передаче растущих объемов трафика для большого числа устройств. Она позволяет решать широкий круг задач по организации обмена данными, обеспечивая развитие информационного общества. Принципы, положенные в основу классической архитектуры, позволили обеспечить функционирование сетей в условиях ограниченной пропускной способности каналов связи и ненадежных соединений. Для традиционной архитектуры КС в обычном Internet-маршрутизаторе одновременно реализуются и управление и передача данных (рис. 1). Уровень управления представлен встроенным контроллером, уровень передачи данных – таблицей коммутации и коммутационной матрицей. Контроллер обладает некоторыми интеллектуальными функциями, позволяющими ему самому принимать решения о передаче данных на основе информации о структуре сети. Но непосредственно управлять принятием решения нельзя – можно лишь конфигурировать контроллер, задавая определенные наборы правил и приоритетов. Это значительно ограничивает функциональность коммутатора и всей сети.

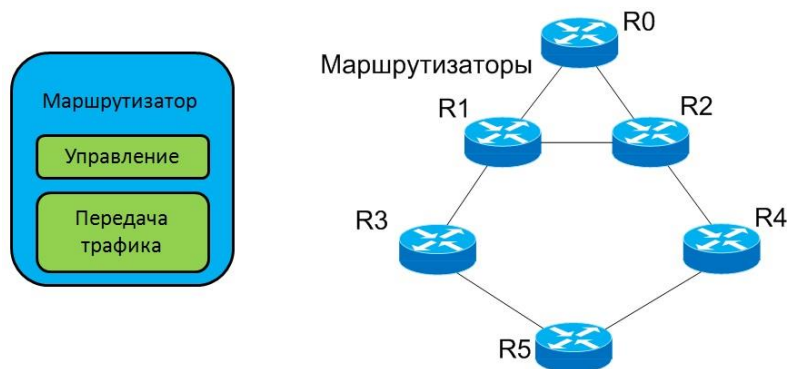


Рис. 1 - Функции Internet-маршрутизатора классической архитектуры КС

Кроме того, для классической архитектуры КС характерны следующие недостатки:

1. Необходимость больших ресурсов для обеспечения потребностей по передаче растущих объемов трафика и подключения к сети все большего числа устройств, а также подготовка высококвалифицированного персонала для обслуживания сетей с традиционной архитектурой.

2. В архитектуре современных сетей имеются, существенные барьеры для экспериментирования и создания новых сервисов.

3. Сети связи сложны в обслуживании, для их функционирования используется более 100 протоколов, и настройка сетевых устройств осуществляется индивидуально, а это не эффективно с точки зрения технической эксплуатации.

Сложность в обслуживании таких сетей сочетается зачастую с неполной совместимостью сетевых решений, что влечет за собой зависимость от производителей оборудования. Несоответствие потребностей клиентов и

предлагаемых на рынке решений привело к появлению новых концепций построений и организации работы сетей передачи данных – программно-конфигурируемые сети (Software-Defined Network, SDN) и виртуализации сетевых функций (Network Function Virtualization, NFV) на основе протокола OpenFlow [1]. Основная идея ПКС на основе протокола OpenFlow (OF) состоит в том, чтобы, не изменяя существующего сетевого оборудования (маршрутизаторами и коммутаторами) за счет создания специального программного обеспечения, которое может работать на обычном отдельном компьютере и находится под контролем администратора сети (рис. 2). Вследствие такого подхода становится возможным существенное упрощение сетевых элементов плоскости передачи данных и логическая централизация управления сетью. Заинтересованность IT-компаний в ПКС вызвана тем, что такие технологии позволяют повысить эффективность сетевого оборудования на 25–30%, снизить на 30% затраты на эксплуатацию сетей, повысить безопасность и предоставить пользователям возможность программно создавать новые сервисы и оперативно загружать их в сетевое оборудование, вследствие чего, можно уменьшать нагрузку на отдельные элементы сети.

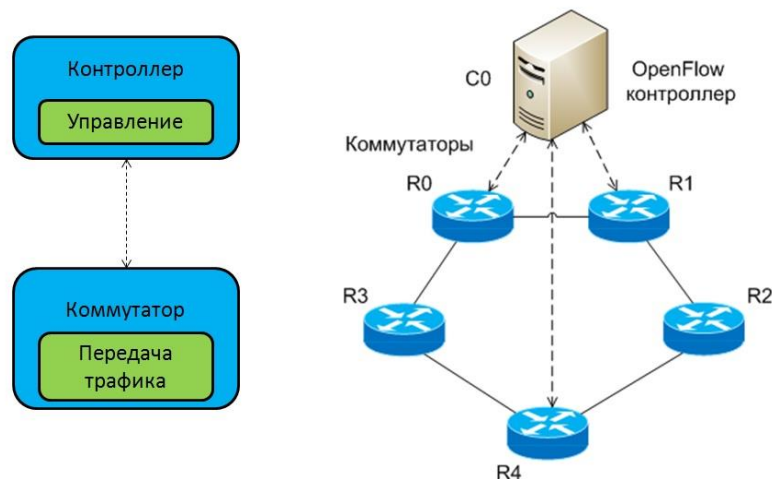


Рис. 2 – Функции коммутатора ПКС на основе протокола OF

Теоретически ПКС дает возможность абсолютной гибкости в управлении трафиком, а так же обеспечивает легкую балансировку трафика без задействования отдельного специализированного оборудования. Также ПКС обеспечивает независимость функций высокоуровневого управления от аппаратного обеспечения, за счет чего ускоряются процессы передачи и обработки данных. В ПКС вся интеллектуальная часть реализуется на центральном сервере или контроллере, что упрощает выполнение сложных операций. Идея заключается в использовании для управления такими сетями стандартных серверов или контроллеров, работающих отдельно от сетевых устройств, благодаря чему сетевые администраторы могут получать более детализированный контроль над трафиком. Централизация ПКС избавила разработчиков анализаторов конфигураций сети от необходимости самостоятельно собирать комплекс данных о ее состоянии – контроллер осуществляет централизованное управление всеми коммутационными устройствами сети, и заведомо способен предоставить всю необходимую для этого информацию. Одновременно с этим явное выделение контура

данных позволило получить доступ непосредственно к правилам обработки пакетов, которые в сетях с традиционной архитектурой приходилось выводить на основании настроек служебных протоколов самостоятельно.

Технология ПКС на основе протокола OF предлагает отказаться от такой тенденции развития КС, выполнив переход от отдельных сетевых элементов и сети, к платформам в целом. Управление сетевыми потоками происходит с помощью приложений, которыми можно оптимизировать потоки, чтобы найти кратчайший путь, как это делают современные распределенные протоколы маршрутизации, а также оптимизировать сеть для максимального использования связей.

Архитектуру ПКС можно представить, как множество простых программ и аппаратных коммутаторов, подключенных к общему контроллеру (Controller OpenFlow), реализованных в виде обычного сервера со специальным программным обеспечением (ПО). На рис. 3 представлена архитектура ПКС на основе протокола OF.

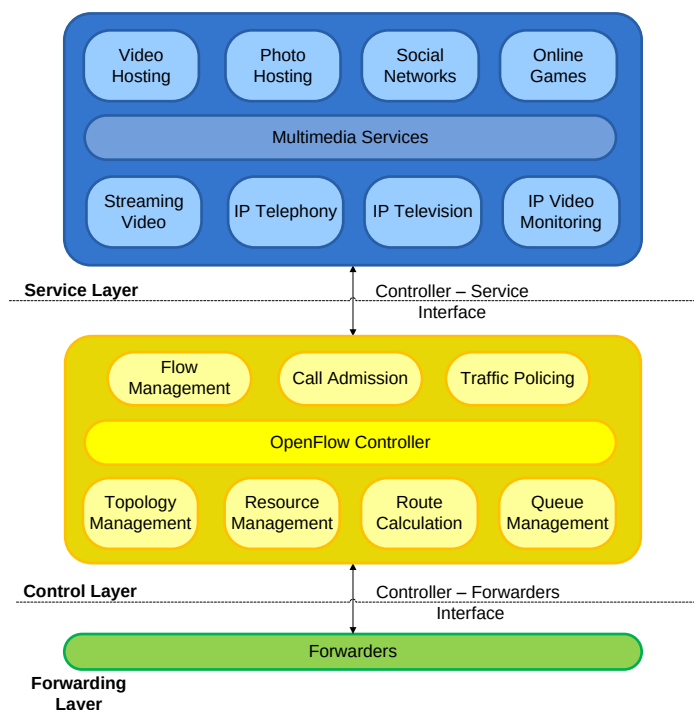


Рис. 3 - Архитектура ПКС на основе протокола OF

Архитектура ПКС на основе протокола OF состоит из 3 уровней:

1. *Уровень инфраструктуры*, состоящий из набора сетевых устройств (коммутаторов и каналов передачи данных);
2. *Уровень управления*, включающий в себя сетевую операционную систему (зависит от контроллера), которая обеспечивает приложениям сетевые сервисы и программный интерфейс для управления сетевыми устройствами и сетью;
3. *Уровень сервисов*, включающий приложения, позволяющие более гибко и эффективно управлять сетью.

Вся интеллектуальная часть высокоуровневой маршрутизации реализована на контроллере. За счет переноса логики в центральный узел коммутаторы разгружаются и могут более эффективно использовать вычислительные мощности для выполнения низкоуровневых операций с трафиком. Централизованное управление позволяет мониторить состояние компью-

терной сети и управлять множеством ее параметров из единого узла. Самой главной возможностью архитектуры ПКС на основе протокола OF, является возможность программно управлять потоками данных.

Таким образом, концепция ПКС дала мощный толчок к разработке новых и развитию существующих методов управления потоками данных в КС, внедрению новых алгоритмов адаптивной маршрутизации [2-6]. Исследованиям по развитию направления ПКС посвящена настоящая работа.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук МК-6016.2016.9 и гранта РФИ 16-47-620300 p_a.

Библиографический список

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., Turner J. Openflow: Enabling Innovation in Campus Networks Proc. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. 2008. Vol. 38, No. 2. pp. 69-74.
2. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Анализ и проектирование маршрутов передачи данных в корпоративных сетях. М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 235 с.
3. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Разработка и исследование математической модели многопутевой адаптивной маршрутизации в сетях связи с балансировкой нагрузки // Электросвязь. 2014. № 12. С. 27-31.
4. Перепелкин Д.А. Концептуальный подход динамического формирования трафика программно-конфигурируемых телекоммуникационных сетей с балансировкой нагрузки // Информационные технологии. 2015. Т. 21. № 8. С. 602-610.
5. Перепелкин Д.А. Математическая модель многопутевой адаптивной маршрутизации с балансировкой неоднородной нагрузки в условиях динамических подключений узлов и линий связи в телекоммуникационных сетях // Радиотехника. 2015. № 5. С. 46-54.
6. Перепелкин Д.А. Модель отказоустойчивой многопутевой адаптивной маршрутизации с балансировкой неоднородной нагрузки в сетях связи // Радиотехника. 2015. № 11. С. 40-47.

Секция 1
Информационные технологии в социальных и экономических системах

**ИГРОВОЙ КОМПОНЕНТ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА СОЦИОЛОГИИ НА
ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MOODLE**

В.М. Назаров, Л.А. Виликотская

**Рязанский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Московский
политехнический университет»**

На сегодняшний день система Moodle в качестве целостной учебной среды является одной из наиболее популярных во множестве стран мира, переведена на несколько десятков языков. И это не случайно. Она может быть установлена на любом компьютере, поддерживающем язык программирования PHP. Позволяет студентам свободно общаться с преподавателями и участниками своих групп, используя чаты и форумы, учитывать личные потребности студентов, выявленные в индивидуальном общении; достаточно легкая в освоении. Причем открытый код и свободная лицензия позволяют спокойно работать, без боязни, что ресурс закроют. Простота использования и открытость способствуют ее бесплатному распространению. К тому же данная система обеспечивает техническую возможность загружать различные документы для дальнейшего скачивания и изучения. Это отчасти заменяет поиск необходимой учебной литературы в библиотеках и книжных магазинах. С помощью файлов, архивов, веб-страниц, лекций обеспечивает передачу и усвоение знаний в электронном виде.

Основной учебной единицей Moodle являются учебные курсы. При активном участии студентов в рамках проектной деятельности в Рязанском политехническом институте создан портал дистанционной поддержки образования. Одним из составляющих этого ресурса является курс учебной дисциплины «социология» с модульным расположением учебной информации, включая тексты лекций, фрагменты первоисточников, тесты для промежуточного и итогового контроля знаний. Как показал опыт, на основе Moodle можно создавать не только обычные стандартные тесты, но и целые комплексы заданий для студентов с элементами игровой деятельности. Что немаловажно, так это возможность представлять изображения и варианты ответа. Задания можно выполнять как в малых группах, так и индивидуально. Например, кроссворды по определенной учебной теме. Из повседневной жизни студентам хорошо известна эта разновидность интеллектуального развлечения: ведь отгадывание кроссворда на сегодняшний день является одним из самых популярных способов проведения досуга. По трем модулям, (включающим все учебные темы курса социологии), силами студентов составлены кроссворды различных видов и типов. Кроме стандартного короткого толкования загаданного слова (из числа базовых понятий учебной дисциплины) использованы изображения. А также кроссворды, где необходимо угадывать слово по имеющимся отдельным буквам.

Другим игровым компонентом электронного курса социологии является угадывание слова по нескольким изображениям, в том числе комичным и юмористическим. Как известно, эта игра имеет достаточно большую популярность на мобильных платформах. А предъявление ряда наводящих кар-

тинок помогает лучше запомнить достаточно отвлеченные понятия социологии (такие, как «социальная структура», «социальная стратификация», «девиантное поведение», «социальный контроль» и др.) или выдающихся ученых прошлого и настоящего.

В результате исследования делается вывод: с помощью системы Moodle создаются условия для более разнообразного и неформального общения педагогов и обучающихся. Стимулируется познавательная активность и интерес у студентов, что способствует более эффективному изучению дисциплины. В отличие от традиционного подхода, где ведущая роль принадлежит преподавателю, данный инновационный подход позволяет студентам стать подлинными субъектами учебно-познавательной деятельности. И содержательно, и технически он нуждается в доработках и совершенствовании.

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

П.А. Фролов

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

В докладе рассматриваются проблемы, связанные с автоматизацией расчета ключевых показателей эффективности в управлении коммерческой организацией.

За последние 25 лет главным фактором экономического роста стал человеческий капитал, иными словами - знания, навыки, здоровье, интеллект, умение работников качественно и производительно трудиться. Человеческий капитал также стал основой для формирования инновационной экономики и экономики знаний, которые являются следующими этапами развития экономической теории. Задачей руководителей организации в настоящее время стало максимальное использование возможностей своих сотрудников, что достигается путем использования принципов управления по целям (Management by Objectives) – процессного управления, основным элементом которой являются ключевые показатели эффективности[1].

Актуальность проблемы обусловлена тем, что в настоящее время задача автоматизации расчета ключевых показателей эффективности в управлении коммерческой организацией не решена[2]. При ведении бухгалтерского учета расчетные значения зачастую бывают ошибочными или дублируются, вследствие чего невозможно провести анализ результатов деятельности коммерческой организации без перепроверки данных[3].

Целью исследования является разработка информационной системы автоматизированного расчета и анализа ключевых показателей эффективности.

Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи: на примере ЗАО «Барнсли Импорт» произведено исследование предметной области в коммерческой организации; сформулированы требования к информационной системе ЗАО «Барнсли Импорт»; разработана модель бизнес-процессов расчета ключевых показателей эффективности, разработана модель базы данных информационной системы автоматизиро-

ванного расчета ключевых показателей эффективности; разработан прототип информационной системы расчета ключевых показателей эффективности в коммерческой организации. Разработанная информационная система управления на основе ключевых показателей эффективности позволяет оптимизировать бизнес-процессы. Дополнительным преимуществом является хорошая масштабируемость данной системы, позволяющая при необходимости охватывать большое количество различных ключевых показателей эффективности. Благодаря автоматизации, у руководства коммерческой организации, использующих данную информационную систему, появятся дополнительные возможности для анализа деятельности коммерческой организации.[3]

Библиографический список

1. Барр М. Ключевые показатели эффективности. 75 показателей, которые должен знать каждый менеджер // М.: Изд-во БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – С. 12 – 17
2. Ромашкова О.Н., Фролов П.А. Технология расчета показателей прибыли и рентабельности в коммерческой организации. // Фундаментальные исследования, № 4 (часть 1) 2016. - С. 102-106.
3. Ромашкова О.Н., Маликова О.Н. Проблемы моделирования бизнес-процессов телекоммуникационных компаний // Всероссийский научно-технический журнал "Проектирование и технологии электронных средств" №3, 2010. С. 61-67

МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

Т.Н. Ермакова

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

Выполняемая в Москве реструктуризация организаций разных образовательных ступеней обусловила необходимость модернизации управленческой структуры созданных образовательных комплексов [1].

Важной задачей становится сделать эффективным процесс управления такими сложными социально-экономическими системами как крупные образовательные комплексы, созданные в результате объединения детских садов, средних общеобразовательных школ и организаций среднего профессионального образования. Одной из важнейших задач становится модернизация сложившейся модели управления образовательными системами (комплексами) и создание методов и моделей эффективного информационного управления современными образовательными системами.

В результате анализа итогов реструктуризации образовательных организаций разработана классификация образовательных систем на примере новых образовательных организаций, созданных в Москве. По этой классификации образовательные организации делятся на группы по количеству образовательных ступеней, по наличию специализированных образова-

тельных программ, по количеству входящих в состав образовательных комплексов структурных подразделений [1].

С помощью графической нотации IDEF0 создана информационная модель управления образовательными системами, включающими образовательные организации различных ступеней организации. В результате сравнительного анализа разных моделей были выявлены общие информационные потоки и существенные отличия этих моделей.

Для анализа и сравнения структур образовательных комплексов была разработана модель на основе ориентированного графа, где вершины графа представляют собой процессы управления, внешние организации, структурные подразделения образовательного комплекса и ресурсы, дуги отражают связи между вершинами графа, а веса – значения влияющих на эти процессы показателей. Разработанная модель позволяет находить наилучшие структурные характеристики образовательного комплекса по критериям оптимальности распределения кадровых, финансовых и материальных ресурсов.

Одним из инструментов, с помощью которого предполагается оценивать эффективность управления образовательными организациями является система сбалансированных показателей.

На подготовительном этапе создания системы сбалансированных показателей разрабатывается стратегия развития образовательной организации (комплекса), выделяются перспективы, затем устанавливается, для кого и каких организационных уровней разрабатывается система сбалансированных показателей. Среди перспектив были выделены: финансовая деятельность, обучающиеся, информационные деловые процессы и обучение педагогов и развитие.

Стратегическими целями для образовательной организации (комплекса) являются: обеспечение удовлетворенности потребителей: обучающихся; работодателей; вузов и колледжей; государства; увеличение доходов; увеличение производительности человеческого потенциала; обеспечение качества функционирования процессов. Для каждой из целей выделяются показатели, с помощью которых и оценивается эффективность управления образовательными системами (комплексами). На следующем этапе происходит конкретизация выделенных стратегических целей, показателей и определяется уровень их значения [2].

Был проведен факторный анализ значений показателей качества обучения и финансовых показателей, собранных на основе статистических данных из перечня показателей деятельности образовательной организации, подлежащей самообследованию [3].

Для анализа показателей эффективности деятельности образовательной организации была выбрана неполная жестко детерминированная (функциональная) перспективная многофакторная информационная модель. В результате были выбраны 8 показателей качества обучения и 5 финансовых показателей, которые легли в основу дальнейшей оценки результативности деятельности образовательных систем (комплексов) [4].

Для анализа эффективности управления информационными потоками в образовательной организации была разработана модель, использующая показатели, с помощью которых оценивается уровень эффективности

движения информационных потоков документов в образовательных системах.

Разработанная модель может быть использована для оптимизации работы сотрудников со стандартными формами отчетности и сокращения временных затрат на бумажную работу.

Библиографический список

1. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Моделирование информационных процессов управления образовательным комплексом // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2014. – № 2. – С. 122-129.
2. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Мониторинг качества образования в средней общеобразовательной организации с использованием современных средств информатизации // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2014. – № 4. – С. 10-17.
3. Приказ Минобрнауки России (Министерства образования и науки РФ) от 10 декабря 2013 г. № 1324 «Об утверждении показателей деятельности образовательной организации, подлежащей самообследованию».
4. Факторный анализ [Электронный ресурс]: <http://dist-cons.ru/modules/DuPont/section2.html> (Дата обращения - 29.09.2016).
5. Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Методика выбора информационной модели для оценки показателей качества обучения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2015. – № 2. – С. 14-20.

О НЕКОТОРЫХ СФЕРАХ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

**И.Е. Коньякова, М.С. Маскина
Академия ФСИН России**

Робототехника – перспективная, активно развивающаяся научно-техническая отрасль, которая все шире охватывает различные сферы жизни общества, удивляя нас новыми почти фантастическими открытиями и достижениями, которые находят свое применение не только в научной или производственной области, но и в здравоохранении, обороне, общественной безопасности и даже в сфере развлечений.

В целях создания системы управления жестами с наименьшим временем реакции сотрудниками лаборатории Ishikawa Oku Токийского университета был разработан робот, который всегда побеждает в игре «Камень – ножницы – бумага». Это устройство состоит из механических пальцев и электронного блока, содержащего совокупность датчиков движения и высокоскоростных камер, которые обеспечивают захват изображения. Анализ полученного вида руки оппонента (разворот его кисти, взаимное положение пальцев и т.д.) позволяет электронике предугадать, какой символ покажет человек: камень, ножницы или бумагу. После чего практически «одновременно» с человеком роботизированная рука с высокоскоростными приводами показывают фигуру, обеспечивающую выигрыш. Конструкторы

утверждают, что максимальная задержка системы составляет 0,02 секунды, что абсолютно незаметно для человеческого глаза [3].

Еще одной перспективной и активно развивающейся сегодня тенденцией стала разработка бионических роботов, чье поведение и движения максимально похожи на повадки реальных представителей животного мира. На выставке Hannover Messe компания Festo представила три разработки таких роботов.

Одной из них стала колония муравьев-дронов BionicANT, которые, как и настоящие муравьи могут совместно работать над выполнением поставленной задачи. Каждый такой робот принимает решение независимо от других, однако все его действия подчинены общей цели, так как они координируют совместную работу, общаясь между собой. Все муравьи колонии длиной 13,5 см имеют передатчики в приводах ног, две камеры на голове и оптический сенсор на брюшке, по которому отслеживается его положение.

Другой разработкой Festo, демонстрирующей насколько легкими можно сконструировать беспилотные летательные аппараты, стала стайка роботов-мотыльков eMotionButterflies. Дроны-бабочки оснащены собственной системой предотвращения столкновений, которая использует данные, полученные от внешней системы контроля, состоящей из расставленных по периметру зоны полета 10 инфракрасных камер и GPS-датчиков. Камеры в режиме реального времени следят за расположением дронов, благодаря встроенным в них инфракрасными маркерам, затем передают информацию на сервер, который координирует полет всех бабочек стаи. Бабочка весом 32 грамм имеет крылья размахом 50 см, которые состоят из натянутой на каркас из тонких углеродных стержней эластичной конденсаторной пленки. Это при частоте взмахов 1-2 Гц позволяет роботам развивать скорость до 2,5 м/с. После 4 минут полета бабочке нужна подзарядка двух 7,4-вольтовых батарей в течение 15 минут, так как ее корпус оснащен внутренним сенсором, гироскопом, акселерометром, компасом, двумя сервоприводами для крыльев, микроконтроллерами и радиомодулями [1].

На сегодняшний день роботизированные механизмы могут применяться практически во всех сферах жизни общества, не обходя стороной и пенитенциарную систему. Недавно в Южной Корее были проведены испытания тюремного робота-надзирателя, способного предотвратить самоубийство, драку осужденных, а так же сообщить о поджоге в камере. Металлический тюремщик, оборудован 3D-камерами, микрофоном, сенсорами и специальным программным обеспечением, которое способно анализировать человеческие эмоции. Если машина замечает что-то, выходящее за рамки нормы, то посылает данные в командный центр оператору и транслирует видеокартинку. При необходимости работник тюрьмы может, не покидая диспетчерской, обратиться к осужденным. Робот-охранник работает автономно, но в экстренных ситуациях возможно включение дистанционного управления. По словам создателей, основная задача механического надзирателя состоит в снижении объема работы живых сотрудников, но главное, робот абсолютно неподкупен, а, следовательно, его применение поможет существенно снизить уровень коррупции в колониях [2].

Мир робототехники огромен, разнопланов и очень интересен. В нем предстоит еще сделать немало открытий и возможно когда-то роботы станут полноценной частью человеческого общества.

Библиографический список

1. Новые разработки в области робототехники [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Заглавие с экрана. – Режим доступа : <http://gizmod.ru/2015/04/02/novye-razrabotki-v-oblasti-robototexniki/>
2. Роботы-надзиратели появились в корейских тюрьмах // Робновости - ресурс новостей о робототехнике, свежих разработках и событиях в мире высоких технологий. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Заглавие с экрана. – Режим доступа : <http://robonovosti.ru/ispolzovanie-robotov/2994-roboty-nadzirateli-poyavilis-v-korejskix-tyurmax.htm>
3. Janken (rock-paper-scissors) robot with 100% winning rate // Официальный сайт лаборатории токийского университета [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Заглавие с экрана. – Режим доступа : <http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/fusion/Janken/index-e.html>

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ И ВОЛАТИЛЬНОСТИ ВАЛЮТНОГО РЫНКА

Л.С. Иванкина

Академия ФСИН России

Построение эконометрических моделей по реальным статистическим данным дает возможность описать сложные процессы, происходящие в экономических объектах, провести их анализ с целью выявления наиболее значимых факторов, определяющих состояния объекта, а также прогнозировать и управлять его зависимыми показателями. Проблема изучения взаимосвязей экономических объектов и процессов является одной из важнейших в экономическом анализе, поскольку определение механизмов этих взаимосвязей позволяет успешно регулировать экономические показатели и принимать правильные управленческие решения [1].

Инфляция – это устойчивый и продолжительный рост общего уровня цен в стране. Самые большие потери инфляция наносит тем, чьи доходы фиксированы, например людям, работающим на основе долгосрочных договоров и работникам государственного сектора [2].

Расчёты производились с помощью пакета прикладных программ IBM SPSS и Microsoft Excel.

В результате проведения линейного регрессионного и дисперсионного анализов, были выявлены значимые факторы, влиявшие на инфляционные процессы в указанный временной период. К ним относятся:

1. среднемесячная номинально начисленная заработная плата,
2. средняя численность безработных,
3. индекс выпуска товаров и услуг по базовым видам деятельности,
4. курс евро по отношению к рублю.

В процессе построения математической модели было выявлено, что в условиях волатильности валютного рынка и действующих экономических санкций, на уровень инфляции непосредственно влияют доходы населения, объём производства в базовых видах деятельности и численность без-

работных. Следует, однако, учитывать, что, как показал анализ статистических данных, и объём производства, и доходы населения связаны в первую очередь с курсом рубля по отношению к евро, что, по-видимому, объясняется резким сокращением экономического сотрудничества со странами Евросоюза. Таким образом, математическая модель прогнозирования инфляции может быть составлена в виде системы трёх эконометрических уравнений:

$$\begin{cases} y_{1t} = 21891,2359 + 187,6297 \cdot x_t, \\ y_{2t} = 110,2725 - 0,2144 \cdot x_{t-2}, \\ y_{3t} = -40,9071 + 1,9427 \cdot y_{1t} + 0,2348 \cdot y_{2t} + 0,0003 \cdot z_t, \end{cases}$$

где y_1 - среднемесячная номинально начисленная заработная плата (руб.), y_2 - индекс выпуска товаров и услуг по базовым видам деятельности (% к соответствующему периоду предыдущего года), y_3 - инфляция (% к предыдущему периоду), x - курс евро (руб.), z - численность безработных (%). Индекс t в системе показывает, соответствующие ему данные входят в уравнение за текущий месяц, а индекс $t-2$ указывает на предпредыдущий месяц.

В нижеследующей таблице приведены данные по статистическому анализу качества каждого из построенных уравнений линейной регрессии.

	Уровень значимости уравнения в целом	Уровень значимости коэффициентов уравнения	Коэффициент детерминации
Уравнение №1	0,001146509	$a_0=0,00000038$	0,45292
		$a_1=0,0011465$	
Уравнение №2	0,0030512	$a_0=0,00000064$	0,43168
		$a_1=0,003051$	
Уравнение №3	0,0000151597	$a_0=0,000006882$	0,78223545
		$a_1=0,000144107$	
		$a_2=0,000062709$	
		$a_3=0,000008876$	

Следовательно, все уравнения статистически значимы и могут быть использованы для прогнозирования уровня инфляции.

Таким образом, в современных условиях падения мировых цен на нефть, экономических санкций и высокой волатильности валютного рынка определяющими факторами влияния на инфляционные процессы являются доходы населения, объём производства в базовых видах деятельности, численность безработных и курс рубля по отношению к евро. Следует отметить, что непосредственного влияния на инфляцию нефтяных цен и курса рубля по отношению к доллару нами установлено не было.

Библиографический список

1. Doucek P., Bebr R., Jablotchnikov S.. Management information systems - assistance in the work of a modern manager // Manažerské informační systémy podpora práce moderního manažera – Винница: Infracon-I, 2004. – 186 с.

2. Чернышов И.Н., Купцов М.И. Экономические интересы осужденных в процессе труда: структурный анализ // Человек: преступление и наказание. 2015. № 1. С. 134-141.

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ОДНОСЕКТОРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА, УЧИТЫВАЮЩЕЙ КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ И КОНКУРЕНЦИЮ ЗА ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕСУРСЫ

И.А. Нечепуренко

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

к.ф.-м.н., доц.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается односекторная динамическая модель развития региона, учитывающая конечное потребление, выбытие основных фондов экономики и конкуренцию за ограниченные ресурсы, предложенная в [1]:

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1-a)F(K, L) - \bar{S}(L), \\ \dot{L} = \frac{rN(L)}{N'_L} \left(\frac{M - N(L)}{M} \right). \end{cases} \quad (1)$$

в которой K – стоимость основных фондов экономики, L – среднегодовая численность занятых в экономике, t – время, $a \in [0; 1)$ – склонность к потреблению, $\mu \in [0; 1)$ – норма амортизации, N – численность населения, проживающего на данной территории, M – максимально допустимая численность населения на данной территории, r – коэффициент прироста (убыли) населения, $\bar{S}$ – объем конечного потребления на душу населения, $F(K, L)$ – производственная функция, $N(L)$ – зависимость численности населения от среднегодовой численности занятых в экономике, $\bar{S}(L)$ – зависимость конечного потребления от среднегодовой численности населения, занятого в экономике.

В работе [1] для модели (1) методами регрессионного анализа по данным Федеральной службы государственной статистики [2] с 1999 по 2013 год, определены значения коэффициентов a , μ , r и вид зависимостей $F(K, L)$, $N(L)$ и $\bar{S}(L)$ для Рязанской области, с учетом которых система (1) приняла вид

$$\begin{cases} \dot{K} = -\mu K + (1-a)F(K, L) - e^{\sigma_1 + \frac{\sigma_2}{L}}, \\ \dot{L} = rL \left(\frac{M - \mathcal{N}L}{M} \right); \end{cases} \quad (2)$$

или со значениями коэффициентов

$$\begin{cases} \dot{K} = -0,0075K + 0,3356F(K, L) - e^{-13,5741 + \frac{127621341}{L}}, \\ \dot{L} = -0,0086L \left(\frac{641718 - 2,2829L}{641718} \right). \end{cases} \quad (3)$$

Производственная функция, построенная по данным [2], может иметь следующий вид:

1) двухфакторная линейная однородная функция $X = a_1K + a_2L$ или $X = 0,3886K - 48,9198L$;

2) однофакторная степенная функция $X = a_0K^{a_1}$ или $X = 0,0131K^{1,2451}$;

3) однофакторная линейная однородная функция $X = \varphi_1 K$ или $X = 0,3360K$.

Предположительно, такой вид производственных функций обусловлен наличием скрытой занятости в экономике региона [3].

В настоящей работе предложено аналитическое и численное исследование поведения решений систем (2) и (3), на основе которого выполнена проверка адекватности рассматриваемой модели.

Библиографический список

1. Лазарева И.А. Построение и идентификация односекторной модели экономики региона, учитывающей конечное потребление и конкуренцию за ограниченные ресурсы / И.А. Лазарева, Е.Ю. Лискина // Вестник РАЕН. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 36–40.

2. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/ross-tat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 15.02.2016 г.).

3. Лискина Е.Ю. Некоторые математические модели налогов и сборов в России // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина – 2014. – № 2 (43). – С. 168–182.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

А.С. Рыбакова

Научный руководитель – Орехов В.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Программное обеспечение, используемое в банке, можно разделить на 2 группы: унифицированное ПО, пригодное для применения в различных сферах, и специализированное ПО, используемое для автоматизации банковских процессов. Все эти программные продукты позволяют сократить объем труда сотрудников банка, обеспечить скорость обслуживания клиентов, избавиться от лишнего объема бумажных документов.

Основной информационной системой банка является автоматизированная банковская система (АБС). Это комплекс аппаратно-программных средств, реализующих мультивалютную информационную систему, обеспечивающую проведение финансовых операций в режиме реального времени при транзакционной обработке данных. АБС является сложной многофункциональной системой и относится к наиболее сложным программно-аппаратным комплексам. Главными составляющими АБС являются аппаратные средства, программное обеспечение, математическое обеспечение, информационное обеспечение, функциональное обеспечение и технологическое обеспечение. Также можно выделить три взаимодействующих слоя обработки информации в АБС: фронт-офис – взаимодействие с клиентами и внешними контрагентами, бэк-офис – внутрибанковская расчетная деятельность, и расчетное ядро – выполнение базовых функций бухгалтерско-

го учета. АБС является распределенной системой и позволяет территориально удаленным отделениям банка функционировать, как единое целое.

АБС строится по модульному принципу, и различные модули обеспечивают различные функции слоев обработки информации. В ходе развития банковской сферы новый функционал может быть обеспечен посредством разработки и подключения новых модулей к уже существующей АБС.

С помощью шлюзов АБС связывается с прочими информационными системами, не входящими в ее состав. Это могут быть как внешние, так и внутрибанковские системы. Внешние системы, с которыми связывается банк – это ЦБ РФ, система общества международных межбанковских финансовых коммуникаций (SWIFT), процессинговые центры для обслуживания пластиковых карт, РКЦ – расчетно-кассовые центры, обеспечивающие межбанковские расчеты, государственные системы – ГИС ГМП и ГИС ЖКХ.

К внутрибанковским системам относятся системы дистанционного банковского обслуживания (ДБО) клиентов – «Банк-клиент» либо интернет-банкинг, платежные терминалы и банкоматы. Системы ДБО предназначены для коммуникаций и обслуживания клиента без визита в банк.

Унифицированное ПО применяется для автоматизации неспецифических процессов. Для взаимодействия сотрудников банка используется внутренняя сеть, которая, ввиду специфики деятельности банка, должна быть защищена от внешних воздействий с помощью средств информационной безопасности. На базе внутренней сети может функционировать электронная почта, внутрибанковский портал для сотрудников, различные веб-приложения, система хранения документов.

Для сокращения объема бумажных документов может применяться система электронного документооборота (СЭД). С ее помощью обеспечивается полный цикл жизни документов от момента создания до помещения в архив, обмен документами между сотрудниками банка и обмен документацией с внешними системами.

Для обеспечения выполнения задач используются системы управления задачами и проектами, позволяющие пользователям ставить задачи и направлять их на исполнение другим сотрудникам. Такие системы могут включать в себя системы контроля времени, позволяющие вести учет времени работы сотрудников.

ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА ВОЕННОЙ КАФЕДРЕ

Э.Б. Бахтияров

Научный руководитель – Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

С развитием и повсеместным внедрением компьютерных технологий во все сферы общественной жизни встает вопрос о грамотном применении компьютерных технологий в процессе обучения специалистов. Применение компьютерных технологий позволит значительно повысить эффективность обучений будущих инженеров при подготовке по их специальностям, а также даст возможность усовершенствовать учебный процесс, повысить заинтересованность обучающихся, облегчить им процесс усвоения материала и приобретения требуемых навыков.

Об интересе к этой теме можно судить по большому числу докладов на конференциях различного уровня. Программы, предназначенные как для тестирования экзаменационного, так и для самоконтроля учащихся, разрабатываются как отдельными авторами, так и коллективами программистов. Причем в этой работе участвуют и профессионалы, и студенты. И с их помощью возможно тестирование по широкому спектру предметов: от математики с ее формулами и вычислениями, до литературы с большим количеством авторов и художественных произведений, знания о которых нужны студентам различных специальностей.

На сегодняшний день создано большое количество генераторов тестовых заданий, реализованных на различных языках программирования (например, [1]). Кроме того существует множество готовых компьютерных программ, предназначенных для тестового контроля знаний учащихся. При этом разработка тестов, применяемых на различных этапах учебного процесса – важный элемент методического обеспечения теста.

Большинство авторов тестов отмечают удобство работы с программой, созданной для конкретного пользователя (составителя тестов), конкретного предмета. На военной кафедре имеется большое количество тестов для контроля знаний студентов. Именно поэтому руководство военной кафедры посчитало разумным для самоконтроля знаний студентами иметь программу, используя которую студенты могли бы самостоятельно оценивать свою готовность к экзамену. А кафедра получает возможность готовить вопросы по широкому спектру тем, изучаемых студентами. Военная кафедра горного университета уже имеет опыт создания программ, которые используются в образовательном процессе. Так, на кафедре имеется программа, написанная студентами на языке программирования C++, в которой собраны сведения о военных самолетах разных стран и разных конструкций.

Программы, предназначенные для самоконтроля студентами своих знаний, отличаются тем, что студент может в удобное ему время проходить тест, что поможет ему объективно оценить его знания по данной теме и его готовность к сдаче экзамена.

Для военной кафедры горного университета разработана программа, предназначенная для подготовки вопросов для самоконтроля знаний студентами, созданных пользователями, не являющимися программистами. Предполагается, что студент изучил тему, а затем, пройдя самостоятельно тестирование, оценил, насколько полно его знание, готов ли он к экзамену.

Программа реализована в среде создания Windows-приложений Delphi. Выбор этого средства для создания программы предопределен тем фактом, что Delphi часто используется при создании как программ, производящих различные вычисления, так и для создания справочников и учебников. И в нашем случае Delphi отлично подходит в качестве среды создания программы самоконтроля.

Разработанная программа реализует выбор вопросов из файла с созданными вопросами, проверяет ответы на правильность путем сравнения с заданным преподавателем правильным ответом, показывает студенту сообщение о правильности или неправильности выбранного варианта ответа, предоставляет следующий вопрос. Основной особенностью программы являлось максимально простой способ подготовки вопросов и ответов для

самоподготовки. Поэтому файл с вопросами, вариантами ответов и номером правильного ответа создается в программе «Блокнот». Преподаватель может формировать произвольное число вопросов по теме и на каждый вопрос может быть для выбора подготовлено произвольное количество вариантов ответов.

При выполнении тестирования в программе студенту поочередно предоставляются варианты вопросов и ответов к ним. Выбранный студентом ответ выделяется рамкой. В программе производится сравнение номера выбранного студентом ответа с номером правильного ответа, записанного в файле, и выводится окно с сообщением о правильности или неправильности выбранного ответа. Правильный ответ не выдается студенту, он должен узнать его самостоятельно при повторной подготовке к прохождению теста.

После этого студенту предоставляется следующий вопрос с вариантами ответов.

После ответов на все вопросы появляется итоговое окно с результатом выполнения теста. В нем содержится информация об общем количестве вопросов, на которые отвечал студент, и число правильных ответов, что позволяет студенту сделать вывод о качестве усвоения им темы и готовности к успешной сдаче экзамена.

В докладе представлен первый вариант программы для создания тестовых вопросов и ответов на них и тестирования в целях самоконтроля студента. Программа передана на военную кафедру горного университета для тестирования и получения замечаний для возможной доработки программы.

Библиографический список

1. Орлова Е.Д. Основные принципы построения обучающих и тестирующих программ. Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании НИТ-2015. XX всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов Рязань, 2015, С. 86-87.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

А.А. Тимакина

Научный руководитель – Сосулин Ю.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В условиях рыночной экономики возрастает потребность в статистических методах анализа полученных данных.

Современные социально-экономические процессы и явления зависят от большого количества факторов, их определяющих. В связи с этим необходимо не только иметь четкие представления об основных направлениях развития экономики, но и уметь учитывать сложное взаимосвязанное многообразие факторов, оказывающих существенное влияние на изучаемый процесс.

В процессе исследования был проведен эксперимент, цель которого заключалась в определении устойчивости инвестиционного проекта при изменении основных факторов. Метод заключается в построении регрессионных зависимостей показателей эффективности от различных влияющих на них факторов. Рассматривается зависимость индекса прибыльности, периода окупаемости, чистого приведенного дохода и внутренней нормы доходности от цены продаж, объема продаж и общих издержек. В исследовании выбраны три фактора для большей наглядности полученных данных (т.к. результаты можно представить графически), а в качестве показателей эффективности выбраны PI, PB, NPV, IRR, т.к. они наиболее полно характеризуют эффективность инвестиционного проекта. Для различных показателей эффективности существуют свои возможные границы изменения факторов.

Данный метод оценки позволяет определить диапазон изменения факторов, а также оценить степень влияния этих факторов на показатели эффективности проекта.

Исходные данные для анализа были получены в системе Project Expert 6.1. Анализ полученных данных производится системой STATISTICA 5.0.

Первый рассмотренный тип регрессионной модели – регрессионный анализ по полному факторному эксперименту. Второй тип модели – это регрессионная модель по данным раздельного варьирования. Метод раздельного варьирования не дает большого отклонения коэффициентов от значений, полученных по полному факторному эксперименту. Метод раздельного варьирования требует меньших временных затрат, так как изменяется только один фактор, когда значение других фиксированы, что существенно упрощает работу. Рассматриваемые модели можно построить для любых показателей эффективности и любого количества факторов.

Полученная регрессионная модель дает точную границу изменения факторов при условии безубыточности проекта.

Модель позволяет рассчитывать числовые значения факторов при измененном начальном наборе данных. При подстановке в модель, а фактически в уравнение, числовых значений факторов всегда можно рассчитать значение показателя эффективности, а также при желаемом значении показателя и известных значениях некоторых факторов рассчитать значения других факторов.

Исследуя выбранные показатели эффективности проекта, были определены допустимые границы изменения факторов, на них влияющих.

Полученные результаты позволяют осуществлять эффективное управление бизнесом и прогнозирование возможных в будущем ситуаций.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ WEB-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ «GREEN CITY INDEX»

Я.В. Гурьева, К.В. Служаева

Научный руководитель – Клевакина Е.А.к.э.н., доц.

Забайкальский государственный университет

После состоявшейся в июне 2012 года в Рио-де-Жанейро крупнейшей в XXI веке Конференция ООН («Рио+20») страны встали на путь формирования «зеленой» экономики. Программа ООН по охране окружающей среды

(UNEP) определяет «зеленую» экономику как инструмент, приводящий к повышению благосостояния людей и социального равенства, и значительно снижающий неблагоприятное воздействие на окружающую среду и риски экологической деградации [1]. Одним из основных принципов «зеленой» экономики является развитие природоохранного законодательства и применение наиболее успешных практик в вопросах управления воздухом, водой, почвами и обращения с отходами. Соответственно данные процессы должны быть оценены.

На сегодняшний день в мире существует множество методов по оценки экологической составляющей городов. Данная работа посвящена проектированию рейтинговой web-системы. За основу идеологии рейтинга был взят «Green City Index», инициированный английским исследовательским центром Economist Intelligence Unit и корпорацией «Siemens». Индекс состоит из 28 показателей, сгруппированных в 8 категорий. В рамках него по всему миру проводятся масштабные исследования. Ежегодно, начиная с 2009 года, 120 городов мира оцениваются по таким показателям, как санитарно-гигиенический и экологический менеджмент, качество воздуха, земли, эксплуатация зданий, водоснабжение, транспорт, выбросы CO₂ в атмосферу и ещё по десяткам других критериев. Полученные данные позволяют определить города-лидеры по экологичности в своём регионе [2].

В ходе работы были поставлены и решены следующие задачи:

- определен алгоритм расчета «Green City Index»;
- спроектирована и создана база данных рейтинговой web-системы;
- определен функционал системы;
- определены технологии для разработки рейтинговой web-системы.

База данных спроектирована по технологии OLAP (англ. Online Analytical Processing, аналитическая обработка в реальном времени), принцип работы которой состоит в подготовке агрегированной информации на основе больших массивов данных, структурированных по многомерному принципу [3]. Основными критериями при выборе технологии явилось то, что системы, построенные на основе технологии OLAP, предоставляют практически безграничные возможности по составлению отчетов, выполнению сложных аналитических расчетов, построению прогнозов и сценариев, разработке множества вариантов планов [4]. На рисунке 1 представлена схема базы данных типа «снежинка», служащая для поддержки многомерного представления содержащихся в ней данных [5].

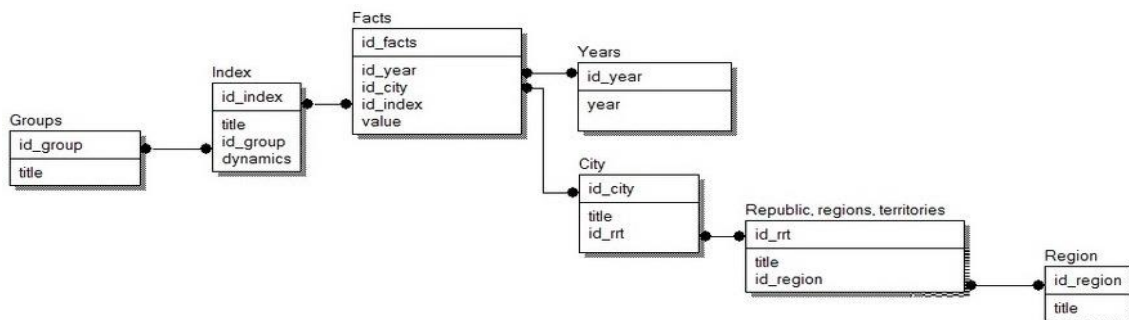


Рис. 1 - Схема базы данных рейтинговой web-системы

Источниками пополнения базы данных является материалы из различных источников, включая СМИ, органы власти, общественные организации,

экспертные организации, хозяйствующие субъекты и инициативные группы граждан.

Выявлен ряд функциональных требований к системе:

- ведение базы данных;
- анализ данных;
- расчеты индекса и определение рейтинга городов.

Одной из основных задач документа «Об основах стратегического планирования в Российской Федерации» является повышение качества прогнозов и комплексных оценок при планировании развития страны и ее территорий в самых различных аспектах – социальном, экономическом, экологическом, технологическом и т.д. Поэтому использование новых методов и средств комплексной оценки развития городов по совокупности различных показателей может способствовать решению актуальной проблемы разработки достоверных прогнозов на среднесрочную и долгосрочную перспективу [6]. Таким образом, данная система может развиваться и поддерживаться, а также встраиваться в более глобальные системы.

Библиографический список

1. Устойчивое развитие и «зеленая» экономика в России: актуальная ситуация, проблемы и перспективы [Электронный ресурс]. – Экодело. - Режим доступа: http://ecodelo.org/rossiyskaya_federaciya/27342stoychivoe_razvitie_i_zelenaya_ekonomika_v_rossii_aktualnaya_situaciya - 30.09.2016.
2. 11 самых «зеленых» городов мира [Электронный ресурс] – Зялёны партал. - Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/11-12-2015/11-samyh-zelyonyh-gorodov-mira> - 30.09.2016.
3. OLAP [Электронный ресурс] – Википедия. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OLAP> - 1.10.2016.
4. OLAP системы [Электронный ресурс] – Менеджмент качества. - Режим доступа: http://www.kpms.ru/Automatization/OLAP_system.htm - 1.10.2016.
5. Академия Microsoft: Распределенные базы и хранилища данных [Электронный ресурс] – ИНТУИТ. - Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1145/214/lecture/5508?page=2> - 1.10.2016.
6. О создании рейтинговой web-системы открытого доступа для оценки развития стран и городов мира [Электронный ресурс] – Сетевой журнал «Научный результат». - Режим доступа: http://dspace.bsu.edu.ru/bitstream/123456789/16190/1/Zvyagintseva_Establishing_16.pdf - 1.10.2016

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ СТАВОК ПО СТРАХОВЫМ ВЗНОСАМ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.П. Серова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.,

к.ф.-м.н., доц.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Понятие плотности малых предприятий (далее – плотности МП, SBD_t) как фактора, отражающего динамику предпринимательской активности введено автором ранее [1].

На основе исходных данных о динамике процентных ставок по страховым взносам во внебюджетные фонды РФ (до 2010 года – ЕСН) [2, 3], взимаемым с индивидуальных предпринимателей (IC_t) и плотности МП, была построена диаграмма их рассеяния (Рис. 1).

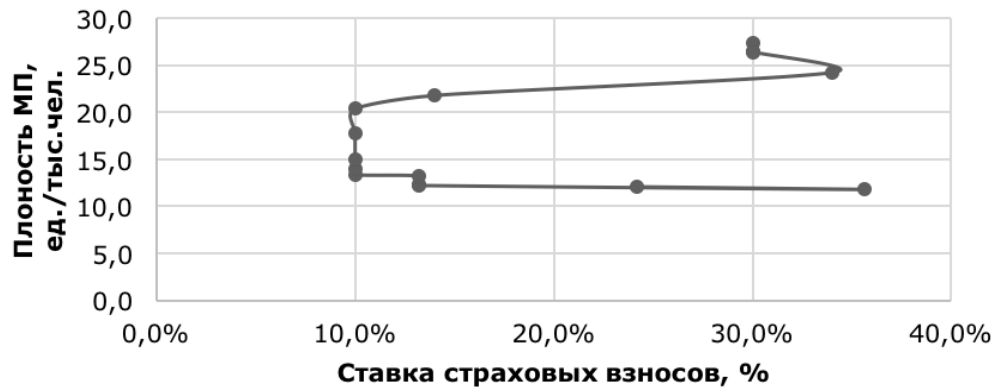


Рис. 1 – Диаграмма рассеяния SBD_t в зависимости от IC_t

Автором была предпринята попытка построить регрессионную модель с переменной структурой и исходная выборка была разделена на следующие подвыборки:

СТРАХ1 при $t = 2000, 2004$

СТРАХ2 при $t = 2005, 2009$

СТРАХ3 при $t = 2010, 2014$

При попытке построить модель с переменной структурой возникла проблема малого числа степеней свободы подвыборок, что негативно сказывалось на качестве итогового уравнения зависимости.

Было сделано предположение о том, что зависимость между анализируемыми показателями носит качественный характер. Чтобы установить наличие качественной зависимости были использованы методы ранговой корреляции. Для этого значениям каждого из показателей не зависимо друг от друга были присвоены ранги (Таблица 1).

Далее были рассчитаны значения коэффициентов ранговой корреляции (Таблица 2).

Таблица 1 – Исходные данные для оценки ранговой корреляции между SBD_t и IC_t

t	SBD_t	Ранг SBD_t	IC_t	Ранг IC_t
2000	12,06	1	24,2	3
2001	11,77	1	35,6	6
2002	12,19	1	13,2	2
2003	12,33	1	13,2	2
2004	13,20	1	13,2	2
2005	13,34	1	10,0	1
2006	13,95	1	10,0	1
2007	14,98	2	10,0	1
2008	17,79	2	10,0	1
2009	20,36	3	10,0	1
2010	21,78	3	14,0	1
2011	24,23	4	34,0	5

t	SBD_t	Ранг SBD_t	IC_t	Ранг IC_t
2012	26,47	5	30,0	4
2013	27,32	5	30,0	4
2014	26,33	5	30,0	4

Таблица 2 – Значения коэффициентов ранговой корреляции между SBD_t и IC_t

Наименование коэффициента	Значение коэффициента	Проверка значимости	
		Наблюдаемое значение статистики	Критическое значение статистики
Коэффициент Спирмена	0,9179	8,34	2,16
Коэффициент Кендалла	0,7905	4,11	1,96

Из таблицы 2 следует, что оба коэффициента значимы при $\alpha = 0,05$ и показывают наличие весьма сильной ранговой корреляционной зависимости между анализируемыми показателями.

Библиографический список

1. Серова О.П., Лискина Е.Ю. Эконометрический анализ влияния уровня предпринимательской активности населения на занятость и самозанятость населения и валовой региональный продукт Российской Федерации // Материалы Междунар. научно-практической конференции «Математика: фундаментальные и прикладные исследования и вопросы образования» (26–28 апреля 2016 г.). – Рязань: Изд-во РГУ имени С.А. Есенина, 2016.
2. Ставки единого социального налога (взноса) [Электронный ресурс] // «Консультант-плюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_56525/ (дата обращения 10.02.2016 г.).
3. Страховые взносы, установленные начиная с 2010 г. [Электронный ресурс] // Справочная система «Консультант-плюс». – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=93256;fld=134;from=56528-6;rnd=0.9892636686563492> (дата обращения 10.02.2016 г.).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ НА ОСНОВЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ

А.В. Курочкин

Научный руководитель – Белов В.В.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются многие компании и предприятия, являются сезонные колебания объемов продаж, из-за которых снижается ликвидность предприятия и получаемая прибыль.

Целью работы является разработка информационной системы, предназначенной для прогнозирования объемов продаж с учетом фактора сезонности спроса на предоставляемые услуги на примере строительной компании.

Вопросы, посвященные прогнозированию деятельности предприятий, с учетом фактора сезонного спроса на услуги анализировались в трудах А.М. Гинзбурга, В.И. Зеркальцева, Р.М. Нижегородцева, И.М. Шатаева и многих других.

В статье рассматривается один из статистических методов прогнозирования на основе сезонных колебаний – метод скользящей средней, реализация которого позволит повысить качество моделей прогнозирования для возможности их использования при построении прогнозов.

Сезонные колебания цикличны и основная цель изучения внутригодовой динамики заключается в смягчении этих колебаний. Для получения значений сезонных колебаний вычисляются индексы сезонности [1]. Индексы сезонности – это отношение исходных уровней ряда к теоретическим уровням.

$$I_{si} = \frac{y_i}{y_{ti}}, \quad (1)$$

где y_i – исходные уровни ряда, y_{ti} – расчетные уровни ряда.

Расчет сезонных колебаний производится на основе соответствующих теоретических уровней тренда. В рассчитываемых индексах сезонности влияние основной тенденции развития удаляется. На сезонные колебания могут влиять случайные отклонения, для устранения этих отклонений проводится усреднение индивидуальных индексов внутригодовых периодов анализируемого ряда динамики.

Для каждого периода цикла определяют общие показатели в виде средних индексов сезонности.

$$I_s = \frac{\sum I_{si}}{n}, \quad (2)$$

где I_{si} – индекс сезонности, n – количество уровней ряда.

Вычисленные средние индексы сезонности не зависят от влияния основной тенденции развития и случайных отклонений.

В зависимости от характера тренда, для рядов с внутригодовой динамикой и ярко выраженной основной тенденцией развития, а также для рядов с внутригодовой динамикой, где повышающийся спрос или снижающийся тренд отсутствует или является незначительным, формула (2) может принимать другие формы.

Результатом работы является информационная система для прогнозирования объемов продаж строительных услуг с учетом фактора сезонности спроса на предоставляемые услуги. Последующая доработка программного продукта может производиться согласно нуждам конкретной компании, что делает систему универсальной в использовании.

Библиографический список

1. Раченко Т.А. Выявление и анализ показателей сезонности как основополагающий фактор успешного и конкурентоспособного функционирования компании // Наука – промышленности и сервису: сб. ст. Второй международной научно-практической конференции. Тольяттинский государственный университет сервиса, Тольятти: Изд-во ТГУС, 2007. – 15 с.

РАЗРАБОТКА СТРЕЛКОВОГО ТРЕНАЖЕРА

А.М. Скачков

Научный руководитель – Благодаров А.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современном спорте, а особенно в стрелковом, над обеспечением наилучших результатов выступлений работает очень большое число людей: тренеров, докторов, технических специалистов, аналитиков. Данное программное обеспечение разрабатывается, в первую очередь, для спортсменов, а также для тренеров. Главной задачей предлагаемой работы является создание программного обеспечения и стрелкового тренажера. Они *предназначены как для первоначального обучения стрельбе из пневматического и огнестрельного спортивного оружия, так и для последующих повседневных тренировок с целью совершенствования полученных навыков, что позволит проводить отработку хвата оружия, прицеливания и спуска курка. [1]*

В разрабатываемом тренажере будет несколько режимов работы: холостая тренировка, «боевая» тренировка, а также режим соревнований. К несомненным достоинствам тренажеров следует отнести их способность отслеживать и анализировать траекторию прицеливания до и после выстрела. Это инструмент обратной связи, позволяющий стрелку и тренеру увидеть ошибки прицеливания и проведения выстрела, которые иначе выявить практически невозможно.

Обучение и тренировка на стрелковых тренажерах исключают хищение боевого оружия и боеприпасов. Патентно-информационный анализ показывает, что в мире идет процесс совершенствования тренажеров, процесс появления тренажеров нового поколения с имитацией местности, местных предметов, подвижных и неподвижных целей, с имитацией отдачи и звуковых эффектов при «выстреле». С другой стороны, из-за сложившейся экономической ситуации в России в настоящее время общедоступные тренажеры практически не изготавливаются.

Таким образом, тема «Разработка стрелкового тренажера» является актуальной.

Описание задачи. Необходимо создать стрелковый тренажер, который будет отслеживать траекторию движения винтовки до и после выстрела, место попадания с точностью до десятых. При этом камера должна быть закреплена непосредственно за линией огня. Расстояние от мишени до установки камеры равно 10 метрам, следовательно, возникает необходимость в установке корректирующей оптики. Это нужно учитывать при выборе камеры, для большего удобства нужно выбирать камеру с возможностью автофокусировки.

В ходе исследований были выявлены недостатки известных стрелковых тренажеров. Самыми распространенными недостатками всех стрелковых тренажеров является несовместимость с некоторыми типами винтовок, а также их стоимость.

В дальнейшем, в ходе разработки стрелкового тренажера был предложен самый простой, удобный и наиболее дешевый вариант исполнения. С веб-камеры в компьютер идет потоковое изображение с частотой не менее 30

кадров в секунду. При этом при нажатии на спусковой крючок будет срабатывать инфракрасный лазерный диод, в течение некоторого времени, предположительно, 4 секунды (3 секунды до выстрела и одну секунду после выстрела). Так же стоит отметить, что световое пятно от лазерного диода должно в точности повторять калибр оружия, в данном случае он равен 4,5 миллиметра. Таким образом, на экране компьютера, благодаря программным преобразованиям, будет показываться траектория выстрела, а также точка попадания в мишень. На экране также будет выводиться количество «выбитых» очков с точностью до десятых (рис. 1).

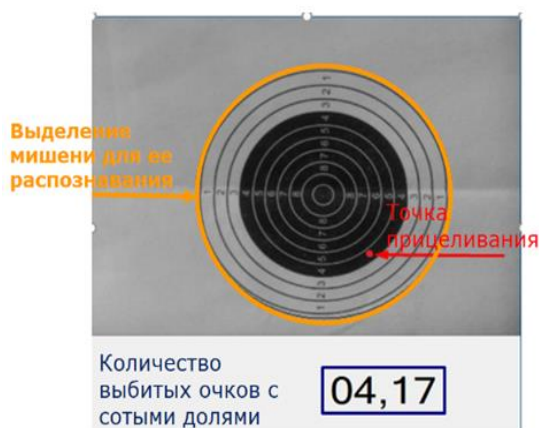


Рис. 1 – Пример работы разработанных алгоритмов

Для реализации проекта используется среда разработки MS Visual Studio совместно с библиотекой компьютерного зрения OpenCV [2]. В качестве языка программирования был выбран C#. В данный момент разработаны алгоритмы для нахождения мишени и ее центра, а также подсчета «выбитых» очков.

Исследования показали, что в настоящее время веб-камеры имеют большую стоимость и маленькое разрешение записи видео, поэтому выбор был сделан в пользу экшн-камер, так как они имеют автофокус, компактные размеры, могут работать от аккумулятора, а также многие модели обладают функцией потоковой передачи изображения через встроенный модуль Wi-Fi.[3].

Разрабатываемый тренажер также будет иметь встраиваемое решение для тиров. При этом он будет поддерживать функцию одновременной тренировки до 5 человек.

После создания основного тренажера, будет предложено создание комплексной системы для принятия норм «ГТО», в рамках инноваций в школьной программе.

Библиографический список

1. Егоров С.Ф., Казаков В.С., Коробейников В.В., Корнилов И.Г. Перспективы развития электронных стрелковых тренажеров // Интеллектуальные системы в производстве. – 2010. – №2 (16). – С. 138-142.
2. [Электронный ресурс] <http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html>
3. [Электронный ресурс] <https://market.yandex.ru/catalog/54761.html>

МНЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ФАКТОР В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ САЙТОВ АДМИНИСТРАЦИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Е.А. Кутузов

Научный руководитель – Перфильев С.В.

д.э.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Согласно Стратегии инновационного развития России до 2020 года, необходимо «достигнуть качественно иного уровня открытости для общества информации о деятельности органов власти», при этом предлагая «необходимые меры по внедрению технологических и организационных инноваций, направленных на повышение эффективности управленческих процессов» [1]. Исходя из вышеуказанной концепции развития «информационного общества» в России, была разработана рейтинговая оценка сайтов администраций муниципальных образований на предмет открытости и доступности информации [2].

В основу рейтинговой оценки была положена «методика измерения открытости сайтов муниципальных администраций», которая позволяет фиксировать количественные и качественные характеристики информационных порталов. Оценка полученных данных представляет аддитивную математическую модель, состоящую из показателей, численно оценивающих информационные объекты, размещенные на сайте, и суммарного коэффициента. Все показатели представлены в восьми тематических разделах, составленных на основании российского законодательства. Первый раздел «Общая информация» включает в себя три показателя: контактная информация, информация о полномочиях и структуре, сведения о руководстве администрации муниципального образования и его структурных подразделениях, что позволяет идентифицировать интересующий пользователя сайт, о том или ином муниципальном образовании, от остальных сайтов. Второй раздел «Нормотворческая деятельность» состоит из одноименного показателя и позволяет дать оценку нормотворческой деятельности администрации муниципального образования. Третий раздел «Текущая деятельность» складывается из информации о финансовой деятельности муниципального образования, социально-экономического развития и официальных мероприятий. Четвертый раздел «Муниципальная служба» оценивает представленный перечень требуемых сведений для граждан желающих работать в структурах муниципального образования. Пятый раздел «Взаимодействие с местными сообществами» строится на основании двух показателей: Работа с гражданами и муниципальные услуги. Шестой раздел «Статистические данные» оценивает отчеты о социально-экономическом положении, в котором находится муниципальное образование. Седьмой раздел «Антикоррупционная деятельность», связан с мерами по профилактике коррупции и борьбы с ней. Восьмой раздел «Функционирование сайта» позволяет провести оценку выполнения требований к технологическим, программным и лингвистическим средствам.

В процессе апробации рейтинговой оценки на сайтах муниципальных образований Рязанской области было выявлено, что местные администрации не ограничиваются размещением на своих информационных порталах

основными сведениями, предписанными российским законодательством. А наоборот, предоставляют многоаспектный перечень информационных объектов, непосредственно связанных с функциональной деятельностью муниципальных образований. Данная тенденция является обоснованной, поскольку, со стороны гражданского общества наблюдается ярко выраженная потребность в получении информации о деятельности властных структур.

При этом возникает проблема необъективной оценки работы сайтов. Поэтому в сложившейся ситуации следует применять особый способ мониторинга, состоящий из базовой части и вариативной. Базовая составляющая основывается полностью на российском законодательстве, оценивая только ключевые информационные объекты обязательные к размещению. В свою очередь вариативная часть опирается на запросы населения, по части интересующих их сведений о деятельности администраций муниципальных образований.

Наиболее распространённой формой фиксирования мнения граждан является анкетирование. Но проведение опроса населения в такой форме сопровождается колоссальными затратами, к тому же, воспользоваться собранной информацией возможно только на небольшом промежутке времени.

Решением может послужить введение на каждом сайте муниципалитета интерактивного блока содержащего электронную анкету, где каждый пользователь может выразить свою степень удовлетворенности относительно деятельности органа власти в области открытых данных. При этом система автоматически будет составлять процентное соотношение количества указанных ответов и в режиме «реального времени» предоставлять результаты. Во избежание искажения итоговых сведений следует обезопасить данное нововведение за счет введения системы ограничения по принципу «один IP-адрес – один голос». И желательно данное предложение закрепить законодательно. Ведь если будет предоставлен подобный массив данных всем желающим, то всегда можно оценить качество работы муниципальной администрации в области открытости и доступности информации.

Таким образом, внедрение данного предложения в рамках развития «информационного общества» позволит не только оценить работу сайтов муниципальных администраций в области открытости и доступности информации, но и наладить конструктивный диалог между властными структурами и населением.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 N 2227-р «Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.consultant.ru (дата обращения 20.09.2016)
2. Перфильев С.В., Кутузов Е.А. Рейтинговая оценка сайтов администраций муниципальных образований на предмет открытости и доступности информации (на примере муниципальных образований Рязанской области): Электронный журнал ГосМенеджмент–№ 03/2016. Режим доступа: <http://www.gosman.ru/electron?news=44239> (дата обращения 20.09.2016)

РАЗРАБОТКА НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В MS VISIO

Я.Э. Лебедев, Я.В. Дёмочкина, Н.Ю. Кулавина, Г.А. Шашкина

Научный руководитель – Коваленко В.В.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При изучении процессов переработки нефти визуализация работы технологического оборудования позволяет упростить восприятие химико-технологических процессов. Достаточно широкими возможностями для этого обладает MS VISIO.

Программа Microsoft VISIO является составной частью пакета Microsoft Office. Основным назначением Visio является изготовление любых схем, визуализация данных, последовательности операций технологического процесса, иллюстраций и диаграмм, необходимых для оформления деловой документации, бизнес-процессов, планов организаций и т.д. [1].

Программа Visio позволяет распределять объекты в слои и управлять различными свойствами всех объектов одновременно, что помогает демонстрировать протекание химико-технологических процессов.

При создании наглядных пособий могут быть использованы библиотеки стандартных наборов элементов: теплообменники (печь подогрева питания, конденсатор воздушного охлаждения, ребойлер и т.д.), резервуары (тарельчатая колонна, резервуар, автоклав и т.д.), насосы (центробежный насос, компрессор, вентилятор и т.д.), общее (фильтр, мешалка, вагонцистерна и т.д.) и прочие наборы, характерные для технологических процессов. Данные элементы упрощают процесс создания схем и диаграмм и дают возможность для реализации любого аппаратурного оформления и конструктивных особенностей химической отрасли.

Существует возможность создания пользовательских элементов на базе стандартных с помощью следующих опций: геометрические операции (объединение, пересечение, вычитание, обрезать и др.), линия, прямоугольник, полилиния, карандаш и т.д.

В качестве примера для реализации функций программы была использована схема перегонки нефти (рис. 1, а).

Классическая колонна представляет собой вертикальный цилиндр, внутри которого располагаются контактные устройства — насадки или тарелки [2]. Корпус колонны взяли из набора Оборудование, а для создания тарелки был использован следующий алгоритм (рис. 1, б): для создания колпачка взяли элемент Резервуар и инструментом Обрезать удалили его нижнюю часть. Инструментом Карандаш нарисовали область жидкости определенного цвета на тарелке.

Для создания сложных объектов целесообразно комбинировать стандартные элементы с линиями построения, инструментами Карандаш, Эллипс и т.д. С помощью этого способа были созданы печь и входящие в нее излучающие панели (рис. 1, в).

Все объекты схемы были разделены по слоям, поочередное отображение которых дает возможность проследить за процессом перегонки нефти от начала до конца отдельными этапами (рис. 1, г).

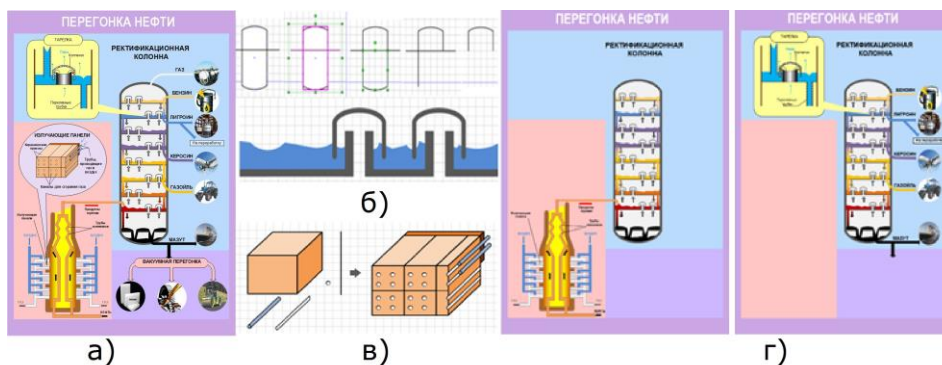


Рис. 1 – Схема перегонки нефти:

а) – схема перегонки нефти, б) – алгоритм создания ректификационной тарелки колонны, в) – комбинированный способ создания элементов, г) – применение слоев для наглядности отображения схемы

Таким образом, возможности, представленные в программе MS Visio, позволяют наглядно отобразить любой химико- технологический процесс, отобразить его аппаратную составляющую и проследить за ходом каждого компонента схемы.

Библиографический список

1. Берман Н. Д. MS VISIO 2010: основы работы: учебное пособие. – Хабаровск: Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. – 99 с.
2. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие для вузов – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.

ОБЩАЯ СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯМИ

А.О. Васин

Научный руководитель – Пылькин А. Н. д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время мы часто можем услышать активную социальную рекламу, рекомендующую людям задуматься о своем будущем, а если быть точным о своей будущей пенсии. За последние годы было несколько реформ, которые значительно изменили процесс формирования пенсионных накоплений, а также пенсионных отчислений. Основным субъектом, который занимается управлением пенсионными накоплениями является Пенсионный Фонд Российской Федерации. С недавнего времени россиянам была дана возможность определиться с дальнейшей судьбой своих пенсионных накоплений и отчислений. В частности, имелась возможность сохранить накопительную часть пенсии, а также определиться с управляющей компанией, которая бы распоряжалась вашими накопленными средствами. При этом следует понимать, любая управляющая компания или негосударственный пенсионный фонд(НПФ) будут использовать отданные под их управление средства для получения прибыли по большей части собственной прибыли.

Одним из наиболее прибыльных способов управления пенсионными накоплениями является вложение их в ценные бумаги. Однако подобное использование пенсионных накоплений не всегда может принести прибыль.

Для того чтобы максимально обезопасить используемые средства, часто используются автоматизированные системы и инструменты для торговли на рынках ценных бумаг в частности можно выделить следующие системы: «Autochartist», «Wave 59», «Финам» и многие другие. Все эти системы предоставляют их пользователям дополнительные финансовые инструменты для анализа текущего состояния рынка ценных бумаг, а также некоторые из них могут выдавать рекомендации действий на рынке, базирующиеся на предсказании поведения рынка.

«Autochartist» - обладает набором полезных инструментов (сигналы о прорывах уровней поддержки и сопротивления, отслеживание формирования фигур и др.), однако не способно самостоятельно принимать решение о продаже/покупке ценных бумаг [1].

«Wave 59» - также широким набором инструментов технического анализа (генетические алгоритмы для распознавания фигур), индикаторы, линии и квадраты Ганна, инструменты Фабионаччи и др. Также не позволяет полностью автоматизировать процесс торговли [2].

«Финам» - компания, которая предоставляет TSLab – систему, позволяющую пользоваться инструментами классического технического анализа, возможность использования визуально-графического анализа, а также, что более существенно позволяет произвести полную автоматизацию торгового процесса, однако за использование TSLab взимается абонентская плата[3].

Необходимо отметить, что большинство систем подобного рода обладают довольно узкими возможностями по автоматизации процесса торговли. Текущий уровень автоматизации в этих системах в лучшем случае подразумевает, некоторую жестко фиксированную систему правил. Следующее поколение подобных систем должно иметь большую интеллектуальность и целиком брать на себя управление доверенными ей накоплениями. Общую схему подобной системы можно представить следующим образом:

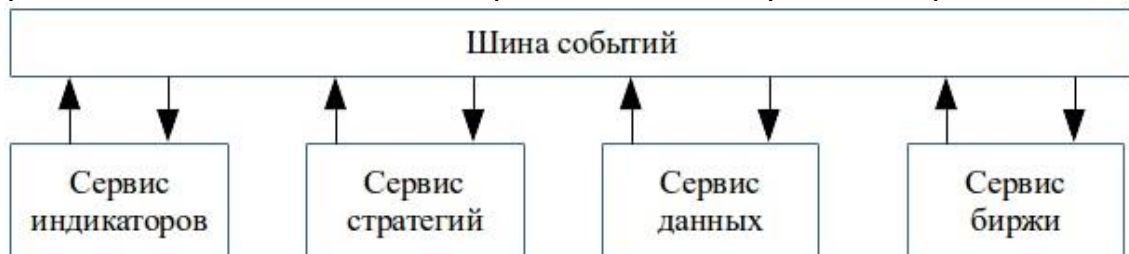


Рис. 1 - Общая схема автоматической системы управления накоплениями.

Сервис биржи. Зона ответственности данного сервиса — непосредственное взаимодействие с сервером биржи, который предоставляет возможность покупки или продажи необходимого количества ценных бумаг, а также получения информации о совершенных сделках другими пользователями биржи. Сервис биржи периодически опрашивает биржу о последних обновлениях и посылает событие об измененных данных на шину событий. Также сервис биржи должен выполнять заявки от отдельно взятых стратегий на исполнение какой-либо операции, рекомендуемой стратегией.

Сервис данных. Получает событие об обновлении информации от биржи и сохраняет полученные изменения в банке данных, откуда впоследствии они могут быть запрошены индикаторами или стратегиями для принятия решений о текущей активности системы. Основная цель сервиса

данных минимизировать сетевое взаимодействие системы и серверов биржи.

Сервис индикаторов. Получает события об обновлении информации от биржи и рассчитывает обновленные значения индикаторов, выдает предположения о наличии фигур технического анализа в текущий момент времени и другую критически важную для принятия решения информация, которая также отправляется на шину событий для последующего ее перехвата стратегией.

Сервис стратегий. Необходим для принятия решения о том, что необходимо сейчас предпринять в текущей ситуации на рынке ценных бумаг. При этом учитываются ранее принятые решения, текущая информация, полученная от индикаторов, сервиса данных или непосредственно от биржи. Ведет историю рекомендаций, полученных от отдельных экземпляров стратегий, стратегии выдающие более оптимальные решения, получают больший процент накоплений, которыми они могут распоряжаться.

Шина событий. Необходима для обеспечения взаимодействия различных сервисов системы. Единственная задача данной подсистемы — наиболее быстрая доставка произошедшего события всем зарегистрированным подписчикам информации об этом событии.

Благодаря возможности накопления истории, применении нейросетевых моделей в реализации индикаторов и стратегий, использовании банка данных, а также методов «Data Minig», используемых для анализа данных хранящихся и предоставляемых сервисом данных можно добиться высокой степени автономности, адаптивности и эффективности систем подобного рода. Они смогут с легкостью адаптироваться к различным колебаниям цен акций и исключить возможные убытки, связанные с неверными рекомендациями, производимые вышеперечисленными системами.

Библиографический список

1. Autochartist: технический анализ рынка Форекс онлайн [Электронный ресурс]. URL: http://www.alpari.ru/ru/analytics/technical_analysis/autochartist/ (дата обращения: 03.10.2016).
2. Forex Charting Software for Better Stock Analysis With Charts [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wave59.com/about/geniusfeatures/geometricpatterns.aspx> (дата обращения: 03.10.2016).
3. Финам.ru - TSLab: Лаборатория торговых систем [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru/howtotrade/tslab/> (дата обращения: 03.10.2016).

ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЧТЕНИЯ ТЕКСТОВ РАЗНОГО ШРИФТА НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ

В.А. Демарева, А.И. Токарь

**Нижегородский Государственный Университет им.
Н.И.Лобачевского**

Работа посвящена проблемам механизмов зрительного восприятия и распределения внимания, а также вегетативного обеспечения процесса чтения текстов разного шрифта. Восприятие текстовой информации и выявление

факторов, влияющих на данный процесс актуальны до сих пор, так как большое количество современных исследовательских работ затрагивает эту проблему и в России [1,2], и за рубежом [4,5]. В работе рассматриваются такие вопросы, как: влияние фактора языка и шрифта на показатели айтрекинга и вариабельности сердечного ритма; определение оптимального размера шрифта для чтения на русском и английском языках.

Методы. Запись движений глаз проводилась с помощью системы трекинга глаз SMI HiSpeed, частота бинокулярного опроса для которой составляет 1250 Гц, на базе ПК с программным обеспечением SMI Experiment Suite и iView v. 2.0.1. Область калибровки (calibration area) составляла 1680*1050. Съемка производилась для двух глаз (binocular). Данные по параметрам глазодвигательной активности извлекались в программе SMI BeGaze 3.6 (модуль Event Statistics). Непрерывное измерение динамики сердечного ритма регистрировалось посредством телеметрической системы, которая включает в себя миниатюрный датчик Zephyr и Интернет-сервис для событийно-связанной телеметрии сердечного ритма «Stress monitor» (cogni-nn.ru) [3]. В качестве стимульного материала использовались тексты на английском и русском языках, шрифт Times New Roman, размер 24, 36 и 48 кегль.

Результаты. Фактор размера шрифта значимо влияет на показатель парасимпатического контура регуляции (HF): при чтении текстов на русском языке HF максимален при чтении текста 24 pt вне зависимости от фактора языка ($p < 0,01$). Таким образом, при чтении текстов 24 pt (самого малого размера шрифта) активизируется селективное внимание. Подобный паттерн наблюдается у 44% выборки.

Выявлено, что мощность симпатического контура регуляции (LF) увеличивается при чтении на русском языке текста 48 pt и при чтении на английском языке текста 24 pt.

Общая мощность сердечного ритма (TP) преобладает при чтении текстов на русском языке 48 pt, а на английском – 24 pt. При этом, учитывая, что при этом наблюдается повышение показателя LF, можно говорить о мобилизации ресурсов, способствующих когнитивной активности, при чтении текстов на русском языке 48 pt и при чтении на английском языке текстов 24 pt.

Вне зависимости от размера шрифта, испытуемые делают более длительные фиксации во время чтения текста на английском языке ($p < 0,001$). Это может свидетельствовать о недостаточной сформированности навыка чтения на иностранном языке.

Также в рамках данного исследования (за счет синхронизированного мониторинга показателей вариабельности сердечного ритма и айтрекинга) удалось выделить стадии процесса чтения текстов. У всех испытуемых во время чтения был обнаружен паттерн, в котором присутствуют две стадии:

1. Мобилизация. При предъявлении нового текстового стимула расширяется зрачок и повышается уровень LF. Испытуемый внимателен и сконцентрирован.

2. Стабилизация. Зрачок сужается, уровень LF падает.

У некоторых испытуемых при длительном чтении была зарегистрирована и третья стадия чтения – утомление. Она характеризовалась многочисленными морганиями и пониженным симпатовагусным балансом. Стоит отме-

тить, что в результатах 100% случаев мы наблюдаем расширение зрачка и повышение LF при предъявлении нового текстового стимула.

Выводы. В результате анализа полученных данных были сделаны следующие выводы:

1. Факторы языка и размера шрифта влияют на показатели айтрекинга и вариабельности сердечного ритма при чтении текстов.

2. Мобилизация ресурсов, способствующих когнитивной активности, происходит при чтении текстов, напечатанных большим шрифтом на русском языке и при чтении текстов мелкого шрифта на английском.

3. При составлении учебного материала на русском языке целесообразно выбирать шрифт более крупного размера, а на английском – меньшего.

Исследование выполнено при поддержке грантов РФФИ: проект 15-36-01364, проект 15-06-10894.

Библиографический список

1. Анисимов В.А., Федорова О.В., Латанов А.В. Параметры движений глаз при чтении предложений с синтаксической неоднозначностью в русском языке // Физиология человека, 2014. - Т. 40. - № 5. - С. 57.

2. Демарева В.А., Созинова Е.А., Королева М.Е., Бахчина А.В., Полевая С.А. Влияние частотности слов на распределение фиксаций при чтении текстов на русском и английском языке у студентов с разным уровнем владения английским языком // Психологические исследования. – 2015. – №8 (43). – С. 8.

3. Полевая С.А., Парин С.Б., Бахчина А.В., Некрасова М.М., Шишалов И.С., Рунова Е.В., Кожевников В.В. Система определения функционального состояния группы людей с обратной связью. - Патент РФ на полезную модель №129681, опубл. 27.06.2013.

4. Demberg V., Sayeed A. The Frequency of Rapid Pupil Dilations as a Measure of Linguistic Processing Difficulty // PLoS ONE, 2016. - №11.

5. Murtazina H. Heart rate variability during reading instruction and its interrelationship with effectiveness of subsequent visual-motor activities // Human Physiology, 2015. - №41.

ОБЗОР МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДИ

Л.Е. Мартынова

Научный руководитель – Цуканова Н.И.,

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Аннотация. В докладе рассматривается ряд вопросов по проектированию программного обеспечения для анализа эффективности работы электронной очереди. Выделяются методы, которые могут быть применены для анализа данных электронной очереди.

Электронная очередь — это современный программно-аппаратный комплекс, позволяющий организовать управление потоком обслуживания посетителей.[1] Основная задача систем электронной очереди - максимально эффективно организовать управление потоком посетителей. Не смотря на

то, что в основе систем электронной очереди лежат алгоритмы, организующие работу предприятия и распределяющие поток клиентов по очередям и услугам, проблема эффективности работы электронной очереди имеет место быть. В связи с этим могут возникать простои специалистов и посетителей в очередях.

Для поиска причин данной проблемы была исследована предметная область, построена формальная модель и выделены основные сущности:

- посетители;
- талоны;
- специалисты;
- услуги;
- очереди;
- рабочие места.

При анализе работы системы было установлено, что в электронной очереди, как и в любой автоматизированной информационной системе, главная роль отводится компьютеру. Но специалисты все же занимают одно из важных мест в этой системе. При рациональной организации их работы возможно повышение общей эффективности работы системы.

Следует отметить, что заказчики, приобретающие систему, заинтересованы в средствах, способных оценить эффективность работы электронной очереди и специалистов и порекомендовать методы для повышения производительности. Программа, обладающая такими средствами, поможет уменьшить очереди, время ожидания в очереди, а также время на оказание услуги.[2]

Для анализа эффективности работы специалистов могут использоваться следующие данные:

- время ожидания в очереди и время обслуживания посетителя;
- результат обслуживания и оценка качества обслуживания;
- среднее, максимальное и минимальное время обслуживания;
- общее время работы специалиста;
- общее, среднее, максимальное и минимальное время перерывов.[3]

Чтобы максимально эффективно организовать работу специалистов, а, следовательно, и всей системы электронной очереди (т.е. уменьшить простои специалистов на рабочих местах и посетителей в очередях), необходимо проводить анализ работы специалистов, как в режиме реального времени, так и за определенный период (при работе электронной очереди в ее базе данных накапливается информация обо всех сеансах обслуживания посетителей за любой период времени). При анализе должны быть выявлены наиболее удачные комбинации специалистов и услуг, которые позволят в текущей ситуации максимально быстро и качественно обслуживать поток посетителей.

В рамках решения поставленной задачи выявлены следующие методы, которые позволяют определить закономерности с целью выбора эффективных для работы системы комбинаций специалистов и услуг:

- Кластеризация по связи специалист - услуга, специалисты с малым временем обслуживания, с большим временем обслуживания.
- Кластеризация услуг по характеристикам: по функциям, по среднему времени выполнения, по специалистам.

- Кластеризация специалистов по выполняемым услугам, по среднему времени обслуживания, по качеству обслуживания.
- Кластеризация периодов времени по интенсивности потока заявок в пределах дня, в пределах недели, в пределах месяца, в пределах года.
- Деревья решений: при решении задачи классификации для транзакций обслуживания посетителя по качеству обслуживания в соответствии с категориями (высокое, среднее, низкое).
- Деревья решений при решении задачи классификация для связи специалист - услуга по времени: малое, среднее, большое.

Таким образом, программное обеспечение для анализа эффективности электронной очереди должно строиться на оценке эффективности работы специалистов и рекомендациях для повышения производительности системы.

Библиографический список

1. Электронная очередь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://avcomm.ru/category/elektronnaya-ochered>.
2. Цуканова Н.И., Мартынова Л.Е. Разработка программного обеспечения для анализа эффективности работы электронной очереди // Международная научно-техническая и научно-методическая конференция «Современные технологии в науке и образовании» (СТНО-2016) [текст]: сб. трудов Междунар. науч. конф. – Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. ун-т, 2016.
3. Цуканова Н.И., Мартынова Л.Е. Анализ данных электронной очереди в целях повышения эффективности её работы: межвузовский сб. трудов «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем» – Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. ун-т, 2016.

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ЧТЕНИИ ТЕКСТОВ С ИСКАЖЕНИЯМИ

В.А. Демарева, Д.А. Колосанова

**Нижегородский Государственный Университет им.
Н.И.Лобачевского**

В работе представлены результаты анализа вариабельности сердечного ритма (BCP) и динамики движения взора при чтении текстов с искажениями на русском языке.

Методы. Запись движений глаз проводилась с помощью системы трекинга глаз SMI HiSpeed, частота бинокулярного опроса для которой составляет 1250 Гц, на базе ПК с программным обеспечением SMI Experiment Suite и iView. Непрерывное измерение BCP регистрировалось посредством телеметрической системы, которая включает в себя миниатюрный датчик Zephyr и Интернет-сервис для событийно-связанной телеметрии сердечного ритма «Stress monitor» (cogni-nn.ru) [1]. В качестве стимульного материала были использованы 6 текстов: 2 - с искажением рода и падежа, 2 - с искажением части речи, 2 - обычных текста.

Результаты. При анализе влияния фактора искажения текстов на показатели айтрекинга было выявлено следующее. При чтении текстов с иска-

жениями время перехода между строк было больше, чем при чтении обычных текстов ($p < 0,05$). Также при чтении текстов с искажениями была отмечена меньшая длина саккад ($p < 0,05$) и большая длина фиксаций ($p < 0,05$). Следовательно, масштаб предсказания при чтении текстов с искажениями меньше, чем при чтении обычных текстов. Кроме того, длина фиксаций при чтении текстов с искажениями первого типа (род, падеж) больше, чем при чтении текстов с искажениями второго типа (замена части речи) ($p < 0,05$), что говорит о большей сложности восприятия текстовой информации при замене рода и падежа. Из всего вышеизложенного следует вывод, что рассмотренные показатели айтрекинга отражают различия при чтении текстов с искажениями и без.

Фактор искажения текстов значимо влияет и на показатели ВСР. При чтении текстов без искажений отмечен больший уровень симпатической и парасимпатической регуляции, общей мощности сердечного ритма. При этом, в 75% случаев отмечается большая напряженность (симпатическая активация) при чтении текстов без искажений, а наибольший уровень ингибиторного контроля (парасимпатическая активация) - при чтении текстов с искажениями. В 100% случаев значение индекса вегетативного баланса оказывается большим при чтении текстов без искажений.

Таким образом, при чтении текстов с искажениями наблюдаются длинные саккады при переходе между строк, короткие саккады при прямом чтении, длительные фиксации, что является маркерами субъективной сложности восприятия текстового материала [3]. При этом, для чтения текстов с искажениями характерно также низкое напряжение регуляторных систем и низкий уровень адаптационного потенциала, что не может свидетельствовать о повышении субъективной сложности данной задачи [2]. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования для определения уровня субъективной сложности чтения текстов с искажениями.

Выводы.

1. Увеличение длины фиксаций и перехода между строк, а также сокращение длины саккад являются показателями уменьшения масштаба предсказания при чтении текстов с искажениями;

2. При чтении текстов с искажениями повышается мощность спектра ВСР в высокочастотном диапазоне и снижается индекс симпатовагусного баланса, что является вегетативным обеспечением функции селективного внимания.

Исследование выполнено при поддержке грантов РГНФ: проект 15-36-01364, проект 15-06-10894.

Библиографический список

1. Полевая С.А., Парин С.Б., Бахчина А.В., Некрасова М.М., Шишалов И.С., Рунова Е.В., Кожевников В.В. Система определения функционального состояния группы людей с обратной связью. - Патент РФ на полезную модель №129681, опубл. 27.06.2013.

2. McCraty R., Shaffer F. Heart rate Variability: new perspectives on physiological Mechanisms, assessment of self-regulatory Capacity, and Health risk // Global advances in health and medicine, 2015. – Vol. 4. – № 1. – P. 46-61.

3. Rayner K. The thirty-fifth Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search // Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2009. – Vol. 62. – P. 1457–1506.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ РЯЗАНСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СБЫТОВОЙ КОМПАНИИ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Ю.О. Бакина, Д.В. Марчев

Научный руководитель – Пылькин А.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Во многих сферах человеческой деятельности приходится сталкиваться с системами сложной структуры, в которых в том или ином виде осуществляется обработка заявок. Например, расчет за услуги потребления электроэнергии касается подавляющего большинства людей. Для решения данной задачи в Рязанском регионе существует Рязанская энергетическая сбытовая компания (РЭСК), которая имеет сложную структуру и большое количество пунктов оплаты за услуги энергоснабжения. Как показывают исследования и отзывы потребителей на Интернет-ресурсах, наибольшее недовольство у людей вызывают очереди в пунктах оплаты. Поэтому, весьма актуальной является задача эффективного обслуживания населения и оптимального размещения таких пунктов. Для принятия обоснованных решений по организации пунктов оплаты, необходимо провести соответствующие исследования, которые, как правило, сопряжены с трудностью и громоздкостью построения аналитических моделей. С этой точки зрения провести исследование реального процесса обслуживания клиентов РЭСК можно с помощью методов имитационного моделирования. Такие методы базируются на построении алгоритмических (программных) моделей, имитирующих наступление определенных событий, происходящих в исследуемой системе, в их логической взаимосвязи.

Исследуемая система является стохастической и определяет многократную реализацию имитационной модели и сбор статистических данных по исследуемым характеристикам.

Первоначально имитационная модель представляется в виде простейшей системы массового обслуживания. За основу взято стандартное решение классической задачи «контрольного прилавка» [1,2].

На рисунке 1 показана упрощенная схема алгоритма имитационного моделирования, где использованы следующие обозначения:

t_o – время обслуживания;

t_i – время прибытия следующего покупателя;

t_m – модельное время;

$t_{нач}$ – время начала обслуживания;

$t_{кон}$ – время окончания обслуживания;

t – время пребывания покупателя у прилавка;

θ – время простоя продавца;

$\Sigma(\theta)$ – суммарное время простоя продавца;

$\Sigma(t)$ – суммарное время пребывания покупателя у прилавка;

% – процент простоя продавца;

T_{cp} – среднее время пребывания покупателя у прилавка.

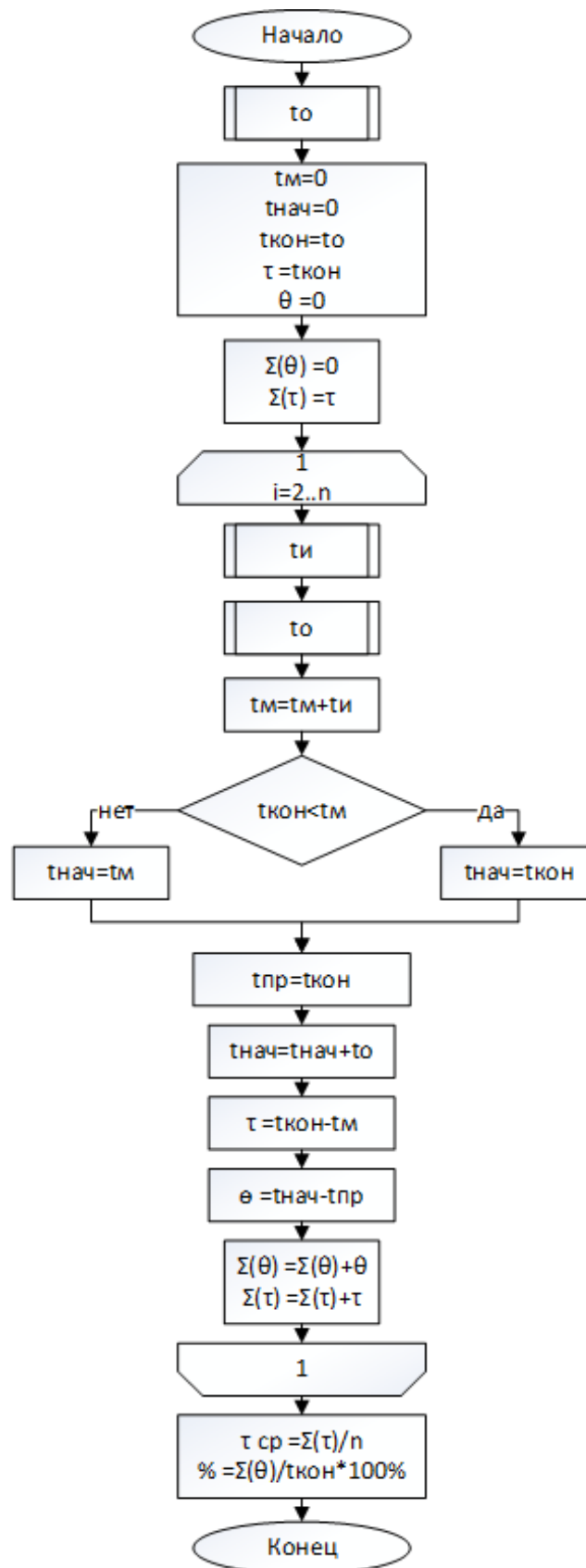


Рис. 1 – Упрощенная схема алгоритма имитационного моделирования

Параметры t_o и t_i являются случайными величинами. Для их описания проведено статистическое обследование системы обслуживания клиентов РЭСК [2].

На рисунке 2 в качестве примера показана гистограмма распределения времени t_o обслуживания клиентов в период с 8.00 до 12.00 в течение двух дней.

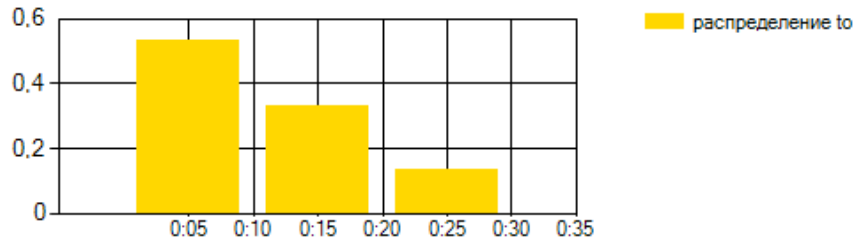


Рис. 2 – Гистограмма распределения времени обслуживания

В другие периоды, как показало исследование, гистограммы имеют другой характерный вид. Аналогичным образом получены статистические данные для случайной характеристики t_i – времени прихода клиентов. В дневные часы (с 15.15 до 17.15) распределение времени t_i прихода клиентов выглядит следующим образом (рисунок 3):

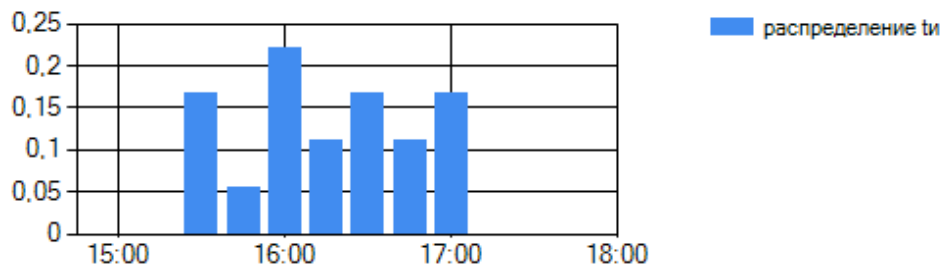


Рис. 3 – Гистограмма распределения времени прихода клиентов

Полученные результаты использованы для соответствующей их обработки с помощью пакета прикладных программ STATISTICA [3]. В результате обработки произведено считывание полученных статистических измерений с помощью ряда аналитических распределений:

- нормального распределения;
- экспоненциального распределения;
- и др.

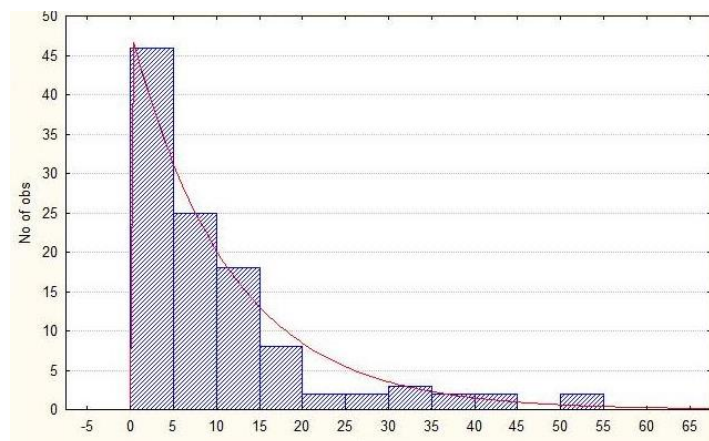


Рис. 4 – Аналитический закон распределения случайной величины t_o (времени обслуживания клиентов)

Определены оценки параметров этих статистических распределений, а также процедуры, с помощью которых генерируются случайные величины t_i и t_0 с соответствующими законами распределения [4].

Применение представленного выше подхода позволяет в дальнейшем проводить полноценные исследования имитационной модели, модифицируя ее в соответствии с существующими правилами обслуживания клиентов.

Контроль точности полученных оценок (времени пребывания в очереди; времени обслуживания; длины очереди) контролируется с помощью методов, используемых в математической статистике [4].

Библиографический список

1. Кениг Д., Штойян Д. Методы теории массового обслуживания. – М.: Радио и связь, 1981. – 131с.
2. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. – М.: Радио и связь, 1988. – 232с.
3. Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 288с.
4. Артемкин Д.Е., Баринов В.В., Овечкин Г.В., Степнов И.М. Основы компьютерного моделирования систем/ ред. Пылькин А.Н. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 152с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Т.В. Кудинова

**Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова**

Научный руководитель - Хрюкин В.И.

к. т. н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Управление образованием как сложной динамической системой требует прогнозной информации о перспективах ее развития для принятия необходимых управленческих решений. От качества прогнозных оценок, их эффективного использования в процессе управления системой образования зависит качество человеческого капитала и эффективность функционирования экономики в целом.

В научной литературе существует несколько подходов к объяснению сущности прогнозирования. Наибольшее распространение получила точка зрения И.В. Бестужева-Лады, который исходит из того, что прогноз не предусматривает решения проблем будущего. Его задача иная: содействовать научному обоснованию планов и решений. Прогнозирование предположительно характеризует возможный набор необходимых путей и средств претворения в жизнь намечаемой программы действий. В этой связи под прогнозом следует понимать вероятностное научно обоснованное суждение о перспективах, возможных состояниях того или иного явления в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления [1].

Существует большое количество разнообразных методов прогнозирования, однако образование, как и все социальные системы, обладает рядом специфических особенностей, которые сильно затрудняют процесс прогнозирования в целом. Это обуславливает сущностное отличие методов социального прогнозирования от аналогичных методов, применяемых, например, при научно-техническом прогнозировании.

Особенности системы образования как объекта прогнозирования предполагают получение качественной содержательной информации об объекте, а также наличие возможности ее дальнейшей формализации для получения количественных оценок и статистических данных.

На практике необходимо исходить из требования использования при составлении социальных прогнозов как количественной, так и качественной информации, а также комбинирования различных классов методов [2].

Среди множества методов, применяемых в социальном прогнозировании, основными являются экстраполяция, моделирование и метод экспертной оценки. Для прогнозирования в сфере образования наиболее применим метод экстраполяции, основанный на выяснении за достаточно длительный период тенденций развития и продления их на будущее с той или иной корректировкой на основе экспертных оценок. Такие прогнозные расчеты производятся на основе обработки статистических рядов, построением межотраслевых балансов и др. Однако этот метод эффективен для краткосрочных прогнозов.

Для разработки долгосрочных прогнозов более подходящим является методология Форсайт, основанная на коллективной экспертной оценке, она дает возможность собрать, обработать и усреднить мнение большой группы квалифицированных ученых и специалистов о тенденциях и параметрах будущего развития.

Практическая реализация этого подхода предложена в работе [3], где представлен алгоритм организации коллективной экспертной оценки. Он может быть эффективно реализован с использованием стандартных информационных технологий обработки статистической информации, например, средствами программной среды SPSS [4].

Библиографический список

1. Бестужев-Лада И.В., Наместникова Г.А. Социальное прогнозирование: курс лекций. - М.: Педагогическое общество России, 2002. — 392 с.
2. Леньков Р.В. Социальное прогнозирование и проектирование: учеб. пособие для вузов. - М.: ЦСП и М, 2013. – 192 с.
3. Кудинова Т.В. Анализ социальных проектов на основе ранжированных экспертных оценок / Новые информационные технологии в научных исследованиях: Материалы XX всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. –Рязань: РГРТУ, 2015. – с. 41-43.
4. Крыштановский, А. О. Анализ социологических данных с помощью пакета SPSS: учеб. пособие для вузов. — М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. — 281 с.

КОНТРОЛЬ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

А.Н. Мусолина

Научный руководитель – Варнавский А.Н.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для обучения детей с ограниченными возможностями здоровья, которые в полной мере не имеют возможности посещать школу или ВУЗ, можно использовать дистанционное обучение с использованием дистанционных и электронных систем и технологий. Несомненным достоинством таких систем является возможность использования технологий персонификации, позволяющих при обучении учесть индивидуальные показатели и характеристики обучаемого.

Поскольку речь идет о детях с ограниченными возможностями здоровья, то важно не только учитывать индивидуальные характеристики, но и осуществлять контроль их психоэмоционального состояния в процессе обучения. Дело в том, что процесс обучения сопряжен с воздействием на обучаемого ряда негативных факторов (монотония, напряжение отдельных мышечных групп, вынужденная поза). Помимо этого учебная нагрузка может влиять на развитие утомление или являться стресс-фактором. В последнем случае это может привести к изменению психоэмоционального состояния, в частности повышению психоэмоциональной напряженности, что в свою очередь может отрицательно сказаться на состоянии и здоровье такого ребенка.

Работа посвящена контролю психоэмоционального состояния детей в процессе обучения при использовании дистанционных или электронных систем обучения. Целью работы является разработка аппаратных и программных средств, которые расширяют функционал системы дистанционного обучения и позволяют осуществить контроль психоэмоционального состояния детей в процессе обучения.

Предлагается разработать и использовать средство, похожее на фитнес-браслет. Такое средство будет крепиться на запястье обучаемого и осуществлять съем пульсовой волны и ее анализ. Предлагается определять длительности кардиоциклов, после чего осуществлять их анализ с определением среднего значения длительности (фактически частоты сердечных сокращений) и дисперсии. Полученные значения необходимо отправлять в систему дистанционного обучения для работы с ними в модуле анализа.

Алгоритм работы модуля анализа следующий. Для каждого ребенка в систему заносятся граничные значения диапазона нормы среднего значения длительности кардиоциклов и дисперсии. В процессе обучения осуществляется сравнение данных значений с границами диапазона. Если текущие значения остаются в границах диапазона, то обучение продолжается, а выход за границы диапазона будет свидетельствовать либо о чрезмерном накоплении усталости либо о повышении психоэмоциональной напряженности. В таком случае система должна изменить параметры работы с учеником: предоставить принудительный отдых, изменить вид материала, ресурса или задания.

Таким образом, реализация и использование предложенных аппаратных и программных средств позволит осуществить контроль психоэмоционального состояния (усталости, психоэмоциональной напряженности) и тем самым здоровьесбережение детей с ограниченными возможностями здоровья в процессе обучения.

ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Н.А. Копылова

Рязанский государственный радиотехнический университет

Понятие «технология обучения» на сегодняшний день не является общепринятым в традиционной педагогике. В документах ЮНЕСКО технология обучения рассматривается как системный метод создания, применения и определения всего процесса преподавания и усвоения знаний с учетом технических и человеческих ресурсов и их взаимодействия, ставящий своей задачей оптимизацию форм образования.

С одной стороны, технология обучения — это совокупность методов и средств обработки, представления, изменения и предъявления учебной информации, с другой — это наука о способах воздействия преподавателя на учащихся в процессе обучения с использованием необходимых технических или информационных средств [2]. В технологии обучения содержание, методы и средства обучения находятся во взаимосвязи и взаимообусловленности. Педагогическое мастерство преподавателя высшей школы состоит в том, чтобы отобрать нужное содержание, применить оптимальные методы и средства обучения в соответствии с программой и поставленными образовательными задачами.

Технология обучения в вузе – система содержания, методов, средств и организационных форм обучения, реализующая цели подготовки выпускника по определенной специальности [2]. Следовательно, можно анализировать и совершенствовать технологию обучения в вузе по различным специальностям, совершенствуя саму систему и отдельные её компоненты (содержание, методы, средства), повышая тем самым её эффективность.

Г.К. Селевко выделил вертикальную и горизонтальную структуры педагогической технологии [3].

Любая педагогическая технология охватывает определённую область педагогической деятельности. Эта область деятельности, с одной стороны, включает в себя ряд составляющих её деятельностей (и соответствующих технологий), с другой стороны, сама может быть включена как составная часть в деятельность (технологию) более широкого (высокого) уровня. В этой иерархии (вертикальной структуре) можно выделить четыре соподчинённых класса образовательных технологий:

1. Метатехнологии представляют образовательный процесс на уровне реализации социальной политики в области образования (социально-педагогический уровень). 2. Макротехнологии, или отраслевые педагогические технологии, охватывают деятельность в рамках какой-либо образовательной отрасли, области, направления обучения или воспитания, учебной дисциплины (общепедагогический и общеметодический уровни).

3. Мезотехнологии, или модульно-локальные технологии, представляют собой технологии осуществления отдельных частей (модулей) учебно-

воспитательного процесса или направленные на решение частных, локальных дидактических, методических или воспитательных задач. 4. Микротехнологии — это технологии, направленные на решение узких оперативных задач и относящиеся к индивидуальному взаимодействию или самовоздействию субъектов педагогического процесса (контактно-личностный уровень).

Горизонтальная структура педагогической технологии содержит три основных аспекта: 1) научный: технология является научно разработанным (разрабатываемым) решением определённой проблемы, основывающимся на достижениях педагогической теории и передовой практики; 2) формально-описательный: технология представляется моделью, описанием целей, содержания, методов и средств, алгоритмов действий, применяемых для достижения планируемых результатов; 3) процессуально-деятельностный: технология есть сам процесс деятельности объектов и субъектов, их целеполагание, планирование, организация, реализация целей и анализ результатов.

Процесс разработки конкретной технологии профессионально-ориентированного обучения можно назвать процессом педагогического проектирования. Последовательность его шагов будет следующей: выбор содержания профессионально-ориентированного обучения, предусмотренного учебным планом и учебными программами; выбор приоритетных целей, на которые должен быть ориентирован преподаватель: какие умения, навыки, профессиональные и личностные качества будут сформированы у студентов в процессе изучения (освоения) проектируемого учебного материала; выбор технологии, ориентированной на совокупность целей или на одну приоритетную цель профессионального обучения; разработка этапов и последовательности действий по реализации технологии обучения [1].

Проектирование технологии обучения предполагает проектирование содержания дисциплины, форм организации учебного процесса, выбор методов и средств обучения.

Выбор технологии профессионально-ориентированного обучения в вузе зависит от особенностей содержания конкретной науки и изучаемого учебного предмета, темы; возрастных особенностей студентов (в частности, очная, заочная форма обучения); уровня реальных познавательных возможностей студентов; времени, отведенного на изучение того или иного материала; цели, задач и содержания материала конкретного занятия; возможностей и особенности преподавателя, его личных и профессиональных качеств, уровня его теоретической и практической подготовленности, методического мастерства; материально-технической оснащённости вуза, наличия оборудования, наглядных пособий, специальных технических средств

Для успешного функционирования педагогической системы необходимо тщательно продумать все ее составляющие. Любая современная педагогическая технология представляет собой синтез достижений педагогической науки и практики, сочетание традиционных элементов прошлого и современного опыта.

Одна и та же технология в руках конкретных исполнителей может выглядеть по-разному: здесь неизбежно присутствие личностной компоненты педагога, особенностей контингента учащихся, их общего настроения и психологического климата в аудитории. Результаты, достигнутые педаго-

гами, использующими одну и ту же технологию, будут различными, однако близкими к некоторому среднему индексу, характеризующему рассматриваемую технологию. То есть педагогическая технология опосредуется свойствами личности, но не определяется ими.

Библиографический список

1. Жукова Г.С., Никитина Н.И., Комарова Е.В. Технологии профессионально-ориентированного обучения: учеб. пособие. – М.: Издательство РГСУ, 2012. – 165 с.
2. Педагогические технологии: Учебное пособие для студентов педагогических специальностей / Под общей ред. В.С. Кукушина. — Серия «Педагогическое образование». — Москва: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2004. — 336 с. (Серия «Педагогическое образование»).
3. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. – В 2-х т. – Т. 2. – М.: НИИ школьных технологий, 2006. – 816 с. (Серия «Энциклопедия образовательных технологий»).

ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЗРЕНИЯ

К.В. Рак

Научный руководитель – Пашковская И.Д.

к.б.н, доц., ведущий научный сотрудник РНЦП неврологии
и нейрохирургии

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Зрительная система является одной из важных сенсорных систем организма и обеспечивает получение и обработку более 80% информации об окружающем нас мире. Поэтому измерение остроты зрения - один из обязательных методов комплексного обследования пациента, позволяющий оценить его зрительные функции (зрительную сенсорную систему).

В психофизиологических исследованиях в качестве наиболее информативных методик оценки силы нервных процессов широко применяется метод измерения сенсомоторных реакций. Время сенсомоторного реагирования выступает как один из важнейших показателей в исследовании процессов опознания сигналов, процессов обработки зрительной информации, а также служит индикатором многих психофизических процессов, отражает особенности развития оперативной памяти, внимания, интеллекта, моторики.

В последнее время использование компьютерных технологий в качестве средств воздействия на зрительную систему человека позволяет достаточно точно оценить основные показатели зрительного восприятия. Для разработки автоматизированных систем оценки состояния зрения большую возможность создает стремительное развитие электронных офтальмодиагностических приборов на основе микропроцессорной техники и электронных средств визуализации стимулов.

Одним из новых методов исследования зрительных функций является метод зрительных вызванных потенциалов. Он заключается в регистрации

электрических потенциалов с затылочной области в ответ на зрительный стимул. При этом обследуемый наблюдает черно-белое шахматное поле, в котором черные и белые клетки меняются местами с определенной частотой. Клетки с каждым исследованием становятся все мельче. Минимально различимым считается тот размер клетки, при котором на ЭЭГ отмечаются колебания, синхронные с реверсом шахматного поля [1].

Следующий метод исследования – периметрия – измерение зрительных функций глаза в топографически определенных фокусах поля зрения.

Пороговая статическая периметрия позволяет провести количественную оценку световой чувствительности сетчатки. Пороговое тестирование строят, ступенчато увеличивая и уменьшая яркость предъявляемого стимула [2].

Современные автоматизированные периметры позволяют проводить обследование в определенных участках, сохранять результаты в памяти прибора, осуществлять мониторинг состояния поля зрения и проводить статистический анализ.

Библиографический список

1. Аветисов, С.Э. Зрительные функции и их коррекция у детей / Аветисов С.Э., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М. М.: Медицина. 2005. – 873 с.
2. Аветисов, С.Э. Офтольмология. Национальное руководство. – ГЭОТАР-Медиа. 2008. – 1017 с.

ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

А.Н. Мусолина

Научный руководитель – Варнавский А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для детей с ограниченными возможностями здоровья важно в процессе обучения использовать здоровьесберегающие технологии, назначение которых в обеспечении оптимальных условий данного процесса. Если у ребенка есть проблемы со здоровьем, то даже незначительные отклонения основных показателей жизнедеятельности могут причинить вред, или, по меньшей мере, свидетельствовать об ухудшении состояния здоровья и являться обоснованными причинами для принятия каких-либо решений касательно режима его обучения. Такие здоровьесберегающие технологии можно создать в системе дистанционного обучения.

Дистанционные учебные курсы состоят из информационных материалов и ресурсов, а также контролирующих элементов. С каждым элементом и ресурсом связана дата или промежуток времени, в течение которого необходимо изучить или выполнить то или иное задание. В целом время выполнения заданий и их сложность должны определяться возможностями обучаемого и нагрузка для него не должна быть слишком легкой или тяжелой. Слишком большая нагрузка может ухудшить состояние ребенка. Поэтому в процессе обучения важно следить за основными показателями, прежде всего психоэмоционального, состояния. Для решения такой задачи контроля можно использовать различные способы.

Целью работы является рассмотрение различных подходов к задаче контроля психоэмоционального состояния обучаемого, а также моделирование и макетирование некоторых из них.

Первый способ анализа показателей психоэмоционального состояния заключается в использовании электрокардиосигнала или пульсовой волны. Определение длительностей каждого кардиоцикла и их статистическая обработка позволят оценить показатели психоэмоционального состояния.

Второй способ заключается в анализе кожно-гальванической реакции, снимаемой с ладони обучаемого. Анализ заключается в выделении фазической и тонической составляющих сигнала и оценки их динамики с течением времени. Было произведено моделирование и макетирование данного способа. Для этого использовалась схема на основе делителя напряжения из сопротивления участка ладони и резистора и питания +5В, взятого с порта USB.

Третий способ заключается в использовании клавиатурного подчёрка, позволяющего оценить динамику набора текста на клавиатуре с течением времени.

Четвертый способ – анализ речи обучаемого в процессе работы. Здесь можно оценить появление утомления, а также некоторых эмоций, раздражительности.

Пятый способ заключается в анализе изображения обучаемого, получаемого, например, с помощью web-камеры. В частности, при наличии усталости может наблюдаться некоторый наклон головы. Данный способ был смоделирован в среде визуального программирования LabVIEW с использованием библиотеки IMAQ Vision.

Изменении состояния в процессе обучения является поводом для изменения учебной нагрузки и автоматической корректировки учебного графика.

Таким образом, использование средств контроля состояния в среде дистанционного обучения позволит осуществить здоровьесбережение детей с ограниченными возможностями здоровья в процессе обучения.

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

К.В. Рак

Научный руководитель – Пашковская И.Д.

к.б.н., доц., ведущий научный сотрудник РНЦП неврологии
и нейрохирургии

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Зрительный анализатор человека одновременно выделяет разные виды информации из общего потока зрительных раздражителей. Возможности современных компьютерных устройств ввода-вывода информации приближаются к функциональным возможностям сенсорного и моторного аппарата человека.

Параллельно с разработкой автоматизированных систем в медицине стало стремительно развиваться и направление непосредственного использования компьютера в качестве воздействия на зрительную систему человека. Организация активного взаимодействия человека с виртуальной реаль-

ностью, анализирующей особенности его зрительной системы, может помочь автоматизировать процессы тестирования и восстановления зрительных функций, а также значительно повысить информативность диагностических методов.

Для оценки зрительных функций в последние годы все шире применяют визоконтрастометрия, основанную на пространственно-частотном подходе. Визоконтрастометрия – метод исследования пространственной контрастной чувствительности, с использованием атласов и компьютерных программ.

По результатам исследования на мониторе компьютера автоматически представляется график зависимости контрастной чувствительности от пространственной частоты стимула (полос). Полученные кривые ПКЧ сравнивают с возрастной нормой. Границы нормы строятся программой по результатам тестирования здорового обследуемого [1].

Также широкое применение нашел метод электрофизиологического исследования, для исследования функций сетчатки, зрительного нерва и зрительных областей коры головного мозга. Методы основаны на регистрации электрического ответа на специфический световой стимул. Зрительные вызванные потенциалы представляет собой суммарный ответ больших популяций нейронов коры на приход синхронного потока импульсов, возникающих под действием раздражения.

Получение электроретинограммы, исследование ее амплитудных характеристик и временных параметров представляет собой диагностический инструмент, позволяющий количественно оценить степень нарушений, локализацию, глубину и распространенность патологических процессов [2].

Библиографический список

1. Аветисов, С.Э. Зрительные функции и их коррекция у детей / Аветисов С.Э., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М. М.: Медицина. 2005. – 873 с.
2. Веревкин, Л.Л. Разработка микроконтроллерного анализатора ретикулярной остроты зрения // Журнал Технологический аудит и резервы производства. – 2014. - №6/3 - С. 58-61.

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА

С.Ю. Жулева

Научный руководитель – Крошилин А.В.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время тема, связанная с оказанием медицинской помощи населению является одной из самых насущных. Не вызывает сомнения актуальность оценки занятости медицинского персонала так как во время приема пациента врач помимо оказания медицинской помощи занимается оформлением сопутствующей документации. Основными ее формами являются: медицинская карта амбулаторного больного, талоны на прием к врачу и на лист временной нетрудоспособности, талон амбулаторного пациента, контрольная карта диспансерного наблюдения, паспорт врачебного участка граждан, имеющих право на получение набора социальных услуг, дневник работы врача общей практики и др.

В основе деятельности медицинских учреждений лежат следующие группы статистических показателей, которые используются для ее анализа:

- показатели кадрового обеспечения;
- показатели объемов амбулаторно-поликлинической помощи или помощи оказываемой в стационарах;
- показатели нагрузки персонала;
- показатели профилактической работы [1].

Одним из показателей, характеризующих доступность медицинской помощи, является обеспеченность населения квалифицированными медицинскими кадрами: врачами общей практики и так же узкими специалистами. Данный расчет проводится на 10 тыс. человек населения, обслуживаемого медицинским учреждением по формуле (1).

$$\text{Обеспеченность населения врачами} = \frac{\text{Число штатных должностей врачей в медицинском учреждении}}{\text{Численность населения, обслуживаемого данным медицинским учреждением на конец года}} \quad (1)$$

Показатель фактической среднечасовой нагрузки врача на приеме используется для оперативного ежедневного анализа нагрузки врачей (2)

$$\text{Фактическая среднечасовая нагрузка врача на приеме} = \frac{\text{Число врачебных посещений за день}}{\text{Количество отработанных часов на приеме в день}} \quad (2)$$

Данные этих характеристик не учитывают ситуаций, связанных с изменением графика работы врача во время вспышек эпидемии с учетом посещения в поликлинике и на дому, перенос нагрузки на соседние участки для специалистов общей практики, а также поломок оборудования для специалистов УЗИ и физиопроцедур.

Поэтому необходимо создать модель распределения нагрузки медицинского работника на основе нечеткой логики, что позволяло бы учитывать совокупность всех выше изложенных характеристик [2,3].

Задачей автоматизации данного процесса является: формализация медицинских данных на основе статистических показателей; разработка экранных форм и шаблонов для ввода и отображения информации с учетом особенностей данной сферы.

В настоящее время в медицине используются информационные системы. Первый тип – это так называемый «электронный советник», который позволяет докторам принимать обоснованные решения. Такие приложения полезны тем, что способны очень быстро перерабатывать огромные объемы медицинской информации (гораздо быстрее любого человека), выбирать наиболее актуальные варианты ответов и выдавать их специалистам в виде советов. Второй тип – информационные системы, которые позволяют обмениваться медицинской информацией между специалистами в сфере здравоохранения, а также между врачами и пациентами. Но вопросы, связанные с распределением нагрузки медицинского персонала они не решают.

Вывод: создание информационной системы, выполняющей функции учета оперативной информации и автоматизации информационных потоков в медицинских учреждениях с помощью методов нечеткой кластеризации

позволяет осуществлять как эффективное лечение, так и составлять графики, отчеты и др. документы в условиях динамически изменяющейся информации.

Библиографический список

1. Иванова М.А. Нормирование труда – один из путей оптимизации качества оказания медицинской помощи больным // Электронный научный журнал «Социальные аспекты здоровья населения». – 2008. – Январь. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/42/27>.
2. Крошилин А.В., Крошилина С.В., Жулева С.Ю. Оверлейная модель пациента в медицинских системах поддержки принятия решений // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9–2. – С. 261-265.
3. Крошилин А.В., Крошилина С.В. Построение моделей оценки состояния здоровья пациента в нечетких медицинских экспертных системах // Вестник РГРТУ. – 2012. – № 41. – С. 64-70.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЯ ОТРЫТЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

М.А. Бакулева к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Описывается успешная практика одновременного использования разработанной компьютерной учебной программы и свободно распространяемого средства видеозаписи экрана, позволяющая оптимизировать (распараллеливать) деятельности преподавателя.

На сегодняшний день особенно актуальной становится задача разработки и внедрения свободнораспространяемого программного обеспечения в профессиональную деятельность преподавателя. Также отмечается тенденция к увеличению учебной аудиторной и внеаудиторной нагрузки преподавателя. Одним из логичных способов решения данной проблемы является оптимизация преподавательской деятельности, основанная на внедрении современных информационных технологий. Предлагаемый подход основан на создании электронного конспекта в процессе аудиторной лекционной работы. Это не вебинар и не видеозапись преподавателя! Используемое программное средство CamStudio позволяет фиксировать информацию, отображаемую на экране и дополненную звуковым рядом (рис.1). То есть объектом видеозаписи является не преподаватель, а его действия, манипуляции с объектами изучения (в данном примере - графами) [1], отображаемые на интерактивной доске и/или мониторе и соответствующие комментарии.

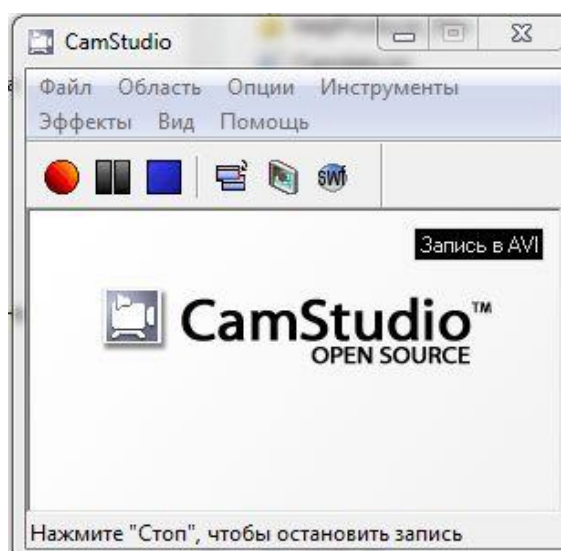


Рис. 1 – Запись электронного конспекта в программе CamStudio

Итак, конкретный пример: в интерактивных лекциях по курсу «Дискретная математика» применяется разработанное программное обеспечение (компьютерная программа **«графы»**), позволяющее визуализировать объекты изучения, их динамику и преобразования. Занятия проводятся в аудитории, оснащенной интерактивной доской, проектором, микрофоном и компьютером [2]. На компьютер преподавателя устанавливается средство видеозаписи (*CamStudio*), позволяющее записывать с монитора все проводимые модификации графовых моделей и показательные действия преподавателя по демонстрации работы методов решения задач на графах.

Иными словами, все действия лектора записываются в видео ролик с использованием программы *CamStudio*. Таким образом, по завершению занятия студент обладает мультимедиа файлом с записью лекции, который может быть размещен в системах дистанционного образования и использоваться как электронный ресурс, по сути, мастер-класс по рассматриваемой теме. При этом преподавателем не затрачивается дополнительное время на запись видео лекции, а студент имеет возможность в любой момент «пересмотреть» конспект по данной теме и, в силу особенностей восприятия мультимедийной информации, лучше понять содержание.

Исследования проводились в рамках НИР 9-14Г при финансовой поддержке Министерства образования и науки.

Библиографический список

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.
2. Бакулева М.А., Бакулев А.В., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении графов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО: науч.-практич. журнал. - М.: МЭСИ, 2013. №4. 185 с. - С. 3-5.

Секция 2
Математические модели в информационных технологиях

**МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ЛАБИРИНТНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ
ТОМАСА**

Л.В. Савкин

Научный руководитель – Дмитриев А.С.

д.ф.-м.н., проф.

**Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова
Российской академии наук**

В докладе представлены результаты разработки и исследования методов хаотической лабиринтной модуляции (CLM-модуляция), основанных на модифицированных моделях осцилляторов Томаса, решения которых образуют так называемый «лабиринтный» хаос Томаса [1]. Для фазового пространства в случае $\mathbf{R}^3$ система обыкновенных дифференциальных уравнений, удовлетворяющая широкой совокупности модифицированных моделей лабиринтных осцилляторов Томаса, имеет вид

$$F: \begin{cases} \dot{x} = G(y) - b(t) \cdot x + \xi_x(t), \\ \dot{y} = G(z) - b(t) \cdot y + \xi_y(t), \\ \dot{z} = G(x) - b(t) \cdot z + \xi_z(t), \end{cases} \quad (1)$$

где G – гармоническая (либо квазигармоническая) функция с областью значений $E(G) = [-1; 1]$; $b(t)$ – параметрическая функция диссипации системы (1), которая в случае стандартного осциллятора Томаса в основном принимает значения $b(t) \leq 0.1$; $\xi_x(t)$, $\xi_y(t)$ и $\xi_z(t)$ – функции транзитивности, которые в совокупности с функциями $G(y)$ и $b(t)$

позволяют получать модифицированные модели лабиринтных осцилляторов Томаса с хаотическими решениями.

В процессе исследований модифицированных моделей лабиринтных осцилляторов Томаса, были получены шесть качественным образом отличающихся друг от друга математических моделей осцилляторов, спектральные характеристики которых (включая показатели Ляпунова) полностью удовлетворяют известным [2, 3] требованиям для реализации радиофизических систем обмена информацией по ранее предложенным методам CLM-модуляции.

Библиографический список

1. Sprott J.C., Chlouverakis K.S. Labyrinth Chaos. International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 17, No. 6, 2007. pp. 2097 - 2108.
2. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. – М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 252 с.
3. Savkin L.V. Analysis of the methods of implementation of the precision chaos generators. Dynamics, Bifurcation, and Chaos 2016 (DBC III). International Conference-School of Lobachevsky University. July 18 – 22, 2016. Book of abstracts. Nizhny Novgorod, 2016. pp. 36.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДИТЕЛЯ, КАК ЭЛЕМЕНТА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА

М.В. Гусарова

Научный руководитель – Сапрыкин О.Н.

К.Т.Н., доц.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

Транспорт является неотъемлемой частью как любого производства, так и важнейшим звеном транспортной сети города, поэтому проблема нештатных ситуаций на дороге занимает довольно значимое место в жизни каждого человека.

Основная причина нештатных ситуаций - увеличение плотности транспортного потока на дорогах. При изучении системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС) (рис. 1) [1], можно видеть, что основным компонентом данной системы, по причине которого происходит большая часть нештатных ситуаций - является «водитель», поскольку из-за ошибок человека – водителя по установленным данным происходит более 80% ДТП [2].

Помимо характеристик, оказывающих влияние на водителя, указанных на схеме, выступает еще и такая составляющая, как психоэмоциональное состояние водителя [3].

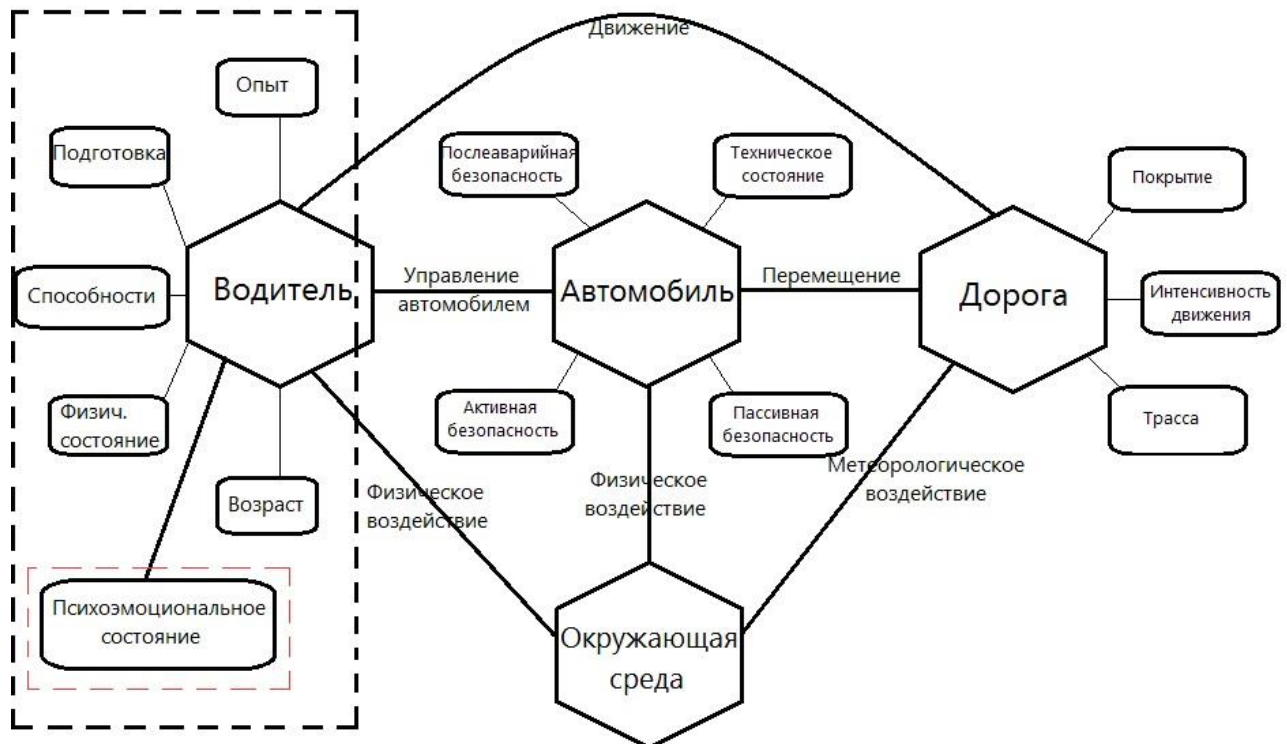


Рис.1 - Система «Водитель-автомобиль-дорога-окружающая среда»

Для того чтобы подтвердить, что психоэмоциональное состояние является еще одним дополнительным элементом к системе ВАДС, которое оказывает влияние на водителя, необходимо произвести обработку данных о зарегистрированных нештатных ситуаций (аварий) на дороге. Для автоматизации данного процесса используется комплекс программ, позволяющий

выполнить последовательно сбор данных, их обработку и формирование отчета.

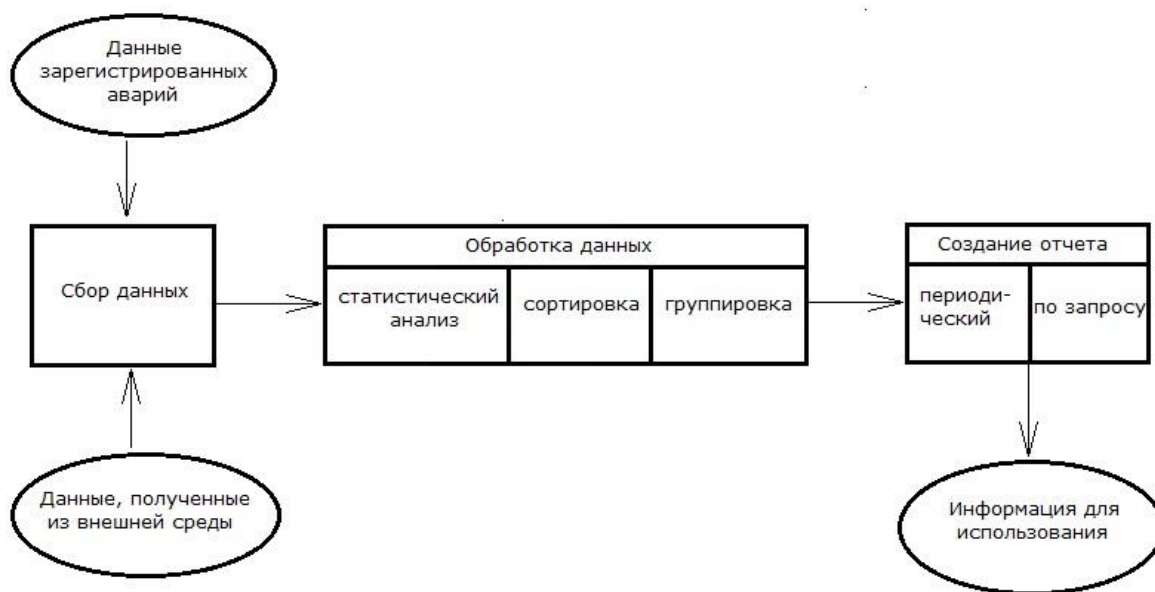


Рис.2 - Процесс обработки данных

Ядром системы является модуль обработки данных, который выполнен на основе технологий BigData. В качестве вычислительной среды используется кластер из пяти узлов, работающих под управлением системы распределения ресурсов Hadoop Yarn. Вычисления производятся при помощи фреймворка Spark, позволяющего выполнять обработку данных на нескольких узлах кластера [4].

Результирующий отчет показывает, какое влияние оказывает психоэмоциональное состояние водителей на качественные характеристики системы ВАДС, что поможет при формировании плана мероприятий по снижению уровня аварийности на улицах города.

Библиографический список

1. Степанов, И.С. Влияние элементов системы водитель - автомобиль - дорога - среда и безопасность дорожного движения [Текст] : учебное пособие / И.С.Степанов, Ю.Ю.Покровский, В.В.Ломакин, Ю.Г. Москалева; под общ. ред. В.В. Ломакина. - М.: МГТУ "МАМИ", 2011. - 171 с.
2. Официальный сайт Госавтоинспекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>. - Сведения о дорожно-транспортных происшествиях. – (Дата обращения 29.09.2016).
3. Обоймова, С.М. К вопросу исследования психических детерминант безопасности личности водителя / С.М. Обоймова // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 5 (36). - С.114-117. - ISSN 1991-5497.
4. Сапрыкин, О.Н. Применение подхода многовариантной персистентности при проектировании интеллектуальной транспортной системы / О.Н. Сапрыкин, О.В. Сапрыкина, А.В. Сидоров // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015) Том2: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 104–107.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

И.В. Манягина

Научный руководитель – Семиглазов В.А.

К.Т.Н., доц.

Томский государственный университет

Современное производство требует широкого применения методов экономико-математического моделирования, особенно оптимизационного. Методы математического моделирования, в частности методы задач линейного программирования, основным способом решения которых является симплекс-метод, широко используются для решения задач планирования и оптимизации производственной деятельности [1].

Цель работы заключается в разработке математической модели, решение которой при помощи средств MS Excel, позволит рассчитать план выпуска хлебобулочных изделий, обеспечивающий максимально возможную прибыль на предприятии ООО «Житница».

Томская пекарня «Житница» выпускает бездрожжевой хлеб на закваске, домашнее печенье и сухарики. Имеется информация о заключении договоров на поставки на следующий месяц.

Имеется информация по основным видам производимой продукции:

1. расход сырья на производство продукции;
2. цена на единицу продукции;
3. спрос на продукцию каждого вида;
4. месячный запас сырья на складе.

На первом этапе работы необходимо определить критерий оптимальности. Для данной задачи необходимо определить план выпуска продукции. Мерой эффективности производственной программы выбран показатель прибыли предприятия (F_1).

Переменные представляют собой количество продукции каждого вида $x_1, x_2, \dots, x_{17}$. Целевая функция, характеризующая максимизацию прибыли, имеет вид:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max ,$$

где x_i – оптимальное количество i -ой продукции; c_i – цена i -ой продукции (руб.);

Помимо целевой функции необходимо определить ограничения. При производстве необходимо учесть, что потребности в сырье не должны превышать существующие:

$$x_i \leq a_{ij} ,$$

где a_{ij} – количество j -ого вида сырья для i -ого вида продукции.

А количество производимой продукции должно отвечать требованиям спроса:

$$x_i \geq s_i ,$$

где s_i – уровень спроса для каждого i -ого вида продукции;

Также все переменные $x_1, x_2, \dots, x_{17}$ не должны быть отрицательными, потому что невозможно производить отрицательное количество продукции [3].

Исходя из экономической постановки задачи, разработана экономико-математическая модель, учитывающая все факторы от которых зависит решение.

Решение поставленной задачи найдено при использовании пакета MS Excel, надстройки «Поиск решения». В результате проведения оптимизации был определен оптимальный план объемов производства хлебобулочных изделий для ООО «Житница». Найдено, что максимально возможная выручка может составить 1403000 руб. Для этого сверх договорных поставок необходимо произвести следующее количество продукции.

Название	Количество, шт.
Полюшко	1658
Светозарушка	505
Велес	1574
Алеша Попович	1
Бокато	1386
Сырное	765
Домашний	282
Семушка	312
Емеля	763

Рис. 2 - Объем производства

Руководству предприятия для принятия решения относительно плана выпуска продукции необходимо перейти обратно от модели к реальной ситуации. Стоит ли изготавливать лишнюю продукцию и сколько сырья при этом останется на складе?

В том случае, если не удастся реализовать продукцию, произведенную сверх потребности, выручка будет равна только сумме, перечисленной от покупателей по договорным обязательствам. Для этого следует изменить ограничение по требованиям спроса. В результате решения определено, что выручка от продажи продукции по договорным поставкам составит 1116940 руб.

Разработанная математическая модель позволила определить, что планируемая максимальная выручка 1403000 руб. обеспечена сырьевыми ресурсами пекарни. Производство продукции только по договорным поставкам уменьшит выручку до 1116940 руб. При этом остатки сырья на складе увеличатся. Данный анализ способствует принятию разумных и обоснованных управленческих решений.

Библиографический список

1. Минюк С.А. Математические методы и модели в экономике: Учеб. пособие / Минюк С.А., Ровба Е.А., Кузьмич К. К. – Мн.: ТетраСистемс, 2002. – 432с.
2. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 432с.

3. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А. Сборник задач по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений», учебное пособие – Томск: кафедра ТУ, ТУСУР, 2012. – 53 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MATHCAD

Т.М. Торопов

Научный руководитель – Быкова О. Г.

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

Ежедневно мы сталкиваемся с системами координат, даже не задумываясь, что они собой представляют. Система координат — это комплекс определений, который задает положение тела или точки с помощью чисел или же других символов.

Прямоугольная (Декартова) система координат – это прямолинейная система координат со взаимно перпендикулярными осями на плоскости или в пространстве. Наиболее простая и поэтому часто используемая система координат, знакомая нам еще со школы. Однако в такой специальности, как бурение нефтяных газовых скважин, расчеты в прямоугольной системе координат могут быть весьма громоздкими. Поэтому при проектировании буровой скважины, например, бывает очень полезным использовать цилиндрическую систему координат. Она представляет собой трёхмерную систему координат, являющуюся обобщением полярной системы координат посредством добавления третьей координаты, которая задаёт смещение произвольной точки M вдоль оси OZ относительно координатной плоскости OXY .

Рассмотрим реальную задачу. Требуется построить график нагрузки на контуре скважины. Уравнение нагрузки: $f(\varphi) = 2 \cdot (1 + \cos(\varphi))$. Для этого воспользуемся пакетом MathCAD, который умеет решать такую задачу, но весьма специфично, так как имеет некоторые нюансы, почему и была выбрана эта тема в качестве научно-исследовательской работы. Решение в

MathCAD ищется с помощью ряда: $u(\rho, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\rho}{R}\right)^n [a_n \cos(n\varphi) + b_n \sin(n\varphi)]$, где коэффициенты a_n и b_n определяются следующим образом:

$$b_n = \left(\frac{1}{\pi}\right) \cdot \int_0^{2\pi} f(\varphi) \sin(n\varphi) d\varphi; \quad a_n = \begin{cases} 0, & n=0 \\ \left(\frac{1}{2\pi}\right) \cdot \int_0^{2\pi} f(\varphi) \cos(n\varphi) d\varphi, & n \neq 0 \end{cases}$$

До того, как записать все эти функции в поле MathCAD, мы должны задать значения переменным. После присваивания переменным их значений, записываем уравнения функции, ряда и коэффициентов, при этом вместо знака равенства, принятого в математике, мы должны написать знак присваивания «:=», а опущенные знаки умножения, мы должны восстановить символом умножения «·». Все эти знаки, суммы, интегралы и т.п. мы можем найти на панелях «Калькулятор» и «Математический анализ».

Перед непосредственным построением графика мы записываем функцию

нескольких переменных: $G(\rho, \varphi) = \begin{pmatrix} \rho \cdot \cos(\varphi) \\ \rho \cdot \sin(\varphi) \\ u(\rho, \varphi) \end{pmatrix}$. Установив курсор на то место,

где нужно построить график, открываем панель графиков Graph

Toolbar, щелкаем на кнопке графика поверхности Surface plot. На экране появится шаблон графика, в котором запишем имя функции (без аргументов). График построен.

При быстром построении графиков MathCAD по умолчанию выбирает значения обоих аргументов в пределах от -5 до +5 и число контурных линий 20. Для изменения этих значений, дважды щелкаем мышью на графике и в открывшемся окне форматирования выбираем вкладку Quick Plot Data. На этой же вкладке есть пункт Coordinate System (Система координат), который позволяет быстро построить график в декартовой (Cartesian), сферической (Spherical) или цилиндрической (Cylindrical) системах координат. После всех изменений нажимаем кнопку ОК.

Пакет MathCAD позволяет также окрашивать поверхность и вращать ее в пространстве для лучшего представления. Помимо этого, есть такие возможности, как объединение графиков, увеличение и многое другое. Пакет весьма полезен для инженеров, предоставляя широкие возможности.

Библиографический список

- 1) Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad 15: Учебный курс. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
- 2) Парийский Ю.М. Основы нефтегазового дела: учебное пособие к практическим занятиям. – СПб.: Санкт-Петербургский горный институт им. Г.В.Плеханова, 1999.- С. 70-72.

ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА ОТ НЕКОТОРЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ю.Д. Гальцева

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

к.ф.-м.н, доц.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В работе продолжено исследование инвестиционной привлекательности региона для крупного бизнеса, начатое в работе [1]. В качестве результирующего фактора, отражающего инвестиционную привлекательность, выбран объем инвестиций в экономику региона. В качестве объясняющих переменных были выбраны следующие: стоимость основных фондов, среднегодовая численность занятых в экономике, число зарегистрированных предприятий. Исследование основано на данных официальной статистики [2].

В исследовании проанализирована динамика изменения индекса детерминации парных регрессий между результирующим и каждым из объясняющих факторов. Методами регрессионного и корреляционного анализа исследована зависимость результирующего фактора от объясняющих переменных. Построена множественная регрессионная модель объема инвестиций от стоимости основных фондов, среднегодовой численности занятых в экономике, числа зарегистрированных предприятий.

Библиографический список

1. Гальцева Ю.Д. Изучение зависимости факторов инвестиционной привлекательности региона от величин налоговых ставок // Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы Юбилейной XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов (Рязань, 17–18 ноября 2015 г.). – Рязань: Изд-во РГРТУ, 2015. – С. 96.
2. Российский статистический ежегодник [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (дата обращения 20.05.2016 г.).

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПАХ

Х.Н. Дао

Научный руководитель – Чиркин М.В.

д.ф-м.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время лазерный гироскоп широко применяется в системах инерциальной навигации современных летательных аппаратов. Одним из важных факторов, ограничивающих точность измерений с его помощью угловой скорости, является нестабильность дрейфа выходного сигнала. К причинам этого сложного явления относятся процессы перераспределения плотности газа под действием двухплечевого тлеющего разряда, который используется для возбуждения активной среды кольцевого лазера. Цель работы заключается в изучении динамических характеристик газоразрядной плазмы для поиска возможности повышения стабильности лазерного гироскопа. Разработана математическая модель, которая отражает влияние температуры окружающей среды на частотную зависимость комплексного сопротивления положительного столба симметричного двухплечевого разряда постоянного тока в кольцевом гелий-неоновом лазере в диапазоне температур $-30 - +85^{\circ}\text{C}$. Экспериментальная установка и методика регистрации частотной зависимости комплексного сопротивления положительного столба при низких частотах ($0,23 - 2\text{кГц}$) описана в работе [1]. Модель включает систему дифференциальных уравнений, описывающих колебания температуры и плотности газа. Её анализ позволяет свести реакцию положительного столба к комплексному сопротивлению Z , зависящему от частоты колебаний ω тока в плече разряда:

$$Z = (-\rho + i\omega L) \left(1 - \frac{\alpha}{(1 + i\omega\tau)^2} \right) \quad (1)$$

где τ - время релаксации концентрации газа; L - эквивалентная индуктивность положительного столба; ρ - отрицательное динамическое сопротивление плазмы, α - безразмерный параметр, отражающий обратное влияние колебаний концентрации газа на ток разряда.

Величины индуктивности L , найденные из условия наилучшего приближения экспериментально измеренной реакции плазмы на внешнее возму-

щение в области более высоких частот [1]. Для поиска параметров модели (1) ρ , τ и α , наилучшим образом отражающих экспериментальные данные использован метод наискорейшего спуска. Результат приведен в таблице 1.

Таблица 1

$T, ^\circ\text{C}$	$L, \text{мГн}$	$\rho, \text{кОм}$	$\tau, \text{мс}$	α
-27	1,256	74,38	0,954	0,929
83	0,695	73,14	0,421	0,025

Экспериментальные и годографы частотной зависимости комплексного сопротивления и результат его моделирования представлены на комплексной плоскости ($\text{Re } Z, \text{Im } Z$) на Рис.1. Построенная модель позволяет восстановить частотную зависимость комплексного сопротивления в области низких частот, когда колебания тока сопровождаются возмущениями плотности и температуры газового наполнения лазера. Полученные результаты позволяют осуществить целенаправленный поиск условий возбуждения активной среды, соответствующие минимальной неустойчивости дрейфа информационного сигнала лазерного гироскопа.

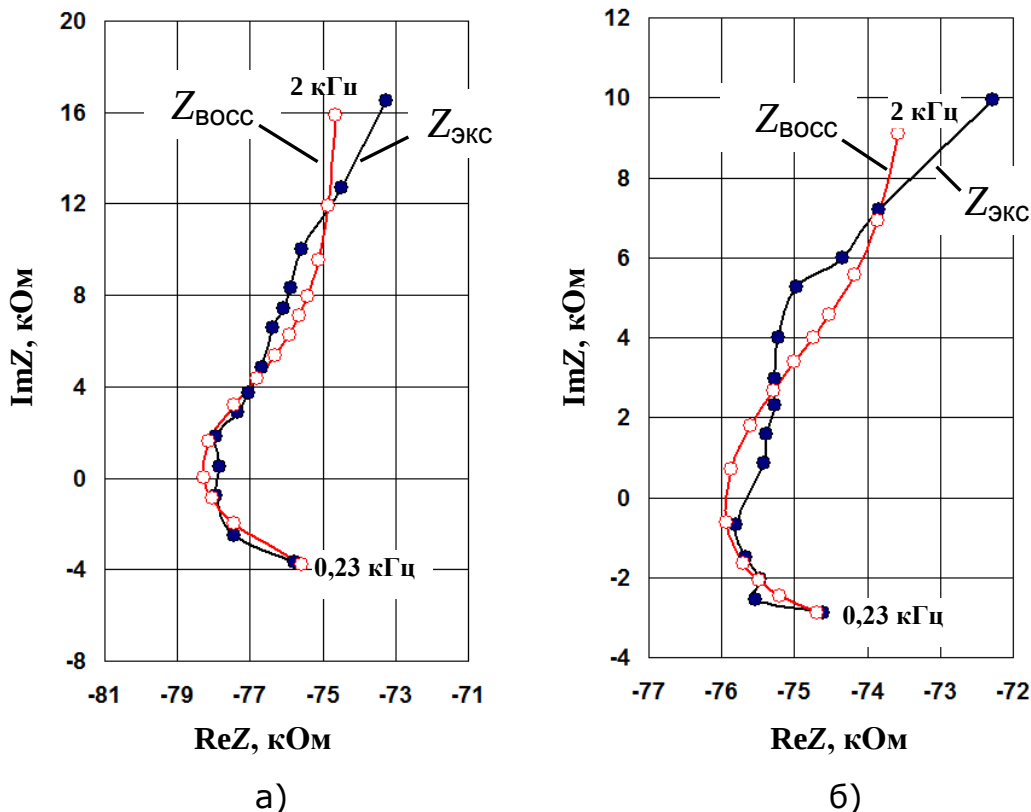


Рис.1 - Экспериментальные и восстановленные частотные зависимости комплексного сопротивления положительного столба при различных температурах: а – при -27°C , б – при $+83^\circ\text{C}$

Библиографический список

1. Молчанов А.В., Морозов Д.А., Устинов С.В., Чиркин М.В. Модуляционные исследования газоразрядной плазмы в кольцевом гелий-неоновом лазере // ISSN 1995-4565. Вестник РГРТУ. 2015. № 54. Часть 2. С. 115-120.

2. Кузнецов А.Г., Молчанов А.В., Чиркин М.В., Измайлов Е.А. Прецизионный лазерный гироскоп для автономной инерциальной навигации // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45. № 1. – С. 78-88.

3. Chirkin M.V., Filatov D.S., Molchanov A.V., Osetrov I.V. Suppressing instability in the electric circuit of screened glow discharge // Proc. of 4-th International Conference "Plasma Physics and Plasma Technology". – Minsk, 2003. – V.1. – P. 84 – 87.

АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ НОМОГРАММОЙ

А.М.А. Аль-Кебси

Научный руководитель – Быкова О.Г.

К.Т.Н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

Большинство методик расчета параметров в задачах горного дела были предложены во второй половине XX века. Эти методики закреплены в СНиП и различных указаниях. В них отображается накопленный к тому моменту опыт ведения горных работ. Эти методики были ориентированы еще на ручной счет и создавались для удобства выполнения расчетов без использования информационных технологий. Именно этим объясняется широкое использование в расчетных методиках номограмм [1, 2].

Номограмма — графическое представление функции от нескольких переменных, позволяющее с помощью простых геометрических операций (например, прикладывания линейки) исследовать функциональные зависимости без вычислений. Создание номограмм – целый раздел математики, объединяющий теорию и практические методы построения номограмм – специальных чертежей, являющихся изображениями функциональных зависимостей [3]. Особенность номограмм заключается в том, что каждый чертеж изображает заданную область изменения переменных и каждое из значений переменных в этой области изображено на номограмме определенным геометрическим элементом (точкой или линией); изображения значения переменных, связанных функциональной зависимостью, находятся на номограмме в определенном соответствии, общем для номограмм одного и того же типа. В настоящий момент более актуальным и распространенным стало проведение расчетов на компьютере, и при реализации расчетов представление зависимостей в виде номограмм не просто перекладывается в программный код. Приходится представлять представленные в номограммах зависимости в функциональной форме. Представление данных, заданных в табличной форме, в виде аналитической зависимости – известная задача вычислительной математики. Получение этих зависимостей – задача, известная в математике под названием аппроксимация. При получении аналитических зависимостей для функций одного переменного широко используется метод наименьших квадратов.

При выполнении курсовой работы на тему «Проект строительства скважины» в расчете применяется выбор технических параметров из таблиц, а также определение промежуточных коэффициентов по номограммам. Для представления значений номограммы в аналитическом выражении можем на основании номограммы создать таблицу с значениями и по ней произвести аппроксимацию функции двух переменных. Метод наименьших квадра-

тов, широко используемый для аппроксимации функции одной переменной, также можно применять для решения этой задачи. При использовании этого метода принимается вид аппроксимирующей функции, и определяются коэффициенты, характеризующие функцию. В данном курсовом проекте по номограмме определяется диаметр насадок [1].

Для выбора аппроксимирующих функций построили семейства графиков зависимости функции от каждого из аргументов. Эти графики показали прямую пропорциональную зависимость от величины скорости (V) и обратную пропорциональную зависимость от значения Q . Однако, все построенные аппроксимации, варьирующие эти зависимости, не дали удовлетворительной точности.

Тогда был выбран другой путь для получения аппроксимации: можно заметить, что искомый результат геометрически представляет пересечение двух прямых. Определенную сложность составляет тот факт, что оси абсцисс каждого графика номограммы имеют свой масштаб и направление.

Поэтому для получения значения ординаты точки пересечения прямых – искомого значения – графики номограммы были оцифрованы в декартовой системе координат, где ось ординат совпадает с осью V , отсчет ведется от минимального значения диаметра насадки.

Прямая, характеризующая величину диаметра насадки (D_n), проходит через точки в декартовой системе координат.

Используя известное из аналитической геометрии уравнение прямой, проходящей через две точки, получили формулу для определения диаметра насадки. Как все эмпирические формулы, формула содержит много констант.

$$D_n = 1,111 \cdot \left(6 + \frac{2,209 \cdot [0,012 + 166,67 \cdot Q - 0,145 \cdot (140 - V)] + 0,355 \cdot (140 - V)}{2,45 + \frac{0,012 + 166,67 \cdot Q - 0,145 \cdot (140 - V)}{8,6}} \right)$$

Вариантные расчеты по полученной формуле показали ее допустимую точность полученной формулы в диапазоне изменения диаметра насадки от 10 до 20. Повышенная погрешность при маленьких и больших значениях диаметра насадки вызвана неравномерностью оси. Следующей задачей исследований является учет в аппроксимации этого фактора.

Применение компьютерных технологий потребовало другого представления данных и работы с ними, чем то, которое отображено в нормативных документах. Полученная аппроксимация позволяет выполнять расчет на компьютере.

Библиографический список

1. Иогансен К. В. Спутник буровика. Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп.- М: Недра, 1990.- 303 с.
2. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. Л., 1986.- 222 с.
3. Хованский Г. С. Номография и ее возможности.- М.: Наука, 1977 .- 128 с.

ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

А.Т. Аль-Там

Научный руководитель – Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

В горном университете создан тренажер по математике, который позволяет студентам решать задачи по математике с возможностью самоконтроля правильности решения, а также готовиться к контрольной работе [1]. Тренажер предназначен для студентов первого курса, изучающих раздел математики «вычисление производных». Тренажер реализован в среде создания Windows-приложений Delphi. Выбор этого средства для создания программы предопределен тем фактом, что Delphi часто используется при создании как программ, производящих различные вычисления, так и для создания справочников и учебников. И для программы самоконтроля знаний Delphi также можно применять.

При использовании тренажера студентами горного университета обнаружилось, что студенты-иностранцы в силу слабого знания русского языка не могут пользоваться тренажером. В горном университете проходят обучение большая группа студентов, родным языком которых является арабский. Это студенты из Ирака, Египта, Йемена, Ливана, Сирии, Судана. Изучение русского языка для них объективно трудно из-за особенности арабского языка, резко отличающегося от других языков.

Поэтому создан вариант тренажера, содержащий как русские названия пунктов меню и комментариев, так и одновременно арабские. Это позволит студентам быстрее понимать условия задач и ответы на них. При этом они без словаря параллельно решению задач могут овладевать русской терминологией, необходимой для понимания материала лекций и выполнения домашних и расчетно-графических работ, а также при сдаче экзамена.

После консультации с преподавателями кафедры высшей математики определены необходимые для изучения темы задач и уровень их сложности. В тренажере реализованы шаги последовательного изучения темы. Сначала предлагаются для решения простые задачи и на странице приведены основные формулы, которые надо выучить для выполнения решения. В следующем разделе приводятся условия более сложных задач правила для их решения. Для проверки усвоения материала следующий раздел содержит задания разного уровня, но уже без правил дифференцирования. При решении этих задач студент сам понимает достаточно ли успешно он усвоил правила или нужно вернуться к предыдущим страницам. На каждой странице после самостоятельного получения ответа студент может просмотреть подробное решение и сравнить свой ответ с правильным. Следующая страница предоставляет студенту возможность самостоятельно оценить свою готовность к написанию контрольной работы. Ему предоставляются десять примеров, как в контрольной работе на занятии. Примеры по сложности подобраны так, как и на контрольной, то есть простые, не очень сложные и сложные. Одновременно с получением заданием запускается

таймер, который позволяет определять студенту, успевает ли он за время пары решать все примеры.

В докладе представлен первый вариант тренажера, который будет редактироваться после его тестирования студентами первого курса.

Библиографический список

1. *Кораблев Е.М.* Тренажер по математике. Производная. Новые информационные технологии в научных исследованиях и образовании НИТ-2014. XIX всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов Рязань, 2014, С. 39-41

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

И.В. Чернова

Научный руководитель – Сосулин Ю.А.

к.т.н, доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данной работе рассмотрены вопросы организации и планирования эксперимента при построении регрессионных моделей объектов с учетом их структуры.

Решение задач линейной параметрической идентификации сложных объектов традиционными методами затруднено. Регрессионная модель подобных объектов, имеющих значительное количество входных факторов, содержит большое число неизвестных параметров, которые необходимо оценить. Планирование и проведение эксперимента требует такого объема экспериментальных затрат, что в условиях большой размерности факторного пространства построение регрессионной модели становится невозможным.

Также рост размерности пространства входных факторов ведет к значительному усложнению вычислительной процедуры получения МНК-оценок, ее численной неустойчивости в связи с появлением и накоплением ошибок округления.

В работе предлагается методика построения регрессионных моделей объектов, структура которых представима в виде цепочки последовательно связанных блоков. Объект, состоящий из двух блоков, может быть представлен следующей системой структурных регрессионных моделей блоков:

$$y_1 = \eta_1(x_1, a) + \varepsilon_1,$$

$$y_2 = \eta_2(y_1, x_2, b) + \varepsilon_2.$$

Преимущества предполагаемого подхода к построению стандартной регрессионной модели сложного объекта с очевидностью объясняется сокращением размерности факторного пространства, наблюдаемого при раздельном исследовании блоков объекта.

Универсальным способом, обеспечивающим получение наиболее эффективных оценок неизвестных коэффициентов, представляется последовательный способ организации эксперимента. Для объектов цепочной структуры такой подход состоит в построении оптимальных экспериментальных

планов (в соответствии с выбранным критерием оптимальности) для всех блоков объекта, в последовательном проведении наблюдений на отдельных блоках и в получении и преобразовании оценок структурных параметров в параметры общей формы.

Для реализации плана эксперимента F на j -м блоке объекта требуется установка соответствующих плану предсказанных значений величины Y_{j-1} , являющейся входным фактором для рассматриваемого на данном этапе блока. С этой целью используется построенная на предыдущем этапе регрессия, связывающая величину Y_{j-1} с входными факторами блоков объекта, предшествующих рассматриваемому.

Для объектов иерархической структуры последовательный подход к организации эксперимента в целом аналогичен представленному выше. отличие заключается лишь в подборе значений нескольких промежуточных выходных величин, являющихся входными факторами для блоков рассматриваемого уровня иерархии.

Выполненные экспериментальные исследования показывают, что оценки модели, получаемые предлагаемыми методами, обладают в среднем большей эффективностью, чем оценки классической регрессионной модели.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОПУЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА

М.М. Егин, А.А. Михайлов

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н, проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается популяционный алгоритм косяка рыб в качестве одного из способов решения задачи оптимизации. Данный алгоритм предложили в 2008 году Фило Бастос и Лима Нето для поиска глобальных оптимумов для одноместных и многоместных функций. Алгоритм основан на поведение реального косяка рыб – агрегации рыб – движущихся в одном направлении с одинаковой скоростью с целью найти наибольшее скопление пищи [1, 2].

Среди преимуществ данного алгоритма следует отметить коллективное взаимодействие каждой особи, что приводит к более быстрому достижению целей, чем по отдельности.

Аналогия заключается в следующем:

- рыбы – агенты;
- места с наибольшими скоплениями пищи – лучшие решения;
- аквариум – область поиска;
- вес рыбы – основной критерий успеха агента.

Основными операторами алгоритма являются: кормление, индивидуальное, инстинктивное и коллективное движение. Кормление отвечает за изменение веса каждого из агентов и за возможное местоположение оптимального решения (барицентра). Другие три оператора ответственны за передвижение агентов к барицентру.

Представленный алгоритм решает задачи одноцелевой оптимизации многоэкстремальных функций при условии правильно подобранных начальных параметров.

Перспективой развития алгоритма является внедрение автоматического подбора параметров и некоторых дополнительных стратегий (преобразования операторов) для осуществления многоцелевой оптимизации.

Этот алгоритм может быть использован при решении широкого спектра оптимизационных задач, присущих социальным и экономическим системам. В частности, его использование может быть эффективно при разработке моделей прогнозирования на основе нечетких временных рядов [3] и моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев [4]. Полученные в результате модели прогнозирования позволяют получать высокоточные прогнозные значения для временных рядов, характеризующих различные социально-экономические показатели (например, уровень безработицы, демографический показатель, стоимость потребительской корзины и т.п.).

Также использование данного алгоритма целесообразно при разработке SVM-классификаторов [5, 6], которые успешно применяются при решении классификационных задач в сфере медицинской диагностики, при анализе кредитоспособности клиентов в банковской сфере, при классификации документов, распознавании изображений и т.п.

Библиографический список

1. Карпенко А.П. Популяционные алгоритмы глобальной поисковой оптимизации. Обзор новых и малоизвестных алгоритмов // Информационные технологии. №7. 2012. С. 1 – 32.
2. Neshat M., Sepidnam Gh., Sargolzaei M., Najaran Toosi A.N. Artificial fish swarm algorithm: a survey of the state-of-the-art, hybridization, combinatorial and indicative applications // Artificial Intelligence Review. December 2014. Volume 42. Issue.4. pp. 965 – 997.
3. Демидова Л.А. Разработка однофакторных нечетких моделей для анализа тенденций временных рядов с использованием генетического алгоритма // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2007. № 52-2. С. 156-164.
4. Астахова Н.Н., Демидова Л.А. Использование почти полных строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора при разработке моделей прогнозирования временных рядов с короткой актуальной частью // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 4-2 (46). С. 89-96.
3. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Аспекты применения алгоритма роя частиц в задаче разработки SVM-классификатора // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. С. 84-92.
4. Demidova L., Sokolova Yu. Modification of Particle Swarm Algorithm for the Problem Of the SVM Classifier Development // В сборнике: 2015 International Conference «Stability and Control Processes» in Memory of V.I. Zubov (SCP) 2015. pp. 623-627.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ПАРАШЮТИСТА

И.Ю. Клочкова

Научный руководитель – Мамонов С.С.

д.ф.-м.н., проф.

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В работе рассматривается вопрос о построении математической модели, описывающей движение парашютиста в результате прыжка с самолета. Данному вопросу посвящены многие научно-исследовательские работы [1,2]. В качестве модели движения парашютиста предлагается использование системы дифференциальных уравнений. Для определения системы в результате эксперимента были получены координаты прыжка в пространстве. Измерения производились с помощью программы GPS Logger, установленной на мобильное устройство парашютиста. С помощью полученных данных сформирован массив, отображающий зависимость трех координат от времени. Далее, используя методы численного дифференцирования пакета прикладных программ Maple, определим скорость изменения пространственных координат [3]. С помощью регрессионного анализа построены линейные зависимости скоростей от пространственных координат, полученные линейные зависимости определяют систему линейных дифференциальных уравнений [4]. Построенная система позволяет определить теоретическую траекторию движения парашютиста. Произведено сравнение теоретической и фактической зависимостей изменения координат, показано, что точка приземления, определяемая по теоретической зависимости, находится на расстоянии 60 м от фактического приземления (рис.1). Для сокращения расстояния от фактической до теоретической точек приземления была рассмотрена нелинейная система дифференциальных уравнений, включающая слагаемые второго порядка. С использованием новой модели системы получена теоретическая траектория, которая определяет точку приземления парашютиста, находящуюся на расстоянии 2 м от фактической (рис.2). Вычислительные процедуры реализованы в пакете Maple.

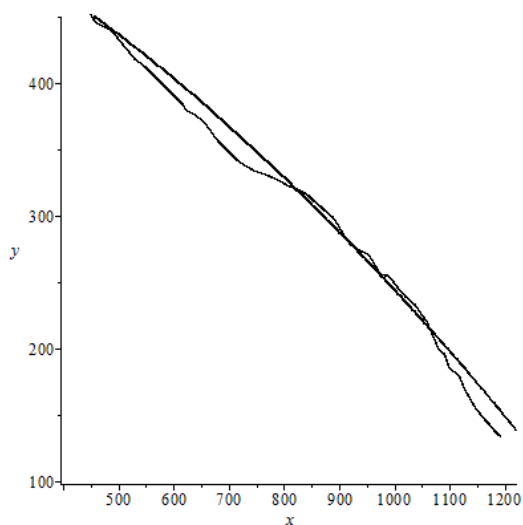


Рис. 1. Теоретическая, для линейной системы ДУ, и фактическая траектории прыжка

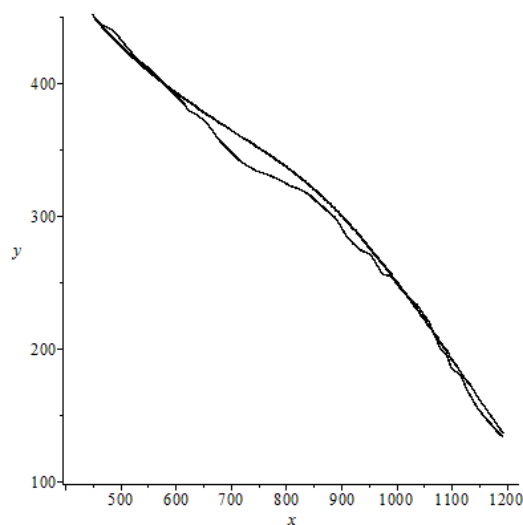


Рис. 2. Теоретическая, для нелинейной системы ДУ, и фактическая траектории прыжка

Вывод: в результате проведенных исследований получили минимальное расхождение в теоретических и фактических координатах. Дальнейшие исследования позволят получить систему дифференциальных уравнений, описывающую математическую модель прыжка парашютиста, которая позволит получать конкретные данные прыжка, а также эллипс точек приземления.

Библиографический список

1. Некрасов А. И. Курс теоретической механики. Том II. Динамика. – М.: Издательство технико-теоретической литературы, 1958. -501 с.
2. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютов. – М.: Машиностроение, 1965. -365 с.
3. Калиткин Н. Н. Численные методы. – М.: Наука, 1972. – 512 с.
4. Боровков А. А. Математическая статистика. – СПб.: Лань, 2010.–704 с.

АСПЕКТЫ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Н.Н. Астахова

Научный руководитель — Демидова Л.А.

д-р т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается проблема оценки моделей прогнозирования временных рядов.

В решении задачи построения модели прогнозирования временного ряда ключевым вопросом является выбор метрики для оценки качества модели прогнозирования. Модифицированный алгоритм клонального отбора (МАКО) в качестве показателя качества модели прогнозирования использует значение средней относительной ошибки прогнозирования $AFER$, который в соответствии с терминологией эволюционных алгоритмов, заложенных в основу МАКО, называется аффинитетом Aff [1].

Данный показатель в основе своей реализует сравнение прогнозного и фактического значений на обучающей выборке. Модель прогнозирования при этом признается успешной при минимизации суммы расхождений с целевыми значениями элементов ВР. Аффинитет полностью соответствует концепции достижения кумулятивного показателя качества модели прогнозирования, построенной на основе экстраполяции.

Однако многочисленные эксперименты показали, что таким образом полученные модели прогнозирования не являются устойчивыми для среднесрочного и долгосрочного горизонта прогнозирования. Т.е. увеличение горизонта прогнозирования зачастую ведет к резкому понижению качества прогноза.

Согласуясь с основными концепциями статистического анализа в попытке «сгладить» модель прогнозирования предложено использовать дополнительный показатель, который характеризует изменение временного ряда в более продолжительной перспективе.

В результате обзора существующих подходов к анализу элементов временного ряда был сформирован показатель несовпадения тенденций

Tendenc. Значение *Tendenc* зависит от количества несовпадений направления изменения исходного и полученного в результате прогноза на обучающей выборке временных рядов.

Данная величина реализует определение степени соответствия модели прогнозирования математическому закону изменения временного ряда [2]. Кроме того, *Tendenc*, не учитывая степень расхождения со средним уровнем временного ряда, игнорирует выбросы данных.

Поскольку использование аффинитета *Aff* в качестве показателя качества модели прогнозирования является несомненным, существует возможность лишь одновременного учета нескольких показателей качества.

Проанализировав алгоритмы многоцелевой оптимизации на основе использования генетических алгоритмов (VEGA (Vector Evaluated Genetic Algorithm); FFGA (Fonseca and Fleming's Genetic Algorithm); NPGA (Niche Pareto Genetic Algorithm); NSGA (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm); NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II); NSGA-III (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-III); SPEA (Strength Pareto Evolutionary Algorithm)) и алгоритмов клонального отбора (MISA (Multiobjective Immune System Algorithm); MOIA (Multiobjective Immune Algorithm); MOCSA (Multiobjective Clonal Selection Algorithm); IDCMA (Immune Dominance Clonal Multiobjective Algorithm); ACSAMO (Adaptive Clonal Selection Algorithm for Multiobjective Optimization); CNMOIA (Constrained Nonlinear Multiobjective Optimization Immune Algorithm); NNIA (Nondominated Neighbor Immune Algorithm)) в качестве аналога был выбран алгоритм NSGA-II.

На основе понятий, заложенных в NSGA-II, был предложен алгоритм отбора модели прогнозирования на основе технологий многоцелевой оптимизации.

Результаты экспериментальных расчетов по оценке эффективности многоцелевой оптимизации по сравнению с одноцелевой, выполненные для значений показателя числа упоминаний названий E-Commerce систем в требованиях к вакансиям, размещенных на сайте HeadHunter.ru (Россия), подтвердили эффективность предложенного подхода.

Дальнейшее развитие данного направления исследования связано прежде всего с использованием и других показателей качества моделей прогнозирования, применении подхода при прогнозировании групп временных рядов [3-5] а также в создании системы оценки модели прогнозирования, позволяющей принимать эффективные управленческие решения.

Библиографический список

1. N. Astakhova, L. Demidova, "Using of the notion «Pareto set» for development of the forecasting models based on the modified clonal selection algorithm", 6th Seminar on Industrial Control Systems: analysis, modeling and computation, 2016.
2. Демидова Л.А. Оценка качества моделей прогнозирования на основе строго бинарных деревьев и модифицированного алгоритма клонального отбора // Cloud of Science. 2014. Т. 1. № 2. С. 202-222.
3. N.N. Astakhova, L.A. Demidova, E.V. Nikulchev, "Forecasting Of Time Series' Groups With Application Of Fuzzy C-Mean Algorithm", Contemporary Engineering Sciences (2015), vol. 8, no 35, pp. 1659–1677, 2015.

4. N. Astakhova, L. Demidova, E. Nikulchev, E. Pluzhnik, "Forecasting Of Time Series' Groups With Application Of Fuzzy C-Mean Algorithm And Forecasting Models On The Base Of Strictly Binary Trees And Modified Clonal Selection Algorithm", 16th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp. 861–873, 2015.

5. N. Astakhova, L. Demidova, V. Konev, "The Description Problem Of The Clusters' Centroids", 2015 International Conference "Stability and Control Processes" in Memory of V.I. Zubov (SCP), pp. 448–451, 2015.

УСЛОВИЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Е.В. Шуварикова

Научный руководитель – Терехин М.Т.

д-р ф.-м. н., проф.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается математическая модель

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad (1)$$

в которой x – объем производственных фондов системы, u – объем инвестиций (управление), x – n -мерный вектор, u – m -мерный вектор, $A(t)$ и $B(t)$ непрерывные матрицы на сегменте $[0, T]$, $T > 0$ – некоторое число.

Эффективность развития экономической системы определяется функционалом

$$I(x) = \int_0^T \varphi(t, x) dt, \quad (2)$$

в котором $\varphi(t, x)$ – непрерывная функция на сегменте $[0, T] \times E_n$, заданным на множестве решений $x(t)$ модели (1), удовлетворяющих равенству $x(T) = d$, d – n -мерный вектор.

Пусть существуют такие векторы α^* и u^* , что определенное ими решение $x^*(t)$ модели (1) удовлетворяет равенству $x^*(T) = d$. Значением α^* и u^* даются приращения соответственно α и u , которые должны быть выбраны так, чтобы выполнялось равенство

$$X(T)(\gamma^* + \gamma) + X(T) \int_0^T X^{-1}(t)B(t)dt(u^* + u) = d. \quad (3)$$

Выполнив преобразования, получим, что равенство (3) примет вид

$$\gamma = Ru \quad (4)$$

в котором $R = -\int_0^T X^{-1}(t)B(t)dt$.

Определение. Модель (1) назовем управляемой, если для любого вектора γ существует вектор u , удовлетворяющий равенству (4).

Ставится задача – найти условия управляемости модели (1) и среди векторов γ и u , удовлетворяющий равенству (4), найти такие, чтобы определенное ими решение доставляло минимум функционалу (2).

Определены условия, решающие эту задачу, в частности, установлено, что если $\det R \neq 0$, то модель (1) управляемая и существует такая точка

(γ_0, u_0) , что определенное ей решение $x_0(t)$ модели (1) доставляет минимум функционала (2).

ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ЗАДАНЫМ УРОВНЕМ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Ю.Е. Белова

Научный руководитель – Терехин М.Т.

д.ф.-м.н., проф

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается математическая модель многосекторной экономической системы вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u + f(t), \quad (1)$$

в которой x – объем производственных фондов системы, u – объем инвестиций (управление), матрицы $A(t)$, $B(t)$ определены и непрерывны на сегменте $[0, T]$, $T > 0$ – некоторое число, характеризующие влияние объемов производственных фондов и инвестиций на темп развития экономической системы. Вектор функция $f(t)$ – объем собственных вложений в экономическую систему.

Уровень потребления продукции системы определяется функционалом

$$I(x) = \int_0^T G(t)x dt, \quad (2)$$

в котором $G(t)$ – непрерывная на сегменте $[0, T]$ матрица.

Положим $u = 0$. Решением модели (1) является в этом случае вектор-функция

$$x_0(t) = X(t)\alpha_0 + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau,$$

определяющая развитие экономической системы при отсутствии внешних инвестиций. На этом решении уровень потребления равен

$$I(x_0) = \int_0^T G(t)x_0(t) dt = l, \quad l - \text{постоянный вектор.}$$

Определение. Начальный объем α^* и объем инвестиций u^* назовем стабилизирующим фондом, если решение $x^*(t)$ модели (1) определенное

векторами α^* и u^* , удовлетворяет равенству $I(x^*) = \int_0^T G(t)x^*(t) dt = l$.

Ставится задача – найти условия стабильного развития экономической системы.

В результате преобразований решение поставленной задачи сведено к исследованию разрешимости системы уравнений вида

$$M\alpha + Nu = 0, \quad (3)$$

в котором M и N – известные матрицы.

Доказаны теоремы о разрешимости системы (3). В частности установлено, что если $\det M \neq 0$, то экономическая система развивается стабильно.

ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

И.С. Сенькин

Научный руководитель – Быкова О. Г.,

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский Горный университет

Тренажер – программа, направленная на улучшение и последующее самотестирование знаний. Данный тренажер предназначен для улучшения показателей в таком предмете, как математический анализ. Основой для этого приложения послужила разработка [1], но в новом исполнении, а именно, приложении для мобильных устройств на платформе Android. Использование прошлой версии программы выявило ее немобильность, привязанность пользователя к своему ПК. Необходимостью для возникновения программы послужил тот факт, что во время обучения студентам гораздо удобнее использовать смартфоны, поскольку они практически всегда находится «при себе» и занимают гораздо меньше места, чем ПК. Использование приложения способствует успешному усвоению разделов учебной программы, освещаемых в приложении, поскольку позволяет самостоятельно решать задачи и сразу сравнивать полученные ответы с имеющимися в тренажере. Подробные решения всех примеров позволяет проанализировать ошибку при ее наличии. Данная программа предназначена для студентов первого курса бакалавриата, получающих знания по предмету математический анализ.

Приложение создано в программном пакете «Clickteam Fusion 2.5», предназначенного для создания игр или приложений под большое количество платформ. Принцип работы связан с обработкой событий.

На данный момент приложение имеет два раздела: производные и исследование функции – разделы курса высшей математики, изучаемые на первом курсе.

При запуске программы открывается окно, на котором расположены кнопки с различными разделами высшей математики. Учащийся выбирает нужный раздел и переходит на последующие окна, в которых выбирает требуемую часть раздела. Далее в зависимости от произведенного выбора учащийся либо изучает обучающий материал тренажера, либо решает примеры для получения устойчивого навыка по решению примеров данного раздела. Выполненные решения учащийся сравнивает с приведенными в тренажере.

Следующими задачами по развитию программы планируется увеличение количества охватываемых разделов математики, которые изучаются по предмету высшей математики в горном университете. Это позволит использовать тренажер студентами второго курса.

В перспективе развития программы расширение созданных разделов и добавление новых способов получения учебного материала для предоставления студентам более ёмких знаний в самой удобной для них форме. А также переход на новые платформы, например iOS. Возможность загрузки из «Play Market» или «AppStore».

Библиографический список

1. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Тренажер по математике. Производная. XVIII Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» НИТ-2013 – Рязань, 2013. – С. 126-127

УСЛОВИЯ ЦИКЛИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МНОГОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

К.О. Политов

Научный руководитель – Терехин М.Т.

д.ф.-м.н., проф.

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается математическая модель многосекторной экономической системы вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad (1)$$

в которой x – n -мерный вектор – объем производственных фондов системы, u – m -мерный вектор – объем инвестиций (управление), $A(t)$ и $B(t)$ – матрицы, определенные и непрерывные на сегменте $[0, T]$, $T > 0$ – некоторое число.

Решением модели (1) определится равенством

$$x(t) = X(t)\alpha + X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau u, \quad (2)$$

$x(0) = \alpha$, $X(t)$ – фундаментальная матрица решений системы $\dot{x} = A(t)x$, $X(0) = E$, E – единичная матрица.

Рассматриваются только такие решения модели (1), которые удовлетворяют равенству $x(T) - \alpha = 0$.

На множестве решений модели (1) задается функционал

$$I(x) = \int_0^T \varphi(t, x)dt. \quad (3)$$

Определение. Решение $x_0(t)$ модели (1), доставляющее минимум функционалу (3), называется циклическим решением, а экономическая система, развитие которой определяется решением $x_0(t)$, называется экономической системой с циклическим развитием.

Ставится задача – найти условия существования циклического развития экономической системы (модель (1)).

Учитывая равенство (2), соотношение $x(T) - \alpha = 0$ можно представить так:

$$Q\alpha + Ru = 0, \quad (4)$$

в котором $Q = X(T) - E$, $R = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau)B(\tau)d\tau$.

Поставленная задача свелась к разрешимости системы (4).

Получены условия разрешимости системы (4), в частности доказана теорема об условиях существования решения системы (4) и, следовательно, об условиях циклического развития экономической системы.

Секция 3
Телекоммуникационные технологии

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО
РЕСУРСА СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ**

А.Е. Нуйкина

Научный руководитель – Корнеев В.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрена проблема повышения пропускной способности спутниковых систем связи. Спутниковый спектр остается ограниченным и ценным ресурсом. В современном обществе постоянно возрастает потребность в получении всё большего количества информации, а также увеличивается и число желающих получить эту информацию как с можно большей скоростью.

Для решения данной проблемы компанией «Интелсат» были разработаны практические методы, которые повышают эффективность использования частотного ресурса. Они основаны на новой технологии HTS (High throughput satellite), что в переводе с английского означает «спутник с высокой пропускной способностью». HTS способствует увеличению скорости передачи информации и приводит к снижению стоимости полосы пропускания спутниковых каналов. Для оценки эффективности каждого из методов применим их к системе подвижной морской спутниковой связи «Инмарсат-М». «Инмарсат-М» представляет собой систему геостационарных искусственных спутников Земли, служащих в качестве ретрансляторов (СР) сообщений между судами, оборудованными специальными станциями спутниковой связи (СС) и специальными береговыми станциями (БС) и сетями телефонной и телеграфной связи. В системе предусмотрено четыре зоны обслуживания, которые образованы с учетом реального трафика регионов планеты. Это атлантическая (западная и восточная), тихоокеанская зоны и зона Индийского океана. В каждой зоне обслуживания находятся 30 БС и морские суда с бортовыми станциями спутниковой связи. Оценку эффективности применения методов осуществим путём проведения энергетического расчёта всех линий передачи.

Повышение пропускной способности возможно при применении в качестве бортовых антенн спутника многолучевой антенны, формирующей большое количество узких лучей, каждый из которых охватывает 1-2% от зоны покрытия спутника. Если имеется разделение зоны покрытия спутника на n лучей, то скорость передачи возрастает также в n число раз, следовательно, пропускная способность в n раз выше. Каждый спутник в системе «Инмарсат-М» покрывает одну зону обслуживания глобальным лучом[1]. В качестве бортовой антенны следует использовать многолучевую фазированную решетку. Число лучей пропорционально числу излучающих элементов и равно 30 соответственно количеству береговых и судовых станций в одной зоне. В данной ситуации была рассчитана пропускная способность спутниковых каналов. По линии передачи береговая станция - искусственный спутник Земли одним глобальным лучом, скорость передачи в одном канале немодернизированной системы в 30 раз меньше, чем при

использовании многолучевой приёмной антенны. Таким образом, использование многолучевой бортовой антенны обеспечивает выигрыш в пропускной способности по сравнению с одним глобальным лучом в 30 раз.

Применение в соседних лучах сигналов на одних и тех же частотах не приемлемо, поэтому лучи с одинаковыми частотами пространственно разносят через один или более других лучей. Каждую частоту используют повторно[1]. В системе «Инмарсат-М» разделим один глобальный луч на пять зональных, в каждом из которых находится по шесть кластеров шести разных частот соответственно количеству береговых станций в одной зоне. Тогда используемый для всех станций частотный диапазон можно будет сократить ровно в 5 раз и за счёт этого увеличить число каналов, обслуживаемых одной станцией в 5 раз. Общее число каналов в одной зоне системы для 30 береговых станций - 1500, тогда каналы обслуживаемые одной станцией $n = 1500/30 = 50$. При повторном использовании частот на одну станцию приходится 5n каналов. Эффективность их использования оценивается величиной коэффициента многократного использования частоты. Чем больше его значение, тем соответственно будет выше пропускная способность системы[1]. За счёт использования одних и тех же частот с промежутком кратным 6 стало возможным обслуживание одной станцией 250 каналов и пропускная способность возросла с 5 Мбит/с до 28 Мбит/с.

Переход от L-диапазона к Ku- и Ka-высокочастотным диапазонам также способствует увеличению пропускной способности. Выбор между Ku- и Ka-диапазонами для высокопроизводительного спутника весьма сложен. С одной стороны, исходя из полученных расчётных данных при равном энергетическом потенциале Ka- диапазон даёт наибольший выигрыш в пропускной способности по сравнению с Ku-диапазоном. Но с другой стороны, использование Ka-диапазона приводит к увеличению шумов приёмника и шумовой температуры. К тому же, Ka-диапазон более уязвим по отношению к атмосферным явлениям. Ku-диапазон будет более востребованным в ближайшее время. Частоты обоих Ka- и Ku-диапазонов предоставляют большие перспективы с точки зрения обеспечения пользователей различными коммуникационными решениями нового поколения, сегодня мы наблюдаем происходящие изменения и множество новых возможностей, появляющиеся в сфере спутниковой связи.

Таким образом, применение перечисленных выше методов позволит существенно увеличить пропускную способность спутниковых каналов (в 30 раз). Кроме того, в докладе показано, что дальнейшее повышение эффективности использования частотного ресурса спутниковых систем связи может быть связано также с применением помехоустойчивого кодирования, адаптивной модуляции, использованием плотных схем модуляции.

Библиографический список:

1. Камнев В. Е., В.В. Черкасов, Г.В. Чечин Спутниковые системы связи: учеб. пособие для вузов. – М.: «Альпина Паблишер», 2004. – 536 с.

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА – ЯКОВЛЕВА

В.Т. Дмитриев, А.Ф. Янак

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На существующие системы связи действуют различные акустические шумы (АШ), которые, в той или иной степени, присутствуют практически всегда и везде. Например, на транспорте, в бытовых условиях, в местах скопления большого числа людей и т. д. Ранее было изучено влияния различных АШ на известные первичные кодеки речевых сигналов (РС), используемые в системах передачи РС, реализованных на основе теоремы отсчетов В.А. Котельникова [1]. Как известно, при использовании теоремы отсчетов В.А. Котельникова для восстановления сигнала необходимо реализовать синтезирующий фильтр с конечной импульсной характеристикой, что является невозможным и приводит к появлению ошибок. Предлагается использовать восстановление сигналов на основе представления Хургина-Яковлева. В соответствии, с которым исходный сигнал описывается в виде совокупности отсчетов сигнала и его $N-1$ первых производных, взятых с частотой дискретизации: $F_a = F_k / N$, где F_k - частота дискретизации по теореме В.А. Котельникова. Использование представления Хургина-Яковлева позволит повысить точность реализации синтезирующих фильтров и выполнить параллельную обработку сигнала, что сократит количество вычислительных операций.

Исследовано влияние АШ с различным отношением сигнал-шум (ОСШ) на первичные кодеки РС при использовании алгоритма Хургина-Яковлева.

Для исследований были выбраны наиболее часто используемые в настоящее время первичные кодеки РС. В эксперименте использовались АШ трех классов: широкополосные (самолет, музыка, фен), узкополосные (чайник, стиральная машина, двигатель), импульсные (поезд), а также искусственно сгенерированные импульсный, широкополосный и узкополосный АШ. Для оценки качества речи и узнаваемости голоса диктора использовались семь тестовых акустически взвешенных фраз, приведенных в ГОСТ Р 50840-95 [4]. Данные исследования были проведены для исследуемых кодеков РС, для всех фраз, десяти дикторов при действии каждого вида АШ с различными уровнями. В результате эксперимента получены оценки качества восстановления речи в баллах для исследуемых кодеков РС. Показано, что представление Хургина-Яковлева позволяет получить выигрыш в качестве восстановленного РС на 0,4...0,1 балла по сравнению с аналогичными кодеками РС на основе теоремы В. А. Котельникова при воздействии АШ.

Библиографический список

1. Дмитриев В.Т., Янак А.Ф. Исследование воздействия акустических шумов на первичные кодеки речевых сигналов //Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 56. - С. 38-44

ОБНАРУЖЕНИЕ И РАЗЛИЧЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПОМЕХ СО СТРУКТУРОЙ СИГНАЛА

М.Ю. Зуев

Научный руководитель – Логинов С.С.

д.т.н., доц.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева-КАИ

В современных асинхронных системах связи находят применение широкополосные сигналы (ШПС), которые устойчивы к многолучевому распространению. При организации связи внутри помещений, а также на местности со сложным рельефом и большим количестве одновременно работающих средств актуальным является исследование вопроса влияния количества наложившихся друг на друга сигналов на вероятности правильного обнаружения и различения принятых сигналов.

Целью данной работы является оценка зависимостей вероятностей обнаружения и различения широкополосных сигналов от количества наложившихся сигналов соседних абонентов, являющихся помеховыми.

В работе рассматриваются сигналы с бинарной фазовой манипуляцией, состоящие из импульсов ШПС с базой 127. В начале каждого сигнала передается синхрогруппа, состоящая из M -последовательностей, которая используется для обнаружения сигналов и синхронизации приемника. После синхрогруппы передается информационная группа, состоящая из M -последовательностей, просуммированных по модулю два с кодами Уолша.

В процессе компьютерного моделирования предполагалось, что время анализа для задачи обнаружения и различения равно длительности одного сигнала. Различение проводилось для всех правильно обнаруженных импульсов. Исследуемые сигналы имели амплитудное распределение по закону Релея, а время прихода было распределено по закону Пуассона. Для имитации среды распространения к сигналам добавлялся аддитивный белый гауссовский шум, отношение сигнал шум составляло не более 0дБ.

На рис. 1 приведены зависимости вероятности обнаружения и ошибки различения широкополосных сигналов от количества посланных сигналов.

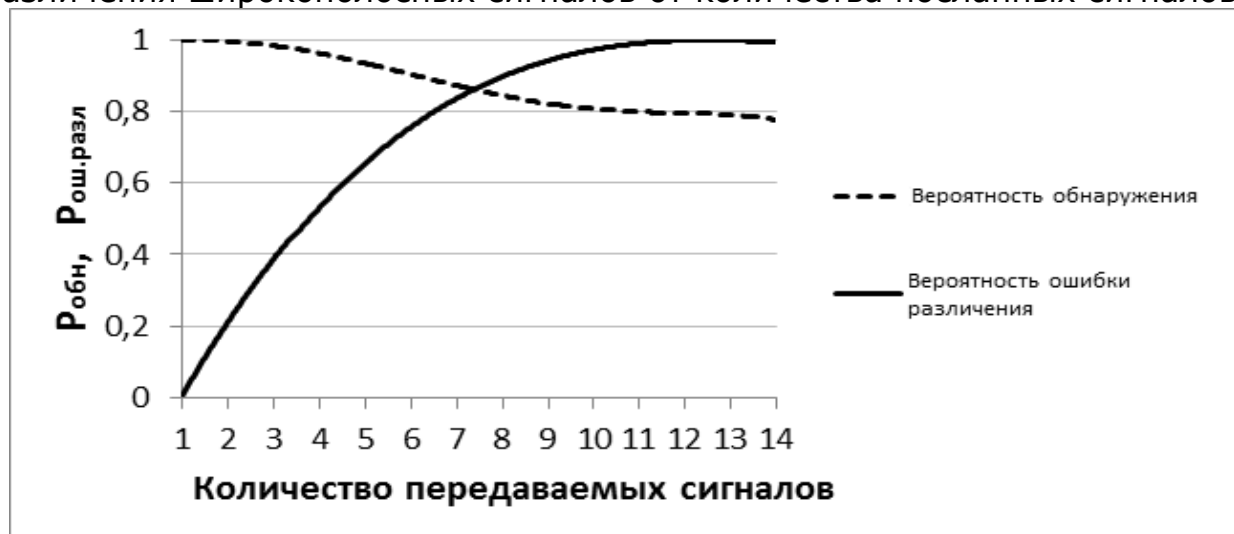


Рис.1 - Зависимость вероятности обнаружения и ошибки различения широкополосных сигналов от количества передаваемых сигналов

Из графика рис. 1 видно, что с увеличением количества передаваемых (наложившихся друг на друга) сигналов, вероятность обнаружения переданного сигнала, а в частности синхрогруппы ШПС уменьшается. Также по рис. 1 можно заметить, что вероятность ошибки различения увеличивается с увеличением количества наложившихся сигналов.

Таким образом, чем больше количество одновременно наложившихся сигналов ШПС, тем меньше вероятность их обнаружения. Вероятность ошибки различения сигналов резко увеличивается при росте количества наложившихся сигналов. Полученные зависимости позволяют обосновать количество линеек корреляторов для различения наложившихся сигналов, которые должны быть заложены в устройство цифровой обработки ШПС.

Библиографический список

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.
2. Perry J. Kaufman Smarter Trading: Improving Performance in Changing Markets — McGraw-Hill, Inc. — 1995—257 p. — ISBN 0-07-034002-1.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКВАЛАЙЗЕРОВ ДЛЯ УЗКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА

М.О. Исаев

Научный руководитель – Овинников А.А.,
научный сотрудник

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривает ряд проблемных вопросов, связанных с проектированием эквалайзера, который будет использоваться в узкополосных системах передачи данных.

Разброс задержек принятия копий сигнала при многолучевом распространении – основная причина для возникновения межсимвольной интерференции (МСИ), для борьбы с которыми на приёмной стороне используется эквалайзинг или коррекция канала.

В большей степени влиянию МСИ подвержены высокоскоростные беспроводные каналы связи из-за большого разброса задержек при передаче информации.

Схемы эквалайзинга должны балансировать между уменьшением влияния разброса задержек на канал и увеличении шума при прохождении сигнала через эквалайзер. Так как характеристики беспроводного канала связи меняются со временем, то эквалайзер должен уметь настраиваться и отслеживать параметры этого канала – этот процесс называют адаптивным выравниванием (эквалайзингом).

Методы эквалайзинга подразделяются на две основные группы: линейные и нелинейные. Линейные проще в реализации, но при этом сильнее увеличивают уровень шума, поэтому в большинстве систем беспроводной связи они не используются. Нелинейные выравниватели сложнее в реализации, но в определённых условиях могут показывать результаты лучше, чем корректоры на основе линейных алгоритмов.

Так же эквалайзеры могут различаться по структурам конструирования: решетчатые и поперечные. Поперечная структура обычно представляет собой фильтр с $N - 1$ элементами задержки и N ответвлениями, в которых используются комплексные взвешивающие коэффициенты. Решетчатая структура в большинстве своем имеет большую вычислительную устойчивость и гибкость в целом, по сравнению с поперечными структурами, но это сказывается на сложности их реализации.

Так же адаптивные эквалайзеры могут быть классифицированы на основе используемых алгоритмов обновления коэффициентов ответвлений фильтра в процессе настройки и слежения (Рис. 1).

При практической реализации адаптивных эквалайзеров стоит учитывать критерии качества, на основе которых нужно выбрать подходящий алгоритм обновления коэффициентов.

Например, алгоритм минимальной среднеквадратической ошибки (MMSE) при нахождении оптимальных коэффициентов (весов) должен осуществить от N^2 до N^3 операций умножения за один такт. При большой сложности реализации, алгоритм обеспечивает очень быструю сходимость.

Более простым решением является алгоритм наименьшего среднеквадратического отклонения СКО (LMS). В этом алгоритме вектор весов обновляется линейно. При этом алгоритм проще в реализации чем MMSE, так как для обновления коэффициентов требуется всего около $2N + 1$ операций умножений за одну итерацию.

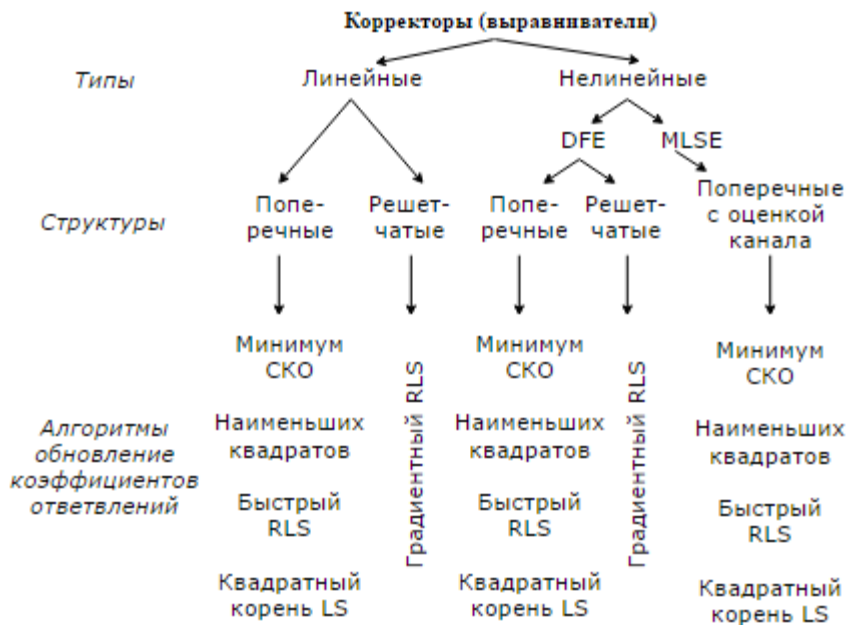


Рис. 1 – Классификация корректоров канала

Другие алгоритмы, такие как метод наименьших квадратов (RLS), квадратного корня из наименьших квадратов и быстрый алгоритм Калмана – являются компромиссами между сложностью реализации и эксплуатационными показателями, находящимися между алгоритмом LMS (медленная сходимость и низкая сложность) и алгоритмом MMSE (быстрая сходимость и высокая сложность).

Таблица 1 – Алгоритмы обновления коэффициентов и показатели качества

Алгоритм \ ПК	Сложность реализации	Время сходимости	Вычислительные затраты
1	0,15	Медленное ($>10NT_s$)	$2N+1$
2	0,9	Быстрое ($\sim NT_s$)	От N^2 до N^3
3	0,7	Быстрое ($\sim NT_s$)	$2,5N^2 + 4,5N$
4	0,35	Быстрое ($\sim NT_s$)	$20N+5$
5	0,64	Быстрое ($\sim NT_s$)	$1,5N^2 + 6,5N$

1 – LMS (алгоритм наименьшего среднеквадратического отклонения)

2 – MMSE (минимум среднеквадратической ошибки)

3 – RLS (алгоритм корня наименьших квадратов)

4 – Быстрый алгоритм Калмана с решающей обратной связью DFE

5 – Алгоритм квадратного корня LS с решающей обратной связью DFE

T_s – время передачи одного символа

N – количество ответвлений фильтра

Библиографический список

1. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. – Москва: Техносфера, 2011. – 904с.
2. Сляк Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – Москва: Издательский дом «Вильямс», 2003 – 1104с.
3. Прохис Д. Цифровая связь. – Москва: Радио и связь, 2000 – 800с.

К ВОПРОСУ О ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВОГО TV В ФОРМАТЕ UHD

О.В. Некрасова

Научный руководитель – Салтыков Е.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время популярными при просмотре фильмов являются форматы HD и Ultra HD.

"HD" является сокращением High-Definition, либо "HDTV" - High-Definition Television, и переводится с английского как Телевидение высокой четкости либо Телевидение в высоком разрешении. Это набор стандартов для разложения видео- и аудиосигнала.[1] Популярные форматы стандартов высокой чёткости (HD) на сегодня это: **720p**: 1280×720 точек, прогрессивная развёртка, отношение сторон 16:9, частота — 24, 25, 30, 50 или 60 кадров в секунду **1080i**: 1920×1080 точек, чересстрочная развёртка, отношение сторон 16:9, частота — 50 или 60 полей в секунду; **1080p**: 1920×1080 точек, прогрессивная развёртка, отношение сторон 16:9, частота — 24, 25 или 30 кадров в секунду.[2]

Ultra HD — это цифровой формат сверхвысокой четкости. В зависимости от типа формата, изменяется и разрешение. На сегодняшний момент суще-

ствует два формата: 4K Ultra HD (разрешение 3840 × 2160 пикселей) и 8K Ultra HD (разрешение 7680 × 4320 пикселей).

Появление Ultra HD следствие нового принятого видеостандарта. В будущем вещание UHDTV будет вестись по стандарту ITU-R Recommendation BT.2020 (Rec. 2020). Full HD называется Rec. 709. Новый стандарт Rec. 2020 подразумевает характеристики изображения:

1. Разрешение 3840 × 2160 (4K) или 7680 × 4320 (8K) пикселей.
2. 10/12-битная глубина цвета на каждый канал.
3. Цветовая субдискретизация 4:2:0, 4:2:2 или 4:4:4.
4. Прогрессивная развертка 60—120 кадров в секунду.
5. Широкий цветовой охват Rec. 2020 (75,8% от пространства CIE).

Сравнение со стандартом HDTV (Rec. 709) (известным как Full HD):

1. Разрешение 1280 × 720 (HD) или 1920 × 1080 (FHD) пикселей.
2. 8-битная глубина цвета на каждый канал.
3. Цветовая субдискретизация 4:2:0.
4. Прогрессивная развертка до 60 кадров в секунду.
5. Цветовой охват Rec. 709 (35,9% от пространства CIE 1931).

При сравнении Ultra HD против Full HD Если рассматривать как стандарты Rec. 2020 против Rec. 709 то получаем:

- в 4 или более раз высокое разрешение;
- от 4-х до 16-ти раз большую глубину цвета по каждому каналу;
- в два раза большую частоту;
- более чем двукратное увеличение охвата цветового спектра.[3]

Повышение качества телевидения ведет к последствиям, например к увеличению количества шумов. Шумы возникают по ряду причин:

1. Шумы от антенны.
2. Шумы связанные с природным воздействием.
3. Шумы от обтекателя.
4. Шумы от рупора конвертора. Необходимо правильное расположение рупора, чтобы сигналы фокусировались в фазе.

Так же, помимо шумов и природы их возникновения необходимо знать ширину полосы приемника. В согласованном режиме:

$$P_{ш\text{ вх.}} = kT\Delta F_{ш}$$

где $\Delta F_{ш}$ - полоса приемника, через которую шум идет в нагрузку.[4]

Поэтому необходимо знать насколько расширяется полоса и какими средствами можно обеспечить устойчивый стабильный прием TV-сигналов со спутника.

Обеспечению Ultra HD в реальных погодных условиях и увеличению числа транслируемых сигналов достигается путем сбалансированного решения задач:

1. Увеличение мощности транспондера на борту спутника.
2. Увеличение диаметра антенны.
3. Точность обработки зеркала антенны, обеспечивающее синфазную фокусировку отраженного сигнала.
4. Повысить точность расположения рупора конвертора в фокусе зеркала антенны, также ориентацию рупора по отношению к зеркалу.

Одним из самых важных параметров является коэффициент шума УРЧ. Применение новых технологий ведет к расширению полосы пропускания и

увеличению скорости приема сигналов, что ставит в необходимость задачу снижения коэффициента шума. Для снижения данного параметра необходимо:

1. Правильное построение каскада транзисторов.
2. Малошумящая схемотехника каскада.
3. Обеспечение в первых каскадах усилителя радиочастоты рассогласования по мощности, обеспечивающее согласование по шумам, т.е. «минимуму шума».

Библиографический список

1. Бесплатные уроки. [pф/index.php/partners.html](http://index.php/partners.html)
2. [Электронный ресурс] <http://www.aliveinternet.ru/post138026231/>
3. [Электронный ресурс] <http://compua.com.ua/standard-rec-2020-4k-uhd-de-cription.html>
4. Н.З.Шварц. Линейные транзисторные усилители СВЧ. –М.: «Советское радио» 1980. – 368с.

МОДУЛИРОВАННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОЙ АУТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

А.О. Харламова

Научный руководитель – Мамонов С.С.

д.ф.-м.н., проф.

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В работе рассматривается система частотно-фазовой автоподстройки частоты (ЧФАПЧ) [1–8], математическая модель которой определяется системой дифференциальных уравнений [3–5]

$$\dot{x} = Ax + b\varphi(\sigma) + d \frac{2kc^T x}{1 + \tau^2 (c^T x)^2}, \quad \dot{\sigma} = c^T x \quad (1)$$

где $x, b, c, d \in R^2$, $k, \tau \in R$, $\varphi(\sigma)$ – Δ -периодическая непрерывно-дифференцируемая функция. Для системы ЧФАПЧ решается задача нахождения колебательных режимов, которые в свою очередь определяются предельными циклами первого рода системы (1). Теоретическому исследованию динамики систем ЧФАП посвящена обширная литература [1–8], основные результаты направлены на определение режимов синхронизации, которые являются рабочими режимами для системы ЧФАП. Нахождение синхронных режимов связано с условиями глобальной устойчивости и определением областей притяжения состояний равновесия системы (1). Менее изученными являются условия реализации колебательных режимов, которые связаны с нарушением устойчивости состояния равновесия, соответствующего режиму синхронизации и образованию устойчивого предельного цикла вокруг этого состояния равновесия. При исследовании системы (1) в работе используются результаты, полученные в [6–8].

В данной работе с использованием принципа тора и метода нелокального сведения сформулированы условия существования предельных циклов первого рода для системы (1) и определена область фазового пространства, содержащая цикл.

Для системы (1) разработан алгоритм, реализованный в системе Maple, для проверки условий существования колебательных циклов системы (1), позволяющий определить в фазовом пространстве исходной системы область, содержащую начальные условия предельного цикла первого рода.

Полученные результаты позволяют использовать систему ЧФАПЧ как генератор модулированных колебаний, а также определять условия существования квазисинхронных режимов фазовых систем.

Библиографический список

1. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки частоты. М.: Связь, 1972.
2. Леонов Г.А., Буркин И.М., Шепелявый А.И. Частотные методы в теории колебаний. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992.
3. Матросов В.В., Шалфеев В.Д. Динамический хаос в фазовых системах. Нижний Новгород, 2007.
4. Шалфеев В.Д. К исследованию нелинейной системы частотно-фазовой автоподстройки частоты с одинаковыми интегрирующими фильтрами в фазовой и частотной цепях // Радиофизика. 1969. Т.12, №7. С. 1037-1051.
5. Пономаренко В.П., Матросов В.В. Сложная динамика автогенератора, управляемого петлей частотной автоподстройки // Радиотехника и электроника. 1997. Т.42, №9. С. 1125-1133.
6. Мамонов С.С., Харламова А.О. Влияние частотного кольца системы фазовой автоподстройки на условия существования циклов второго рода. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2014. Т. 14. № 5. С. 55-60.
7. Мамонов С.С., Харламова А.О. Отделение циклов второго рода системы частотно-фазовой автоподстройки частоты. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2015. Т. 15. № 3. С. 97-102.
8. Мамонов С.С., Харламова А.О. Квазисинхронные режимы фазовой системы // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 56. С. 45-51.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТАКТОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ. ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА.

И.А. Холмогорцев

Научный руководитель – Овинников А.А.

научный сотрудник

Рязанский государственный радиотехнический университет

Тактовая синхронизация является необходимым условием работы оптимального приемника цифровых сигналов независимо от его функциональной схемы. Тактовая частота приемника должна быть синхронизирована с тактовой частотой принимаемого цифрового сигнала с точностью до фазы, то есть момент начала интегрирования при корреляционном приеме (или момент отсчета значения сигнала на выходе согласованного фильтра) должен точно совпадать с началом очередного импульса принимаемого циф-

рового сигнала. Устройство тактовой синхронизации должно компенсировать разность частот тактовых генераторов передатчика и приемника (согласовать временной интервал интегрирования с длительностью принимаемого импульса) и неопределенность времени распространения сигнала от передатчика до приемника (согласовать абсолютное время начала обработки принимаемого сигнала). Общая классификация систем символьной синхронизации приведена на рисунке 1.

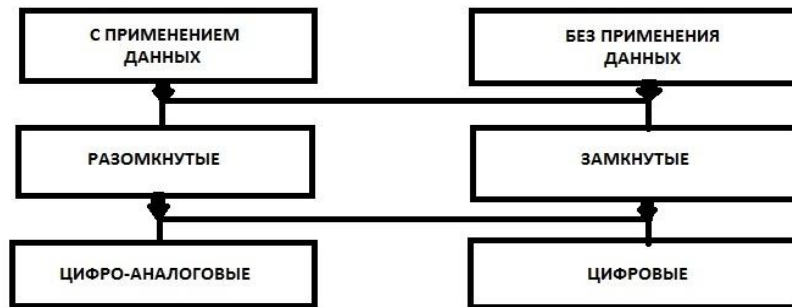


Рис. 1 — Разновидности систем тактовой синхронизации

Если о переданной информационной последовательности ничего не известно, то используются синхронизаторы **без применения данных**. Если в процессе синхронизации используется информация о переданном информационном потоке, то имеют место к применению синхронизаторы **с применением данных**. **Разомкнутые синхронизаторы** (нелинейные синхронизаторы на фильтрах) – выделяют копию тактовых импульсов непосредственно из информационного потока. Синхронизаторы этого класса генерируют частотный компонент со скоростью передачи символов, пропуская поступающий узкополосный сигнал через последовательность фильтра и нелинейного устройства. С этапами обработки сигналов, с применением данного синхронизатора, связана аппаратная задержка, однако если для полосового фильтра, использующегося в схеме принятое отношение сигнал-шум велико, метод приведет к точной символьной синхронизации. Основным **недостатком** разомкнутых символьных синхронизаторов является наличие неустранимой ошибки сопровождения с ненулевым средним. **Замкнутые синхронизаторы** — синхронизируют локальный генератор приемника с поступающим сигналом. Они точнее, чем разомкнутые символьные синхронизаторы, но сложнее и дороже. Среди наиболее популярных замкнутых символьных синхронизаторов можно выделить синхронизатор с опережающим и запаздывающим стробированием. Величина времени интегрирования может быть от половины до практически всего периода передачи символа, но не меньше половины. Компромисс достигается между объемом проинтегрированного шума и интерференцией в стробе, с одной стороны, и длительностью сигнала, с другой. **Недостатки** замкнутого символьного синхронизатора: 1)Предполагается, что до и после рассматриваемого символа происходит изменение состояния. Если переходов через нуль нет, то опережающее и запаздывающее интегрирование приведет к одинаковым результатам. То есть, если нет изменения информационного состояния, сигнал рассогласования не генерируется; 2)Создать два абсолютно идентичных интегратора невозможно, поэтому возможен уход синхронизации при наличии продолжительных последовательностей

одинаковых информационных символов. Ниже приведена таблица (таблица 1), в которой указаны все разновидности разомкнутых и замкнутых синхронизаторов.

Таблица 1 — Разновидности разомкнутых и замкнутых синхронизаторов

Разомкнутые синхронизаторы		Замкнутые синхронизаторы	
По типу нелинейного элемента	С использованием согласованного фильтра	По типу детектора	Максимального правдоподобия
			С опережающим и запаздывающим стробированием
	С использованием задержки и умножения		Детектор перехода через 0
	С использованием дифференцирования и спрямления		Детектор Гарднера
			Детектор Миллера и Мюллера

Для качественного распределения полезности каждой из разновидностей синхронизаторов можно выделить следующие **критерии**, по которым будет происходить оценка: количество операций, которое необходимо для реализации данной системы; СКО временной ошибки; инерционность системы; сложность практической реализации.

Библиографический список

1. *Скляр, Бернард*. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение = Digital Communications: Fundamentals and Applications. — 2 изд. — М.: "Вильямс", 2007.
2. *Галкин В.А.* Цифровая мобильная радиосвязь. Учебное пособие для вузов — М.: Горячая линия-Телеком, 2007. — 432 с., ил.
3. *Michael Rice*. Digital Communications: A Discrete-Time Approach — 2009.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМА ПОДАВЛЕНИЯ ДРОЖАНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СОЗВЕЗДИЙ ОСОБЫХ ТОЧЕК

И.В. Косткин, А.В. Елютин

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе [1] было представлено описание алгоритма подавления дрожания видеоизображения. Алгоритм позволяет значительно снизить влияние эффекта дрожания на качество видеопоследовательности, однако он не лишен недостатков. Одним из таких недостатков является неэффективное применение детектора при определении пар особых точек [2] на соседних кадрах. В данной работе предлагается вариант улучшения алгоритма по-

давления дрожания для снижения числа вычислений при сохранении работоспособности применяемого метода.

При наличии дрожания видеопоследовательности происходит быстрое изменение сцены, которое, как правило, имеет небольшую амплитуду смещения относительно ширины и высоты кадра. На основе этого имеется возможность использовать информацию о расположении особых точек из ранее обработанной последовательности кадров. Среди априорно известных параметров при применении процедуры детектирования к поступившему в обработку кадру следует выделить:

- координаты центра области поиска точечных особенностей изображения;
- размер фильтра, с помощью которого предположительно будет обнаружена особая точка в области поиска;
- размер области поиска на основе размера применяемого фильтра.

Для этого используется процедура построения созвездий особых точек.

1. Производится выбор некоторого количества связанных особых точек из всего набора обнаруженных особых точек кадра f , образующих созвездие $C_f(1..N)$, где N - число точек созвездия.

2. Осуществляется локальное детектирование в области поиска, центр которой соответствует координатам точки $C_f(1)$:

$$C_{f+1}(1) = FH[(C_f(1)_x - w/2) .. (C_f(1)_x + w/2), (C_f(1)_y - h/2) .. (C_f(1)_y + h/2)],$$

где $FH[x_1..x_2, y_1..y_2]$ – локальное детектирование с помощью Fast-Hessian [2] в области с координатами $[x_1..x_2, y_1..y_2]$, $C_f(k)_x, C_f(k)_y$ – координаты k -й точки созвездия по горизонтальной и вертикальной осям, h, w – высота и ширина окна (локальной области) поиска.

3. Уточняются координаты для всех последующих точек созвездия $C_f(k), k=1..N$, каждая вершина которого будет являться центром области поиска соответствующих особенностей кадра $(f+1)$. Вводятся повышенные пороговые значения при вычислении гессианов, так как в сопоставлении участвует ограниченное число особых точек. Это позволяет повысить надежность детектирования по критерию повторяемости. Детектирование особенностей, претендующих на соответствие производится локально и с известным размером бокс-фильтров [2].

4. С помощью дескрипторов SURF [2] производится проверка на соответствие особых точек принадлежащих созвездию f -го кадра и особых точек, обнаруженных внутри областей поиска $(f+1)$ -го кадра.

6. По сопоставленным парам особых точек f -го и $(f+1)$ -го кадров определяется модель трансформации кадра для четырех степеней свободы: масштабирование, поворот и смещение в вертикальном и горизонтальном направлениях (модель SRT – scaling, rotation, translation) [3] в виде матрицы:

$$T_{SRT} = \begin{bmatrix} s \cdot \cos(\Theta) & -s \cdot \sin(\Theta) & \Delta_x \\ s \cdot \sin(\Theta) & s \cdot \cos(\Theta) & \Delta_y \end{bmatrix},$$

где s – масштаб, Θ – угол поворота, Δ_x – смещение по горизонтальной оси, Δ_y – смещение по вертикальной оси. Полученная матрица преобразования используется для трансформации кадра.

7. Созвездие особых точек C_f кадра f , обновляется набором особых точек кадра $(f+1)$. Если данного количества сопоставленных точек недостаточно для обновления созвездия, производится детектирование особых точек на всем кадре, поступившем в обработку, и из их множества составляется новое созвездие.

Эффективность применения алгоритма построения созвездий оценивалась исходя из числа вычислений Гессияна на кадре, полученном из тестовой видеопоследовательности с дрожанием. При одинаковом числе сопоставленных особых точек, число вычислений Гессияна сократилось в 3 раза по сравнению с прямым детектированием на всем изображении [3].

Библиографический список

1. Елютин А.В. Программный алгоритм устранения дрожания видеоизображения. // XX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях» (НИТ-2015), г. Рязань, РГРТУ, 2015, материалы конференции, с. 124-124
2. H. Bay, T. Tuytelaars, L. van Gool SURF: Speeded Up Robust Features. – Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision, Springer LNCS vol 3951, part 1, 2006. pp.404–417.
3. Косткин И.В., Елютин А.В. Метод математической обработки видеоданных с целью устранения дрожания кадра // XXVII Международная научно-техническая конференция «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-28), г. Рязань, РГРТУ, 2015, материалы конференции, с. 113-115.

МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ГРУБОЙ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОГО РАССОГЛАСОВАНИЯ АЛГОРИТМА СИНХРОНИЗАЦИИ MINN С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОБНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

И.В. Лукашин

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современных системах передачи данных, использующих технологию OFDM (Orthogonal frequency-division multiplexing) для решения проблемы высокой чувствительности к ошибкам временной и частотной синхронизации широко используются алгоритмы синхронизации, основанные на периодической передаче специальной синхронизирующей последовательности – преамбулы. Наиболее широкое распространение получил алгоритм синхронизации, предложенный Schmidl T. и Cox D [1]. Дальнейшим развитием этого подхода стал алгоритм, представленный в работе [2] (Minn), основанный на использовании преамбулы, состоящей из нескольких блоков, взвешенных некоторой бинарной последовательностью. Предложенные

структура преамбулы и метод грубой (предварительной) оценки временного рассогласования позволяют существенно снизить дисперсию оценки временного рассогласования. Дальнейшее повышение эффективности алгоритма Minn при функционировании в условиях низкого отношения сигнал-шум возможно при модификации метода грубой (предварительной) оценки временного рассогласования.

В работе предлагается модификация метода грубой (предварительной) оценки временного рассогласования (ОВР) алгоритма Minn, состоящая в применении в качестве преамбулы последовательности Задова-Чу и в использовании в функции правдоподобия оценки спектра дробного преобразования Фурье от анализируемого участка сигнала, что позволяет увеличить точность ОВР при низких отношениях сигнал-шум.

Как было отмечено выше, в алгоритме Minn преамбула имеет блочную структуру вида

$$\mathbf{S} = [p(0) \times \mathbf{A}, p(1) \times \mathbf{A} \dots p(L-1) \times \mathbf{A}], \quad (1)$$

где $\mathbf{A} = \{a(n)\}_{n=1}^{N_1}$ – блок преамбулы, состоящий из значений псевдослучайной последовательности $a(n)$, $N_1 = N/L$ – количество отсчетов в блоке, N – количество отсчетов в преамбуле, L – количество блоков, p – модулирующая последовательность. Метод грубой ОВР основывается на вычислении функции правдоподобия (метрики) $M(\delta)$ [2].

В качестве псевдослучайной последовательности $a(n)$ используются полифазные последовательности Задова-Чу, получившие широкое применение при решении задач временной и частотной синхронизации в современных системах передачи данных. В работе [3] показана эффективность использования дробного преобразования Фурье (ДрПФ) для обработки преамбулы, построенной на основе последовательностей Задова-Чу, на этапе грубой ОВР в условиях многолучевого распространения и низкого отношения сигнал-шум. Поскольку, ДрПФ обеспечивает существенную локализацию спектра последовательностей Задова-Чу, являющихся частным случаем дискретной формы представления сигналов с линейной частотной модуляцией.

С учетом структуры преамбулы алгоритма Minn и особенностей использования ДрПФ [3] метод грубой ОВР имеет следующий вид

$$M(\delta) = \max_u \left(\prod_{k=0}^{L-1} [C_{a,\delta}^k(u) \times D_{a,\delta+N_1/2}^k(u)] \right), \quad (2)$$

где $C_{a,\delta}^k(u) = \text{FrFT}_a \{R_\delta^k(n)\}$, $D_{a,\delta}^k(u) = \text{invp}(C_{a,\delta}^k(u))$, $R_\delta^k(n) = \{r(n)\}_{n=\delta}^{\delta+N_1/2+(k+1)N_1}$ – матрица-строка отсчетов принимаемого сигнала, $\text{FrFT}_a(\cdot)$ – оператор ДрПФ, a – порядок ДрПФ (для последовательностей Задова-Чу $a=1,5$), $r(\cdot)$ – сигнал на входе устройства обработки, $\text{invp}(\cdot)$ – оператор инверсии порядка матрицы-строки.

Исследование предложенного метода грубой оценки временного рассогласования проводилось в условиях многолучевого распространения и низкого отношения сигнал-шум (ОСШ). В качестве модели многолучевого распространения радиоволн выбрана 16-лучевая модель с экспоненциальным

распределением мощности по задержке, используемая в работах [1, 2]. Имитационное моделирование предложенного метода грубой ОВР проводилось для преамбулы длиной $N = 256$ отсчетов, модулирующей последовательности $p = [1 \ -1 \ 1 \ 1]$, частоты дискретизации 20 МГц и величины циклического префикса 32 отсчета. Оценка временного рассогласования осуществлялась по максимуму функции правдоподобия.

Полученные результаты показали, что при отсутствии многолучевого распространения использование предложенного метода грубой ОВР приводит к уменьшению требуемого ОСШ на 4 дБ при среднеквадратической ошибки ОВР 10^3 отсчетов² по сравнению с методом предложенным в алгоритме Minn. При дальнейшем увеличении ОСШ выигрыш только увеличивается. В условиях многолучевого распространения при минимальном значении среднеквадратической ошибки ОВР (16 отсчетов²) предложенный метод обеспечивает выигрыш в ОСШ 8 дБ. При среднеквадратической ошибки ОВР 10^3 отсчетов² выигрыш составлял 5,5 дБ.

Библиографический список

1. Schmidl T.M., Cox D.C. Robust Frequency and Timing Synchronization for OFDM // IEEE Trans. Communications. 1997. vol. 45. no 12. pp. 1613-1621.
2. Minn H, Bhargava V.K., Ben Letaief K. A Robust Timing and Frequency Synchronization for OFDM Systems // IEEE Transactions on Wireless communications. 2003. vol. 2. no. 4. P. 822-838.
3. Бакке А.В., Лукашин И.В. Усовершенствованный алгоритм временной синхронизации с использованием дробного преобразования Фурье // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 4-1 (54). С. 20-24.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ

В.Т. Дмитриев, А.Д. Суздальцев

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

IP-телефония является одним из наиболее распространенных способов обеспечения связи, в котором используется сравнительно недорогой метод установки IP-АТС и передачи информации по сетевому кабелю. По прогнозам Cisco трафик, проходящий по сетям IP в России за 2015 по 2020 гг. утроится, при темпах прироста 25%. Таким образом, превысив в 281 раз объем всего российского Интернета за 2005 г. [1].

В силу возрастающей популярности все острее встает вопрос о конфиденциальности разговора и общей безопасности IP-телефонии. Поэтому для эффективного проектирования сети IP необходимо составить методику, по которой возможно построить сеть связи, позволяющую в любое время получить требуемую информацию с необходимой пользователю степенью защиты и совершить звонок с заданным качеством передачи речевого сигнала (РС).

Использование алгоритма Хургина-Яковлева позволяет улучшить защищенность, повысить быстродействие и увеличить качество восстановленного РС. Это позволит представить сигнал в виде совокупности отсчетов сигнала и его $N-1$ производных, взятых с частотой дискретизации f_d . Увеличивается количество видов защищенной передачи. Возможно два способа организации IP сетей связи на основе представления Хургина-Яковлева.

Первый способ обеспечивает дополнительную помехоустойчивость передаваемой информации за счет передачи отсчетов сигнала его производных по разным каналам с использованием различных систем передачи информации. При этом возможно частичное подавление шумов в каналах связи за счет обработки в приемнике отсчетов, принятых по нескольким независимым каналам связи.

Второй способ обеспечивает дополнительную защиту РС. Создается сигнал, состоящий из следующих друг за другом выборок отсчетов сигнала и производной. Это приводит к дополнительному скрыванию РС, что в сочетании с известными алгоритмами маскирования повышает уровень защиты и уменьшает остаточную разборчивость РС.

Таким образом, применение представления Хургина-Яковлева в сетях связи позволит обеспечить защиту РС, а также позволяет повысить помехоустойчивость передаваемого РС.

Библиографический список

1. Cisco VNI Forecast and Methodology 2015-2020 [Электронный ресурс] // White paper. -2016. Режим доступа: <https://goo.gl/0ep4aN> (дата обращения 23.09.2016).

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОКАНАЛА ПРИ ПРИЕМЕ OFDM СИГНАЛОВ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

Е.В. Шатилов

Научный руководитель – Бакке А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время, для сетей передачи данных предъявляются высокие требования к скорости передачи информации и к качеству услуг, предоставляемых данной системой. Не стали исключением и системы связи, средней передачи которых является радиоканал. Для удовлетворения данных потребностей, широко используется ортогональное частотное мультиплексирование OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Суть метода заключается в том, чтобы расположить набор подканалов не создавая помех друг другу, и, в тоже время, увеличить спектральную эффективность системы, осуществив перекрывание спектров соседних подканалов. Такая реализация позволяет эффективно бороться с межсимвольной интерференцией, которая является одной из основных проблем в системах подвижной связи.

Важную роль в приеме OFDM сигналов играет так называемый эквалайзинг. Эквалайзинг – это метод, используемый в системах с временным разделением каналов для компенсации межсимвольных искажений. Задача

эквалайзинга имеет важную роль в настоящих системах связи, потому что оценка характеристик канала связи влияет на качество принимаемого сигнала [1]. Чем эффективнее решается данная задача, тем более качественную услугу можно предоставить пользователю. Естественно, что под эффективностью реализации подразумевается не только повышение уровня схожести исходного и принятого сигнала, но и решение задачи эквалайзинга с минимальным количеством затрат.

Оценка канала связи осуществляется по пилот-сигналам. Пилот - сигналы - это выделенные поднесущие, которые используют для оценки радиоканала, а также для решения задач синхронизации.

В зависимости от расположения пилот – сигналов применяют разные методы оценки характеристик КС: блочного типа, гребень и решетка.

Кроме различных способов расположения пилот – сигналов, существуют разнообразные способы интерполяции такие как линейная интерполяция, кубическая интерполяция, интерполяция сплайнами.

В данном докладе будут рассмотрены все вышеперечисленные методы расположения пилот – сигналов. Проанализированы достоинства и недостатки каждого из них.

Также, с помощью пакет прикладных программ MATLAB версии R2015b, рассмотрены модуляторы различных профилей OFDM сигналов таких как: профиль Wi-Fi (64 поднесущих с фиксированным расположением пилот – сигналов), профиль 128 поднесущих с фиксированным расположением пилот – сигналов, а также профили 64 и 128 поднесущих с рассеянными пилот – сигналами [2].

Реализованы различные методы интерполяции для выше перечисленных профилей.

Библиографический список

1. А.В. Рашич Сети беспроводного доступа WiMax// Издательство политехнического университета//С.Пб.-2011- С.123-130.
2. Yong Soo Cho,Jaekwon Kim,Won Young Yang,Chung G. Kang MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB//Wiley.-2010- С.187-206.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ГАУССОВЫХ СМЕСЕЙ

Д.И. Лукьянов, А.С. Михайлова

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача идентификации человека по голосу была поставлена более 40 лет назад, но исследования в этой области продолжаются и в настоящее время [1]. За последние годы наблюдается значительное повышение качества обработки речевой информации, однако основная проблема автоматической идентификации диктора по голосу еще далека от решения. Именно поэтому актуальны как исследования уже существующих алгоритмов, так и поиск новых решений в данной области.

Существует три основных подхода к решению задачи идентификация человека по голосу [2].

Первый подход основывается на выделении векторов характерных свойств из речевого сигнала (РС) с учетом особенностей восприятия звука человеческим ухом и включает в себя анализ несущих частот и выравнивание сигнала по громкости.

Второй подход основан на выделении и анализе РС из смеси зашумленного сигнала на входе системы распознавания. Различие поступающих в систему зашумленных РС от шаблонов, полученных в ходе обучения незашумленными РС, является основной причиной неустойчивости работы систем идентификация человека. Целью подхода является уменьшение этого различия.

Третий подход основан на использовании многомерных пространств. Основной идеей этого подхода является определение линейного отображения, которое минимизирует значение функции стоимости.

На данный момент существует большое количество методов, позволяющих решать задачу идентификации человека по голосу. Тем не менее, одним из наиболее эффективных методов является модель гауссовых смесей, которая взята за основу в рамках данной работы.

Модели гауссовых смесей хорошо себя зарекомендовали в качестве стохастической модели для построения систем распознавания. Они удобны не только для моделирования характеристик голоса диктора, но и канала звукозаписи и окружающей среды. Отдельные компоненты модели могут описывать некоторое множество акустических признаков. Каждая из компонент модели отражает некоторые общие, а также индивидуальные для каждого диктора особенности голоса.

Именно поэтому данный подход можно успешно применять для решения задачи идентификации диктора.

В эксперименте принимали участие 9 дикторов, каждый из которых произносил по 9 фраз. Общее число реализаций 81. Записи производились в одно и то же время дикторами, находящимися в спокойном состоянии, что позволяет свести к минимуму ошибки, возникающие из-за изменения голоса диктора под действием внешних факторов. В качестве тестовых фраз выступали акустически взвешенные записи, рекомендованные ГОСТ Р 50840-95. Частота дискретизации составляла 8 кГц, разрядность квантования – 16 бит. Продолжительность обучающего и тестового высказывания примерно 3-5 с. Для определения оптимального числа компонент сравнивались модели с числом компонент 2,3,4,5,6,7,8.

В результате проведения эксперимента установлено, что наиболее эффективное число компонент равно 5, так как с дальнейшим увеличением числа компонент увеличение вероятности идентификации человека по РС пренебрежимо мало, в то время как уменьшение числа компонент приводит существенному снижению вероятности идентификации. Предложенная реализация алгоритма на основе модели гауссовой смеси позволяет производить корректную идентификацию с вероятностью до 75 %.

Библиографический список

1. Doddington George. Speaker recognition: Identifying people by voice // TIIR. – 1985. – № 11 (73). – С. 129–146.

2. Rabiner L. A. tutorial on hidden markov models and selected applications in speech recognition. 1989. P. 257–286.

ЗАДАЧА ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КАДРА ИЗ ПОТОКА ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

П.С. Писака

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет,
Филиал АО «Ракетно-космический центр «Прогресс» -
Особое конструкторское бюро «Спектр»**

Для автоматизации испытаний ракетно-космической техники (РКТ) используются различные системы. Несмотря на все многообразие решаемых данными системами задач, функции этих систем в значительной степени пересекаются. Особую роль в таких системах играет процедура монтажа единого носителя телеметрической информации (ТМИ), которая заключается в повышении качества ТМИ бортовой системы телеметрических измерений, принятой различными наземными малогабаритными приемно-регистрирующими станциями (МПРС).

Решение задачи выделения телеметрического кадра из зарегистрированного файла ТМИ является одним из этапов этой процедуры [1]. Файлы ТМИ имеют одинаковую структуру. Структурной единицей ТМИ является кадр. Кадр состоит из информационных и служебных каналов. Информационные каналы содержат измерительную информацию с датчиков, установленных на борту изделия. Через служебные каналы передаются маркеры, по значениям которых можно судить о правильности структуры принятой ТМИ.

При передаче по каналу связи на ТМИ воздействуют помехи, что приводит к искажению как информационных, так и маркерных слов, а следовательно, к искажению структуры зарегистрированной ТМИ. Отсюда информационное слово может принять значение кодовой комбинации, соответствующее маркерному слову, что приводит к появлению ложных маркерных слов.

Кроме того, воздействие помех приводит к тому, что маркерное слово, в свою очередь, также может принять значение кодовой комбинации информационного слова, что приводит к потере маркерных слов.

Передаваемые кадры ТМИ имеют одинаковую длину (количество слов). Количество информационных слов и маркерных слов в кадре постоянно. В кадре присутствует только одно маркерное слово. Расположение маркерного слова в кадре одинаковое. Границы слов заранее определены, отсюда поиск информационных и маркерных слов в кадре осуществляем по словам. Длина (количество разрядов) информационного и маркерного слов совпадает. Значение информационного слова, совпадающее со значением маркерного слова, исключено. Появление всех значений информационных слов кадра равновероятно. Искажения разрядов слов не зависят друг от друга.

Применяемые на практике алгоритмы выделения кадров в зарегистрированной ТМИ заключаются в поиске нескольких последовательно расположенных на одном расстоянии друг от друга маркерных слов. Однако,

применение критерия выделения кадров в виде соответствия значения комбинации разрядов слова значению комбинации разрядов маркерного слова в случае ее искажения приводит к отсеиванию большого объема ТМИ от дальнейшей обработки.

В работе [2] предложен алгоритм выделения телеметрических кадров на основе анализа маркерных слов с учетом независимости искажения разрядов друг от друга. На основе анализа вероятности потери маркерного слова и вероятности появления ложного маркерного слова показано, что применение предложенного алгоритма позволяет значительно увеличить объем обработанной информации.

Библиографический список

1. Зорин С.В., Писака П.С. Процедура монтажа единого носителя телеметрической информации // Материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2014. С. 109-111.

2. Кириллов С.Н., Зорин С.В., Писака П.С. Алгоритм выделения кадров из потока зарегистрированной телеметрической информации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 54 часть 2. С. 9-14.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЖАТИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ С ПОДАВЛЕНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ

В.Т. Дмитриев, П.Ю. Трушин

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время актуально развитие и внедрение новых средств связи и телекоммуникаций. Это обусловлено в большой степени возросшими потребностями коммерческих организаций и предприятий в области качественной и быстрой передачи данных и речевой информации.

В работе исследуется преобразование речевого сигнала (РС) на основе вейвлет - преобразование. Данное преобразование обладает адаптивностью для получения необходимой степени сжатия, сохраняя при этом необходимое качество РС.

Под вейвлет - преобразованием понимается разложение сигнала в системе вейвлет – функций, каждая из которых является сдвинутой и масштабированной копией одной функции – порождающего вейвлета. Для компрессии сигналов применяется метод подавления высокочастотных составляющих спектра путём ограничения уровня детализирующих коэффициентов. Задав определённый порог для их уровня и обнуляя коэффициенты ниже этого порога, можно значительно снизить уровень шума и сжать сигнал. Эта операция равносильна заданию оптимального пути по дереву вейвлет-пакетного разложения. Возможны следующие типы порогов огра-

ничения: мягкий и жёсткий. При этом устанавливаются различные правила выбора порога: адаптивный порог, эвристический, минимаксный и др. Пороговый уровень можно устанавливать для каждого коэффициента отдельно. Это позволяет строить адаптивные к изменениям сигнала способы компрессии и очистки от акустического шума.

Проведены исследования алгоритмов вейвлет – пакетного разложения. На первом этапе исходный сигнал раскладывается на грубую низкочастотную и высокочастотную компоненты и получаем дерево разложения. Для сжатия сигнала часть коэффициентов отбрасывается при минимально возможном ухудшении качества. Для этого сигнал может быть представлен небольшим количеством коэффициентов разложения, т.е. базис для разложения должен быть таким, что большие коэффициенты сконцентрированы на ограниченном количестве элементов вейвлет – пакетного базиса. В результате получим оптимальное дерево разложения.

На втором шаге удаляется из сигнала акустический шум. Простейший способ удаления шума состоит в том, чтобы сделать нулевыми значения коэффициентов, которые меньше некоторого порогового значения. Эта процедура называется пороговой обработкой (трешолдингом) коэффициентов. В результате эксперимента для ВПР был выбран вейвлет Добеши 4 и проведена пороговая обработка. В результате эксперимента был получен коэффициент сжатия 4,7 при качестве восстановленного радиосигнала на уровне 4,5 балла согласно ГОСТ Р50840-95.

РЕАЛИЗАЦИЯ AD – НОС СЕТЕЙ

М.С. Бунин

Научный руководитель – Бердников В.М.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Беспроводная ad-hoc - сеть (беспроводная динамическая сеть, беспроводная самоорганизующаяся сеть) — децентрализованная беспроводная сеть, не имеющая постоянной структуры.

Работа в ad-hoc сетях осуществляется за счет выбора подходящего режима работы.

Режимы работы сетей Ad-Hoc: «точка-точка» (Ad-Hoc); инфраструктурный (Infrastructure); режим моста(WDS); точкой доступа беспроводной сети для подключения одного устройства (WDS with AP); режим повторения сигнала (Repeater); режим пользователя (Client). [1] Инфраструктурный режим обеспечивает связь пользовательских компьютеров через Wi-Fi роутеры.[2] Роутер является беспроводной станцией. Роутер содержит порт Ethernet, через который осуществляется подключение к проводной сети. Связь устанавливается от пользователя к пользователю, по принципу «точка-точка». Компьютеры пользователей взаимодействуют без применения роутеров.

Имеется одна зона обслуживания. Скорость соединения не превышает 11 Мбит/с. Реальная скорость передачи данных будет мала, и соответствует $11/N$ Мбит/с, где N – число подключённых устройств.

При переходе из одной системы в другую можно обнаружить, что некоторые устройства поддерживают только проводную сеть Ethernet. Для осу-

ществления беспроводного подключения данных устройств используют режим пользователя (клиента). Подключение возможно для одного устройства.

Режим моста осуществляется, когда между постройками не возможна или нежелательна прокладка кабеля.[2] Решение данной задачи позволяет сэкономить средства и ускорит процесс. Подключение пользователей к мосту не возможно. Обмен данными осуществляется непосредственно между парой пользователей. Большинство современных технологий работают в данном режиме.

Режим повторения сигнала используется, при потере или ослабления сигнала. Повторение сигнала осуществляется через тот же канал, через который информация была получена.[2] Осуществляется передача всех поступивших пакетов. Применение режима повторения снижает скорость передачи данных, за счет наложения сигналов в канале передачи.

Библиографический список

1. Ad hoc mobile wireless networks, 2007 – 334 с.
2. F. Richard Yu Cognitive radio mobile ad hoc networks, 2011 – 507 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДУПЛЕКСНОГО РЕЖИМА В ЦИФРОВОМ ТРАНСИВЕРЕ USRP X300

М.В. Грачев

Научный руководитель – Паршин Ю. Н.

д.т.н., проф

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важных задач радиоприемной техники является выделение из множества электромагнитных колебаний необходимого принимаемого сигнала в условиях реальной электромагнитной обстановки, а также передача сигнала, который имеет приемлемый уровень для последующего его приема. В связи с этим актуальной задачей является унификация оборудования на основе цифровых технологий [1]. Для систем передачи информации с обратной связью широко применяется дуплексный режим работы трансивера - частотный дуплекс и временной дуплекс. Целью работы является исследование возможности реализации дуплексного режима в цифровом трансивере.

Для исследования взят цифровой трансивер USRP X300 с установленными в него двумя радиочастотными платами CBX-120 (1,2 ГГц - 6 ГГц) [2]. Данный тип трансивера широко применяется при разработке макетов различных радиотехнических систем и устройств. Экспериментальный стенд состоит из трансивера, персонального компьютера и программного обеспечения Linux, GNURadio.

На практике радиосигнал излучается в пространство при помощи антенны RX/TX. Прием сигнала от другого трансивера может осуществляться на одну из двух антенн RX или RX/TX. Прием на антенну RX/TX может осуществляться при переключении антенны от тракта передачи к тракту приема с помощью антенных ключей. В дуплексном режиме необходимо обес-

печить одновременный прием и передачу сигналов, что потребует подавление сигнала передатчика в приемном тракте трансивера. Прием и передача могут вестись одновременно с использованием антенн RX и RX/TX одной радиочастотной платы или аналогичными антеннами двух радиочастотных плат. Вместе с тем конструкция USRP X300 не предусматривает каких либо мер по предотвращению попадания сигнала передатчика в тракте приема, что не позволяет реализовать дуплексный режим работы.

В эксперименте используется радиосигнал с несущей частотой 2,5 ГГц и частотой балансной модуляции 1 МГц. Для исключения влияний среды распространения на результаты эксперимента в качестве линии связи используется коаксиальный кабель. При соединении разъема RX/TX одной платы с разъемом RX этой же платы отношение сигнал-шум $q=101$ дБ, что свидетельствует о прохождении сигнала передатчика в тракте приемника. При отключении коаксиального кабеля и установлении заглушек на разъемы отношения сигнал-шум в приемном тракте платы составляет $q=90$ дБ. Значительный уровень сигнала передатчика в приемном тракте свидетельствует о невозможности одновременной приема-передачи одной радиочастотной платой и необходимости применения двух плат для обеспечения дуплексного режима.

Исследовано прохождение сигнала с радиочастотной платы А на плату В, установленных в одном корпусе USRP x300. С помощью GNURadio определено, что сигнал излучается через разъем TX/RX платы А, а принимается через разъем TX/RX платы В. При соединении указанных разъемов коаксиальным кабелем отношение сигнал-шум равно $q=106$ дБ. Если для приема использовать разъем RX платы В, который программно не настроен на прием, то отношение сигнал-шум $q=82$ дБ. Если на обоих разъемах установлены заглушки, то паразитный сигнал проходит внутри трансивера, а отношение сигнал-шум составляет $q=72$ дБ.

При прежних условиях исследовано прохождение сигнала по коаксиальному кабелю из тракта передачи платы А в тракт приема, задаваемого разъемом RX радиочастотной платы В. Отношение сигнал-шум в приемном тракте неактивного разъема TX/RX, составило $q=91$ дБ, что на 9 дБ больше по сравнению с приемом сигнала в канале TX/RX платы В. При установке заглушек на приемные и передающие разъемы отношение сигнал-шум равно $q=69$ дБ.

Таким образом, результаты экспериментального исследования позволяют утверждать, что в исследуемом трансивере развязка приемных разъемов TX/RX и RX выполнена недостаточно качественно, что делает невозможной дуплексный режим работы. Для улучшения развязки предающего и приемного трактов проведена экранировка высокочастотных плат А и В внутри корпуса USRP. Экранировка одной из плат уменьшает отношение сигнал-шум для паразитного сигнала в приемной части платы В на 10 дБ.

Для макетирования MIMO систем широко используется комбинация нескольких трансиверов в виде стойки [2], что создает дополнительные пути проникания сигнала передатчика одного трансивера в приемный тракт другого трансивера. Экспериментальный стенд включает один трансивер в режиме передачи, в котором используется разъем TX/RX радиочастотной платы А, а также второй трансивер в режиме приема, в котором используется разъем RX радиочастотной платы В. Для исключения влияния антенн

на оба разъема установлены заглушки. При размещении трансиверов в вертикальной плоскости отношение сигнал-шум равно $q=30$ дБ. При размещении трансиверов в горизонтальной плоскости вплотную друг другу отношение сигнал-шум также равно $q=30$ дБ, а при разнесении на расстояние более 7 см взаимное влияние практически незаметно.

Результаты исследований показали, что для дуплексной работы двух плат внутри трансивера необходимо их тщательное экранирование. Для независимой работы двух приемопередатчиков необходимо также экранировать их друг от друга или устанавливать расстояние между блоками больше 7 см.

Библиографический список

1. Проектирование радиоустройств на основе нанотехнологий/ под ред.: Мохамеда Исмаила, Делия Родригес де Лера Гонзалес. – М.: ГЕОС, 2012. – 335 с.
2. [Электронный ресурс] <https://www.ettus.com/product/details/X300-KIT>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ПОВЫШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА СЖАТЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЕРЕДАВАЕМЫХ ПО ЦИФРОВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

И.В. Косткин, А.С. Михайлов

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время основной трафик, передаваемый по цифровым каналам связи составляют графические и видео данные. Перед передачей по каналу связи выгодно сжимать изображение, а на приемной стороне его восстанавливать, что обеспечит экономию трафика. Стандарт JPEG наиболее распространенный формат изображений, который повсеместно используется для передачи графических данных по цифровым каналам связи, потому что он способен сохранить большое количество цветов и деталей при малом размере файла. Недостаток этого формата заключается в том, что он использует сжатие информации с потерей данных, что снижает качество изображения. На изображении может появиться шум в виде артефактов блочности.

В настоящее время существует множество алгоритмов устранения «блочности» (алгоритмов деблокинга), но все они могут быть разделены на несколько основных групп, поскольку основаны на разных подходах к устранению «блочности» на изображении:

1. Методы, основанные на изменении алгоритма кодирования изображения.
2. Методы, которые вносят изменения в схему квантования.
3. Методы, основанные на фильтрации изображения.
4. Комбинированные методы.

Основные недостатки существующих алгоритмов – они либо очень простые и плохо устраняют артефакты блочности, либо сложные и для обработки изображения требуется много времени.

В работе были рассмотрены методы устранения блочных искажений с помощью усредняющего фильтра, различных видов интерполяции и был разработан алгоритм для усовершенствования метода интерполяции, который позволяет ускорить обработку и улучшить качество обработанного изображения.

Для оценки результатов работы использовалась попарная оценка ухудшения качества снимков DSIS (Double Stimulus Impairment Scale). Наблюдателю предлагалось сравнить два изображения – искаженное и оригинальное при длительности теста – 8 секунд. Наблюдатель оценивал визуальные искажения по пятибалльной шкале. Максимальный балл 5 – соответствует незаметным искажениям, средний балл 3 – искажения мешают смотреть, минимальный 1 – изображение просматривать невозможно.

Усредняющий фильтр позволяет хорошо устранить артефакты блочности, но он размывает все изображение, что ухудшает его визуальное восприятие.

В качестве исследуемого метода устранения блочных искажений был выбран метод адаптивной линейной интерполяции.

Достоинством данного метода является то, что он находит блочные искажения и применяет к ним линейную интерполяцию. Это позволяет повысить качество изображения по сравнению с методами простой интерполяции, при которых обрабатывается все изображение. Чтобы понять присутствует блок на границе матрицы 8x8 или нет, необходимо найти разницу между соседними пикселями от границы блока и второго и третьего пикселями от границы, и сравнить полученную величину с порогом, который определяется по гистограмме распределения разности между пикселями.

Если разница между соседними пикселями окажется ниже порога T , то это означает, что присутствует блочные искажения, которые необходимо устранить, а если разница окажется больше порога T , то это означает, что присутствует граница объекта на изображении, которую не нужно обрабатывать.

Предложенный алгоритм сравнивался с существующими программами Jpeg Enhancer 1.8 и UnJpeg 1.5. На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что данный алгоритм целесообразно применять при коэффициенте сжатия от 15 до 40, так как именно в этом диапазоне наблюдается повышение качества обработки изображения по сравнению с известными методами.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ РРЛ В СЕТИ СВЯЗИ С ПЕРЕНОСОМ ЕМКОСТИ

А.О. Краснолуцкая

Научный руководитель – Корнеев В. А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию сотовых сетей связи с использованием транспортных РРЛ.

В нашей стране проблема обеспечения связью удаленных от городов районов и вдоль автодорог стоит особенно остро. По причине огромных расстояний и неравномерности ландшафта.

По данным последней переписи населения за 2010 г. на территории Рязанской области более 330 тысяч человек (29,1 % населения) проживают в сельской местности.

Перед операторами связи возникает сложная задача организовать систему с качественной связью в удаленных районах и районах с низкой плотностью населения, не меняя при этом стандарты связи. Одним из главных вопросов остается экономическая эффективность данной системы.

Для повышения экономической эффективности и снижения капитальных затрат на строительство сети предлагается использование приемопередатчиков с переносом емкости.

Поставленная цель достигается дополнением базовой станции блоком ретрансляции -репитером, в составе которого находятся три приемопередатчика, работающие на частоте ретрансляции.

Один из трех приемопередатчиков переносит сигнал с частоты ретрансляции в полосу частот стандарта передачи (GSM, UMTS или LTE) и расширяя зону покрытия до параметров эквивалентных зоне покрытия базовой станции стандартной топологии. Два других приемопередатчика используются для переноса сигнала, продолжая цепочку ретрансляции.

В следующем сайте цепочки располагается репитер содержащий два приемопередатчика один из которых переносит сигнал на частоты стандартов связи, а другой передает дальше, продолжая цепочку связи. Таким образом с помощью репитеров образуются 4 соты обслуживаемые всего одной базовой станцией. Дополнив БС еще тремя приемопередатчиками можно расширить зону покрытия еще в 2 раза[1].

Одной из самых важных особенностей такой системы является возможность использования сети с переносом емкости несколькими операторами связи, что позволит снизить капитальные затраты на строительство.

В дальнейшем планируется апробация результатов исследования для проектирования сети связи с переносом емкости для Клепиковского района Рязанской области.

Библиографический список

1. «Вестник связи» №8, 2015 г. А. Ю. Громаков «Эффективность передачи данных в каналах ретрансляции системы сотовой связи с переносом емкости»

ИССЛЕДОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ЗНАЧИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛИКА ДИКТОРА ПО ГОЛОСУ

И.Н. Филатов, Д.Ю. Мамушев

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Всевозрастающие потребности внедрения систем идентификации личности по голосу диктуют необходимость проведения широкого круга экспериментальных исследований в области оценки характеристик облика говорящего по речи. Теоретические наработки в области голосовой биометрии

внедряются в современные системы обеспечения безопасности. В частности как для защиты информации на персональном компьютере, так и для таких государственных приложений, как биометрический паспорт, информационно-аналитические комплексы силовых ведомств и решения соответствующих задач в области космонавтики.

В работе решалась задача определения идентифицирующей способности параметров линейной и нелинейной моделей речевого сигнала (РС), разработанной на основе ряда закономерностей процесса речеобразования.

В интересах решения задач определения антропометрических характеристик говорящего по РС исследовались следующие группы параметров для линейной модели:

- амплитуда, ширина полосы и значение первых четырех формант,
 - амплитуды гармоник частоты основного тона (ЧОТ) РС [1],
 - коэффициенты линейного предсказания (КЛП),
- а для нелинейной модели:

- коэффициенты нелинейного адаптивного фильтра (КНАФ),
- первые 2 мел-частотных кепстральных коэффициента (МЧКК),
- параметры формы импульса голосового источника (ГИ).

Экспериментальные исследования проводились на речевой базе, записанной для группы дикторов из 50 человек: 15 девушек и 35 юношей, в возрасте 19-21 год, на основе рекомендаций ГОСТ 50840 Р-95 со специализированного диктофона "Olympus". В качестве фонограмм исходного речевого материала использовались, фонетически сбалансированные, изолированно произнесенные, слова и фразы.

Наряду с исследованными ранее антропометрическими показателями, определяемыми по голосу, такими как окружность головы, рост и вес идентифицировались следующие антропометрические показатели, окружность шеи, длина гортани, шеи, носа. При анализе речевого материала для идентификации одним из достоинств, предложенных алгоритмов является отсутствие необходимости сегментации обрабатываемого РС на фонемы, что существенно упрощает его работу. Параметры РС выделялись на интервалах с вокализацией речи.

Проводился регрессионный анализ экспериментальных зависимостей признаков облика от значений параметров РС – факторов. Существенными считались те признаки РС, для которых значимость регрессии $F \leq 0.05$, а коэффициент детерминации $R \geq 0.05$. Порядок моделей или число параметров был сравним, а именно для линейной модели исследовалось 29 для нелинейной модели 34 параметра.

В результате эксперимента установлено, что для мужчин из исследуемой группы, значимыми являются от 2 до 4 КЛП таких признаков облика, как длина гортани и носа, тогда как на основе КНАФ можно определять длину гортани, шеи, носа и рост с ошибкой 1-2%. Для девушек можно определять все семь исследуемых признаков облика как с помощью параметров линейной, так и нелинейной модели. Показано, что число значимых параметров нелинейной модели для некоторых признаков облика больше в 2-3 раза, чем линейной и их среднее значение коэффициента детерминации больше на 5-15%. В результате эксперимента установлено, для исследуемых признаков облика диктора параметры нелинейной модели РС, разра-

ботанной авторами обладают большей идентифицирующей способностью, чем параметры линейной модели.

Библиографический список

1. Г.С. Рамишвили Автоматическое опознавание говорящего по голосу, М. Радио и связь, 1981. – 224 с.

OFDM МОДУЛЯЦИЯ В КАНАЛЕ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

С.В.Хромов

Научный руководитель – Степашкин В.А.
старший преподаватель

Рязанский государственный радиотехнический университет

Канал связи с БПЛА является частотно-селективным из-за многолучевости распространения сигналов. Для борьбы с многолучевостью сигналов была разработана технология мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). В иностранной литературе OFDM упоминается как модуляция или техника или даже как концепция построения приемо-передатчиков.

При OFDM последовательный цифровой поток преобразуется в большое число параллельных потоков, каждый из которых передается на отдельной несущей.

Основным преимуществом OFDM по сравнению со схемой с одной несущей является ее способность противостоять сложным условиям в канале, например, бороться с затуханием в области ВЧ в длинных медных проводниках, узкополосными помехами и частотно-избирательным затуханием, вызванным многолучевым характером распространения, без использования сложных фильтров-эквалайзеров. Канальная эквализация упрощается вследствие того, что OFDM сигнал может рассматриваться как множество медленно модулируемых узкополосных сигналов, нежели как один быстро модулируемый широкополосный сигнал. Низкая символьная скорость делает возможным использование защитного интервала между символами, что позволяет справляться с временным рассеянием и устранять межсимвольные искажения (МСИ)[2].

Стандарт OFDM характеризуется сильным перекрытием спектров соседних поднесущих, что позволяет уменьшить в два раза значение частотного разноса и во столько же раз повысить плотность передачи цифровой информации (бит/с)/Гц. Благодаря ортогональному методу демодуляции поднесущих группового спектра происходит компенсация помех от соседних частот, несмотря на то, что их боковые полосы взаимно перекрываются[2].

Группа несущих частот, которая в данный момент времени переносит биты параллельных цифровых потоков, называется "символом OFDM". Благодаря тому, что используется большое число параллельных потоков, длительность символа в параллельных потоках оказывается существенно больше, чем в последовательном потоке данных[1].

Технически метод OFDM реализуется путем выполнения инверсного дискретного преобразования Фурье в модуляторе передатчика и прямого дискретного преобразования Фурье в демодуляторе приемника приемопередающего устройства[1].

Структура OFDM сигнала. Следует сразу отметить, что структура OFDM сигнала может быть очень сложной, поскольку складывается из множества компонент. Перечислим основные из них[1]:

1. структура частотно временного деления:

а. по сетке частот заданная: начальной частотой, шагом сетки частот, количеством поднесущих;

б. по временным слотам заданная: длительностью символа, длительностью защитного интервала.

2. вид манипуляции: фазовая простая, фазовая дифференциальная, смешанная фазовая-амплитудная;

3. вид символьной синхронизации;

4. наличие и вид избыточного кодирования;

5. наличие и вид перемежения данных.

Если более четко сформулировать требования к искомому сигналу, задача формулируется достаточно четко и решается достаточно просто. Вот эти требования, их всего два[1]:

1. У сигнала должен быть прямоугольный амплитудный спектр;

2. Сигнал должен иметь постоянную амплитуду во времени.

Сигнал, который удовлетворяет обоим этим требованиям уже давно известен – это сигнал с линейным изменением частоты от времени, известный также как сигнал с линейной частотной модуляцией или ЛЧМ сигнал.

Для передачи данных с БПЛА на наземный пункт управления в реальном времени требуется большая скорость передачи. Одним из наиболее эффективных подходов к повышению скорости передачи данных с борта БПЛА является применение модуляции OFDM.

Библиографический список

1. Рухлин С.Н. Вопросы формирования и применения OFDM сигналов в современных системах связи и телекоммуникаций [Электронный ресурс] URL: http://www.mivlgu.ru/conf/armand2013/srsa-2013/pdf/S3_10.pdf (дата обращения: 20.09.2016 г).

2. Константин Гл. Методы передачи данных в цифровом телевидении. Часть 3 [Электронный ресурс] URL: <http://www.ctspi.ru/TechSupp/Digi-TV/Methods.htm> (дата обращения: 24.09.2016 г).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИММЕТРИЧНОГО ВИБРАТОРА БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Использование излучающих структур на основе вибраторных антенн имеет большое распространение в современной антенной технике. Вибра-

торные антенны имеют множество применений в военной и гражданской сфере, по причине своей простоты и надежности. Особенностью известных методов расчета является наличие ряда допущений, в том числе принимается, что диаметр проводника много меньше длины излучателя [1,2]. Это допущение естественно, когда речь идет о метровом и более длинноволновых радиодиапазонах. Однако, уже в дециметровом диапазоне, в ряде случаев, для обеспечения механической прочности антенны, возникает необходимость увеличить диаметр проводника до размеров, делающих тонкопроволочное приближение некорректным.

Для расчета параметров вибраторной антенны решается сначала внутренняя, а затем внешняя задачи электродинамики. В случае вибраторных антенн, решение внутренней задачи состоит в определении распределения токов, которое вычисляется путем решения интегральных уравнений Мэя, Галлена или интегродифференциального уравнения Поклингтона. Успех численного интегральных уравнений, зависит от выбранного типа представления логарифмической особенности ядра интегрального уравнения.

В процессе исследования проведено сравнение результатов расчета, полученных при различных представлениях логарифмической особенности ядра интегрального уравнения Галлена [3,4,5]. Выявлена форма ядра интегрального уравнения, дающая корректное решение внутренней задачи электродинамики при диаметре резонансного симметричного вибратора равного 0,1 длины волны. Получены закономерности изменения характеристик резонансного симметричного вибратора при различных диаметрах.

Достоинством данного метода являются: возможность получения корректного решения внутренней и внешней задач электродинамики для вибраторных антенн при относительно небольших вычислительных затратах.

Недостатками является то, что метод не учитывает наличие поперечных токов в проводе и конечные размеры возбуждающего зазора вибраторной антенны.

Библиографический список

1. Айзенберг Г. З. Коротковолновые антенны [Текст] / Г. З. Айзенберг, С. П. Белоусов, Э. М. Журбенко, Г. А. Клигер, А. Г. Курашов . – М . Радио и связь , 1985 . – 536 с.
2. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ : Учеб. для радиотехнических. спец. вузов [Текст] / Д. М. Сазонов . – М . : Высш. шк. , 1988 . – 432 с.
3. Маторин А. В. Проектирование тонкопроволочных антенн с использованием ЭВМ методом интегральных уравнений: учеб. пособие [Текст] / А. В. Маторин, В. И. Поповкин, А. Ю. Торопов . – Рязань . : РРТИ , 1987 . – 64 с.
4. Маторин А. В. Автоматизированное проектирование многоэлементных тонкопроволочных антенн: Учеб. пособие [Текст] / А. В. Маторин, Е. В. Жгутов. – Рязань : РГРТА , 2004 . – 80 с.
5. Orfanidis S. J. Electromagnetic Waves and Antennas [Электронный учебник] / S. J. Orfanidis . – Rutgers University, 2004 . – 798 p.

ОЦЕНКА ВЗАИМНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ

Е.И. Мирохин, К.Г. Терехов

Научный руководитель – Лихобабин Е.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается одна из фундаментальных проблем передачи данных, а именно улучшение качества передачи данных. В настоящее время общепринятым подходом для построения систем связи является использование помехоустойчивого кодирования. Основными проблемами при разработке систем помехоустойчивого кодирования являются: получение кодов, позволяющих приблизиться к пропускной способности канала и поиск оптимальным с точки зрения эффективности и вычислительных затрат алгоритмов декодирования [1].

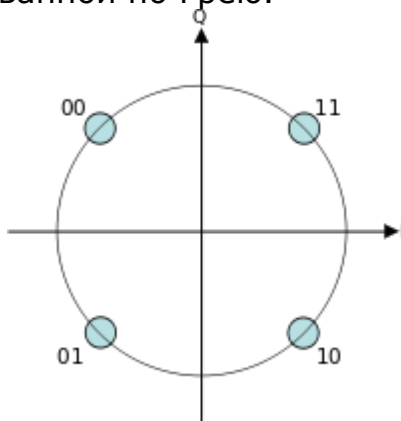
Одним из методов оценки эффективности системы передачи данных является оценка взаимной информации. На оценке взаимной информации основан более мощный инструмент EXIT charts (Extrinsic Information Transfer Charts), позволяющий анализировать итеративные системы и улучшать качество приема [2].

Рассмотрим простейший пример на многопозиционной модуляции. Рассматривая оптимально закодированную QPSK по Грея, можно увидеть что переходы между соседними символами несут в себе одинаковую взаимную информацию, что не позволяет использовать преимущества рассматриваемых инструментов. Если же закодировать QPSK оптимальным для итеративных систем способом, то взаимная информация, вносимая символами будет отличаться от Грея. Этим можно воспользоваться на приемной стороне для использования итеративных алгоритмов

Метод оценки взаимной информации для многоуровневых видов модуляций позволяет оценить вероятность ошибки принятого символа. Для итеративных систем, с кодированием можно оценить характеристики системы и спрогнозировать скорость сходимости итеративного алгоритма приема.

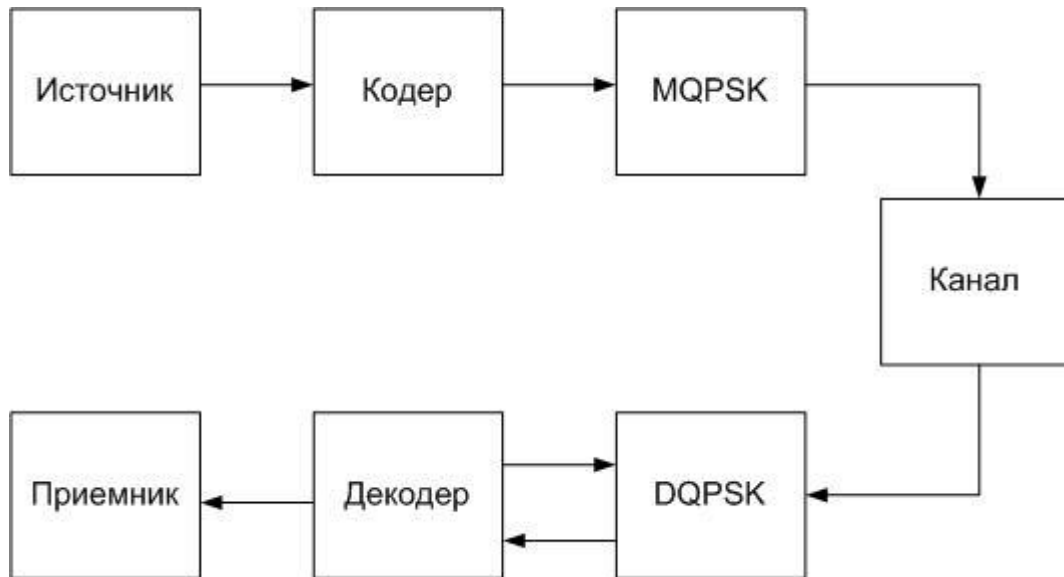
Для того чтобы использовать этот метод анализа каждый компонент системы должен быть описан переходной функцией плотности вероятности, которая показывает отношении функции плотности вероятности входа к функции плотности вероятности на выходе.

В докладе сравнивается взаимная информация при передаче символов модулированных QPSK кодированием, оптимизированным для итеративной обработки и QPSK кодированной по Грея.



Формула вычисления взаимной информации [3]:

$$I(x_i; y_i) = \log_2 \frac{p(y_i/x_i)}{p(y_i)} = \log_2 \frac{p(y_i/x_i)}{p(y_i)} = \log_2 \left(\frac{P_{a-post}}{P_{a-prior}} \right)$$



Функциональная схема расчета взаимной информации

По результатам исследования можно сделать вывод что использование кодирования не по Грей дают преимущество, по сравнению с обычными кодами, при использовании итеративной процедуры декодирования.

Библиографический список

1. Лихобабин Е.А. Введение в декодирование LDPC кодов. Классические алгоритмы и их модификации. LAP Lambert Academic Publishing. 2015.
2. Urbanke R. Efficient decoding techniques of LDPC codes // Dissertation, Wien – 2007
3. Вернер М. Основы кодирования. Учебник для ВУЗов. – М.: Техносфера, 2006. – 36 с.

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЧАСТОТНОГО ДАЛЬНОМЕРА БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ

М.Н. Мамонов

Научный руководитель – Езерский В. В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Большинство существующих в промышленности задач по определению расстояния от точки наблюдения до препятствия с различной точностью и дальностью измерения успешно могут решить радиолокационные системы. Достаточно часто при решении подобных задач используют частотный

дальномер, использующий непрерывный зондирующий сигнал с частотной модуляцией.

Принцип действия такого измерительного устройства основан на измерении времени распространения электромагнитной волны после отражения от контролируемой среды. Генератор зондирующего СВЧ-сигнала возбуждает передающую антенну и одновременно формирует гетеродинный сигнал для смесителя приёмного тракта. Частота излучаемого сигнала под воздействием модулятора изменяется в некоторых пределах от $\omega_1 = 2\pi f_1$ и до $\omega_2 = 2\pi f_2$ по некоторому закону [1]:

$$\omega(t) = 2\pi f(t) = \omega_0 + \omega_{\text{мод}}(t) = 2\pi[f_0 + f_{\text{мод}}(t)]$$

где $\omega_0 = 2\pi f_0$ – несущая частота зондирующего сигнала, $f_{\text{мод}}(t)$ – функция времени, отражающая закон изменения частоты во времени. Отраженный от поверхности объекта сигнал с задержанным во времени законом частотной модуляции возвращается обратно. В смесителе происходит взаимодействие гетеродинного и отражённого сигналов, и на его выходе формируется полезный сигнал, частота которого связана с расстоянием:

$$F_p = \frac{2\Delta F}{T_{\text{мод}}} t_s$$

Сигнал разностной частоты усиливается и поступает на измеритель частоты, далее на вычислитель расстояния [1]:

$$R = \frac{cT_{\text{мод}}F_p}{4\Delta F}$$

Для повышения точности измерения расстояния в компьютерной модели были применены три метода оценки разностной частоты: счетный метод оценки разностной частоты, весовой метод усреднения разностной частоты и спектральный метод. В модель было добавлено влияние нелинейности модуляционной характеристики СВЧ генератора.

В работе были рассмотрены получившиеся характеристики каждого из методов оценки разностной частоты, сделаны выводы о преимуществах и недостатках каждого из них. Проанализировано влияние нелинейности модуляционной характеристики на точность измерения расстояния с помощью счетного метода и метода весового усреднения разностной частоты.

Библиографический список

1. Атаянц Б.А., Давыдочкин В.М., Езерский В.В., Паршин В.С., Смольский С.М. Прецизионные системы ближней частотной радиолокации промышленного применения. М.: Радиотехника. 2012. 512 с.

КАНАЛ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ КОГЕРЕНТНОГО ИСТОЧНИКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Развитие подводных технических систем, в том числе роботизированных комплексов, привело к необходимости создания надежных высокоскорост-

ных средств связи. Помимо работы в тяжелых условиях акватории мирового океана, к таким средствам телекоммуникации предъявляется еще ряд требований: ширина полосы пропускания канала связи должна обеспечивать возможность передачи нескольких видеоканалов в реальном масштабе времени, телеметрическую и иную информацию. Способ передачи информации должен учитывать особенности распространения сигнала в морской среде, с учетом её особенностей, а приемник и передатчик обладать минимально возможными массогабаритными показателями и энергопотреблением.

Распространение радиоволн в водной среде затруднено по причине большого затухания, обеспечить радиосвязь возможно в пределах десяти метров от передатчика. Традиционный для подводной связи акустический канал не обладает необходимой полосой пропускания, а использование проводной связи неприемлемо, так как невозможно обеспечить требуемую механическую прочность кабеля связи в экстремальных условиях работы в толще мирового океана.

Наиболее перспективным методом является использование открытого оптического канала связи, на основе когерентного источника оптического излучения. В результате работы, были проанализированы статистические характеристики параметров морской среды, от которых зависит коэффициент ослабления и, путем численного моделирования, получен закон распределения коэффициента ослабления для различных типов вод мирового океана. Это позволяет вычислить отношение сигнал-шум для конкретной области океана и построить модель оптимального приема оптического сигнала.

Достоинством данного метода являются: возможность построения открытого оптического канала связи протяженностью свыше 100 метров, обладающего полосой пропускания достаточной для передачи нескольких видеоканалов в реальном масштабе времени.

Недостатками является то, что закон распределения коэффициента ослабления не учитывает всех возможных параметров морской воды, необходимость точного наведения источника излучения на приемник.

Библиографический список

1. Abd El-Naser A. Mohamed Underwater wireless optical communications for short range typical ocean water types [Текст] / Abd El-Naser A. Mohamed, Hamdy A. Sharshar, Ahmed Nabih Zaki Rashed, Enab Salah El-dien // Canadian journal on electrical and electronics engineering. – 2012 . – №7, vol. 3 – с. 344-361
2. Chadi Gabriel Channel modeling for underwater optical communication [Текст] / Chadi Gabriel, Mohammad-Ali Khalighi, Salah Bourennane, Pierre Leon, Vincent Rigaud
3. Jaruwatadilok S. Underwater wireless optical communication channel modeling and performance evaluation using vector radiative transfer theory [Текст] / S. Jaruwatadilok // IEEE Journal on selected areas in communications . – 2008 . – №9, vol. 26 – с. 1620-1627

ВЫБОР СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕКУЩЕЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ

К.Г. Терехов, Е.И. Мирохин

Научный руководитель – Лихобабин Е.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При проектировании радиотехнических систем передачи информации (СПИ) особое внимание уделяется обеспечению высокой энергоэффективности приемопередающего тракта в целях увеличения коэффициента полезного действия и срока работы от автономных источников питания. Для этого широко применяются спектрально-эффективные виды модуляции, такие как FQPSK и GMSK. Данные виды модуляции относятся к группе фазовых модуляций с непрерывной фазой и имеют постоянный или квазипостоянный уровень флуктуации огибающей, что позволяет использовать нелинейный энергетически выгодный режим усиления, а так же обеспечивает хорошую устойчивость к воздействию нелинейных искажений в оконечных каскадах передатчика. В целях создания универсальной энергоэффективной СПИ целесообразно объединение схем формирования данных сигналов в едином устройстве с управляемой нелинейной связью между квадратурными каналами [1, 2].

В работе рассматривается процедура выбора спектрально-эффективных радиосигналов для текущих условий применения СПИ на основе анализа характеристик спектральной и энергетической эффективности. Для получения и дальнейшего анализа данных характеристик была разработана компьютерная модель передающего модуля СПИ. В ходе моделирования были получены графики зависимостей занимаемой полосы частот и необходимого отношения сигнал-шум, обеспечивающего вероятность битовой ошибки 10^{-3} в канале с аддитивным белым гауссовским шумом, от коэффициентов нелинейной связи между квадратурными каналами.

В дальнейшем, анализируя полученные зависимости и выбирая различные сочетания коэффициентов нелинейной связи универсального формирователя радиосигналов, можно добиться наиболее эффективной работы СПИ в текущих условиях применения.

Таким образом, предложенная двухкритериальная процедура выбора сигналов на основе анализа их характеристик позволяет наиболее эффективно использовать СПИ.

Библиографический список

1. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра. М.: Радио и связь. 2000. – 520 с.
2. Покровский П.С. Процедуры формирования адаптивных к мешающим факторам радиосигналов с управляемой связью между квадратурными составляющими для систем передачи информации. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Рязань, 2012. – 19 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В.Благонадеждин, А.В. Звездочкин

Научный руководитель – Егоров А.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию транспортной инфраструктуры сети наземного цифрового телевизионного вещания (СНЦТВ) на базе цифровых радиорелейных линий (ЦРРЛ).

Основными преимуществами цифровых систем передачи (ЦСП) являются высокая помехоустойчивость, независимость качества передачи от длины линии связи, стабильность параметров каналов, эффективность использования пропускной способности при передаче дискретных сигналов, возможность построения цифровой сети связи, высокие технико-экономические показатели ЦСП. Это вполне согласовывается с государственной программой по внедрению цифрового телерадиовещания (ЦТВ) в РФ.[4]

Развертывание сети ЦТВ связано с решением ряда проблем, таких как частотное планирование, определение полос частот для развития цифрового телерадиовещания, разработка отраслевых и государственных стандартов цифрового телевизионного вещания, определение стратегии переходного периода от аналогового к цифровому телерадиовещанию, формирование отечественного рынка оборудования цифрового вещания.[2]

В результате рассмотрения основных вариантов реализации транспортной сети, таких как спутниковые, волоконно-оптические и радиорелейные системы в качестве опорной была выбрана сеть ЦРРЛ. Ключевыми причинами выбора были: рациональность использования спутниковых систем при условии расположения земных станций на расстоянии не менее 500 км друг от друга, что для территории Рязанской области неприемлемо; высокая стоимость волоконно-оптических линий связи делает их развертывание экономически нерациональным при малых скоростях передачи информации.[1] Кроме того, на выбор технического решения влияет наличие у Рязанского областного радиотелевизионного передающего центра (ОРТПЦ) существующей инфраструктуры аналоговых РРЛ.[3]

Оборудование РРЛ, которое сейчас доступно в России, очень разнообразно – сертифицировано около 200 типов радиорелейных станций (РРС). В этих условиях потребителю довольно сложно сделать оптимальный выбор. При этом руководствуются такими критериями как надежность, обеспечение возможности гарантийного и послегарантийного ремонта, ремонтопригодность в условиях эксплуатации, возможности аппаратуры в части дистанционного контроля и управления РРЛ, наличие дополнительных служебных и сервисных каналов, соответствие аппаратуры условиям эксплуатации по температурному диапазону, ветровым нагрузкам, возможному удалению антенны от аппаратного помещения и др.[5]

К характерной особенности современных радиосредств можно отнести переход РРЛ с диапазонов 2-5 ГГц на всё более высокочастотные участки радиодиапазона от 7 до 50 ГГц, связанный с перераспределением радио-

частотного ресурса (РЧР) для других радиослужб. При этом обеспечивается передача достаточно больших объемов информации на расстояние прямой видимости. В то же время частоты нижних участков диапазона имеют меньшие потери при прохождении через атмосферу и, к примеру, в диапазоне 2 ГГц могут перекрыть расстояние вплоть до 90 км, а радиосистема с той же мощностью передатчика в диапазоне 38 ГГц обеспечит протяженность не более чем 5-7 км. Это может привести к необходимости сократить длину пролета ЦРРЛ. Развертывание ЦРРЛ сопряжено с учетом интенсивности помех на интервалах, причиной которых являются собственные шумы и искажения, возникающие в самой аппаратуре. Уровни указанных помех оценивают на выходе канала *тональной частоты* в точке нулевого относительного уровня (ТНОУ). Шумы от различных источников суммируются как случайные процессы, то есть по мощности.[2]

В работе показано, что развертывание ЦРРЛ в диапазоне 6.430 - 7.110 ГГц и 7.9-8.4 ГГц для реализации сегментов транспортной сети ЦТВ в Рязанской области имеет меньший срок окупаемости и времени развертывания, чем оптоволоконная система передачи, поскольку может базироваться на существующей инфраструктуре Рязанского ОРТПЦ.[3]

Библиографический список

1. Материалы сайта <http://www.techshape.ru/sheoms-986-1.html>.
2. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 2 - Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Катунин Г. П., Мамчев Г. В., Попантонопуло В. Н., В. П. Шувалов; под ред. профессора В. П. Шувалова. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2004. - 672 с.
3. Материалы сайта [Электронный ресурс] <http://ryazan.rtrs.ru/dtv/>.
4. Материалы сайта [Электронный ресурс] <http://studopedia.ru>.
5. Материалы сайта [Электронный ресурс] <http://www.connect.ru/article.asp?id=6626>.

ТЕХНОЛОГИЯ МІМО: ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

А.Э. Жариков

Научный руководитель – Бердников В.М.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию системы МІМО и ее реализации. На данный момент в системах связи постоянно возрастает необходимость увеличения пропускной способности и емкости, это обеспечивается увеличением базовых станций, ширины полосы частот радиоканалов и числа радиоканалов, а также повышения спектральной эффективности. Спектральная эффективность повышается за счет: быстрой адаптации системы к характеристикам беспроводного канала связи, оптимальный выбор схем модуляции и кодирования, ортогонального частотного мультиплексирования и технологии многоантенных систем. [1].

Реализация МІМО подразумевает установку нескольких антенн для приёма и передачи. Чаще всего используют равное число антенн на входе и

выходе. Это необходимо для обеспечения максимальной скорости передачи данных.

Рассмотрено преимущество MIMO-системы перед другими технологиями организации систем связи. Реализация технологии MIMO способствует увеличению пропускной способности системы, в связи с использованием схем модуляции более высокого уровня, что позволяет расширить пропускную способность порядка 30% по отношению к обычной системе сотовой связи.

Технология MIMO имеет перспективу использования во всех современных системах беспроводного широкополосного доступа, из них такие как: LTE, UMTS, WiMax и Wi-Fi. Реализация технологии варьируется от стандарта к стандарту, а терминология в соответствующих спецификациях 3GPP и IEEE различается. Для обеспечения адекватности при описании схем и процедур из спецификации 3GPP и IEEE использовалась часть терминов близких к оригинальным, с указанием англоязычных аналогов. MIMO была внедрена только в системах сотовой связи третьего поколения и последующих поколений, предполагающих изначально работу в диапазоне частот 2 ГГц и выше, поскольку в этом случае упрощалась реализация многоэлементных антенн на базовых станциях и в абонентских терминалах. Технология MIMO может быть реализована и в системах, работающих в более низких диапазонах частот. Однако при освоении более высоких диапазонов частот, сантиметрового или миллиметрового, при длине волны значительно меньше размеров абонентского терминала упроститься реализация многоэлементарных антенн как в абонентских устройствах, так и в базовых станциях, а, следовательно, станет возможным переход к системам MIMO значительно большего порядка, нежели существуют на сегодняшний день. В таких условиях, вероятно, будут предложены новые методы формирования и обработки сигналов MIMO, что отразится в стандартах для систем беспроводного широкополосного доступа и в конечном счете найдет применения в реальных сетях связи.

Библиографический список

1. MIMO System Technology for Wireless Communications/ Edited by George Tsonlos. – USA, FL, Boca Raton: CRC Press, 2006. – 378 стр.

ПОДХОДЫ К КАЧЕСТВУ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ МОБИЛЬНОМ ДОСТУПЕ

А.И. Моисеенко

Научный руководитель – Матюшков В.Е.

д.т.н., проф.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В настоящее время интегрированные телекоммуникационные сети, в которых сочетаются различные виды трафика и различные методы доступа являются достаточно эффективным решением для транспортных сетей мегаполиса, позволяя объединить различные виды и сети информационного обмена [1, 2].

В них особенно рационально использование беспроводных сетей, обеспечивающих доступ мобильных абонентов к ресурсам сетей фиксированной связи.

С появлением стандарта Gigabit Ethernet широко распространенная технология локальных сетей Ethernet находит всё большее применение в построении магистральных сетей. С ней гармонично сочетается стремительно развивающаяся технология стандарта IEEE 802.11(802.16), так называемый, «Radio Ethernet»- технология беспроводных сетей в диапазоне 2,4 ГГц и других высокочастотных диапазонах.

Весьма эффективным становится совместное использование технологии Radio-Ethernet и технологии излучающих кабелей.

Автором в докладе рассматриваются подходы к качеству передачи данных при мобильном доступе. Рассматриваются следующие вопросы:

1. Обзор примеров реализации и схемотехники мобильного доступа стандарта IEEE 802.11 Radio Ethernet в том числе с использованием излучающего кабеля.

2. Описание структурной схемы цифровой радиолинии стандарта 802.11b, использующей излучающий кабель.

3. Совершенствование методики определения надежности связи для радиолинии с использованием излучающего кабеля.

4. Разработка методики анализа качества IP-телефонии.

В докладе сделано пояснение на методику определения надежности связи для радиолинии с использованием излучающего кабеля и определения вероятностных характеристик потока состояний радиолинии, а также методика анализа качества IP- телефонии, в том числе при мобильном доступе стандарта IEEE 802.11 Radio Ethernet с использованием излучающего кабеля.

Библиографический список

1. Горелов Г.В., Ромашкова О.Н. Оценка качества обслуживания в сетях с пакетной передачей речи и данных. Статья.//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Прикладная и компьютерная математика, Т.2.- 2003.-№1. -С.23-31

2. Горелов Г.В., Казанский Н.А., Ромашкова О.Н. и др. Многофункциональная цифровая сеть связи для транспортной системы в условиях мегаполиса//ВКСС Connect. 2003. - №4. - С.23-26.

АНАЛИЗ ПРОТИВОРЕЧИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА

А.И. Моисеенко

Научный руководитель – Матюшков В.Е.

д.т.н., проф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Под угрозой информационной безопасности принято понимать потенциально возможные действия, явления или процессы, способные оказать не-

желательное воздействие на систему или на хранящуюся в ней информацию.

Среди проблем, связанных с обеспечением информационной безопасности мобильного доступа, значительное внимание продолжает уделяться проблеме обеспечения конфиденциальности информации. Считается, что при ее решении автоматически решается проблема целостности и доступности информации. Однако если среди внешних угроз выделить угрозу деструктивных воздействий на систему разведки и наблюдения, то можно констатировать, что система обеспечения информационной безопасности, выполняя все возложенные на нее функции, будет защищать и искаженную информацию. Это связано с тем, что защита от угрозы нарушения целостности информации на уровне содержания сведений в обычной практике, как правило, не рассматривается.

Системное изучение процессов информационной безопасности требует выделения первого противоречия, которое возникает в связи с необходимостью выполнения требований к качеству информации и недостаточным учетом ряда важных свойств информации в теории информационной безопасности.

Второе противоречие определяется возрастанием роли человеческого фактора и недостаточным набором методов и средств его оценки и защиты от искажения информации обслуживающим персоналом.

Третье противоречие возникает между широким диапазоном потенциальных возможностей практического использования методов и средств информационной безопасности, с одной стороны, и практикой оценки информационного противоборства, с другой стороны. Используемые обобщенные оценки эффективности средств и методов информационной безопасности не изменяются весь период эксплуатации, что не в полной мере отвечает содержанию процесса информационного противоборства. Решение задачи оценки безопасности и информационной устойчивости следует искать в использовании такого критерия оценки показателей, который непосредственно связан с качеством принимаемого решения.

Четвертое противоречие связано с тем, что в настоящее время ведутся интенсивные работы по созданию интеллектуальных помех за рубежом. Системный анализ показывает, что требуется новое комплексное решение, направленное на защиту семантической составляющей информации. Решение задач информационной безопасности предлагается осуществлять на основе адекватного описания выявленных законов и закономерностей исследуемых процессов информационного противоборства.

Формирование комплекса типовых механизмов создает необходимое разнообразие средств и методов обеспечения информационной безопасности и позволяет разрешить пятое противоречие - создать механизм оптимального управления процессом информационной безопасности в динамике протекания всех этапов жизненного цикла.

Автором предлагается решение следующих задач:

- 1) исследование процессов обеспечения ИБ на всем жизненном цикле, выявление существующих причинно-следственных связей между процессами управления и обеспечения ИБ;

2) исследование влияния разнородных факторов на достижение целей функционирования объектов в условиях информационного противоборства;

3) разработка комплекса моделей и методов, предназначенных для оценки системы защиты информации и субъектов информационных отношений;

4) разработка и обоснование методов и моделей обеспечения ИБ, а также комплекса моделей и методов, предназначенных для разработки рекомендаций по управлению механизмами обеспечения ИБ.

Библиографический список

1. Емельянова, Н.З. Защита информации в персональном компьютере: учеб. пособие / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — М. ФОРУМ, 2009. — 368 с.

2. Вус, М.А. Информатика: введение в информационную безопасность. /М.А. Вус, В.С.Гусев, Д.В. Долгирев. – СПб.: Издательство Р. Асланова «Юридический центр Пресс», 2004. – 257 с.

БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗЕ

Ю.М. Тобратов, И.Г. Осин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрены вопросы организации беспроводного доступа к локальной вычислительной сети (ЛВС) учебного подразделения вуза и сети Интернет на примере кафедры САПР ВС РГРТУ, использующего существующую сетевую структуру и предназначенного для применения в учебных и научных целях студентами, преподавателями и сотрудниками кафедры.

На сегодняшний день учебный процесс в высших учебных заведениях невозможно представить без средств электронного обучения и информационных сервисов, а так же без современных телекоммуникаций, позволяющих осуществлять надежный и высокоскоростной доступ к ним. Использование в этих целях мобильных вычислительных устройств с функцией работы в беспроводных сетях, число которых у потенциальных пользователей этих средств быстро и постоянно увеличивается, является оправданным и необходимым.

Зоны беспроводного Wi-Fi-доступа в корпоративных сетях учебных заведений можно организовать двумя способами [1]:

- публичная зона беспроводного доступа (Wi-Fi «хот-спот»), охватывающая всю территорию учебного заведения с централизованным управлением и доступом к общим сервисам вуза и сети Интернет с определенными ограничениями;

- локальная зона беспроводного доступа, организованная на территории кафедр с доступом к их локальным сетевым ресурсам.

Создание локальных зон беспроводного доступа кафедр при существующей публичной зоне обусловлено необходимостью наличия надежной и устойчивой связи Wi-Fi с учетом сложной планировки учебных корпусов

вуза и ограничении контингента пользователей с целью снижения нагрузки на каналы и точки беспроводного доступа. Особенно это важно при проведении учебных занятий с применением электронных обучающих средств во избежание их срыва.

Wi-Fi сегмент ЛВС кафедры при организации и проведении учебного процесса выполняет следующие функции [2]:

- доступ к средствам электронного обучения, методической литературе и учебным материалам, представленным в электронном виде и хранимым на файловом сервере кафедры;
- доступ к размещенным на файловом сервере кафедры «материалам для скачивания»;
- работа с «дискон общего доступа» (хранение и копирование пользовательских файлов);
- доступ к информационным сервисам, предоставляемым локальным WEB-сервером кафедры;
- высокоскоростной, нелимитированный доступ к сети Интернет в учебных и научных целях.
- использование в качестве объекта и субъекта учебной и научно-исследовательской деятельности.

Пользователей, активно использующих ЛВС кафедры можно разделить на следующие категории [3]:

- административные клиенты;
- профессорско-преподавательский состав кафедры;
- контингент обучающихся на кафедре;
- учебно-вспомогательный состав кафедры;
- участники различных конференций и семинаров проводимых на кафедре.

При работе в беспроводной сети контингентом пользователей активно применяются мобильные электронные устройства различных типов: ноутбуки, планшеты, смартфоны, и др., с установленными на них различными операционными системами (ОС): Windows, Android, iOS, Windows Phone. Операционные системы, установленные на мобильных устройствах, в свою очередь, могут быть разных версий.

На основании анализа всего выше перечисленного авторами сформированы проекты решений построения беспроводного сегмента ЛВС кафедры с добавлением Wi-Fi-роутеров (беспроводных точек доступа) при использовании существующей топологии сети, сетевого и кабельного оборудования.

Были протестированы несколько Wi-Fi-роутеров разных изготовителей и ценовых групп на предмет устойчивой работы при подключении через них пользователей, как к локальным ресурсам кафедры, так и к сети Интернет, выработаны рекомендации по их выбору и настройке.

Для подключения к сети и работе с представленным в ней контентом на мобильные устройства необходимо установить и настроить различные программные приложения, в зависимости от их типа и установленной на них ОС. Протестированы некоторые свободно распространяемые программные приложения и даны рекомендации пользователям по их установке, настройке и применению. при использовании наиболее популярных у пользователей ОС [4].

При реализации и внедрении данных проектных решений на кафедре САПР ВС РГРТУ авторами были проведены экспериментальные замеры некоторых параметров сети, в частности были проведены: мониторинг сетевого трафика ЛВС, спектральный анализ и анализ мощности распространяемого сигнала беспроводной сети.

Мониторинг сетевого трафика кафедры САПР ВС проводился с целью выявления сетевой активности пользователей сети и нагрузки на информационный канал кафедры в разные периоды времени. Были выбраны два периода:

- период с минимизированным количественным присутствием студентов - период сессии (январь 2016г.);
- период со стандартным количественным присутствием студентов - период середины семестра (апрель 2016г.).

Мониторинг проводился с помощью программного продукта ZABBIX. ZABBIX -это свободная система мониторинга и отслеживания статусов разнообразных сервисов компьютерной сети, серверов и сетевого оборудования. При отображении информации в этой системе используется Веб-интерфейс. ZABBIX поддерживает несколько видов мониторинга, в данной работе использовался режим Traffic of interface. Результаты проведенного мониторинга отражены в виде графика зависимости нагрузки на канал от календарного числа выбранного месяца и приведены на рис. 1 для января 2016 года и на рис. 2 для апреля 2016 года.

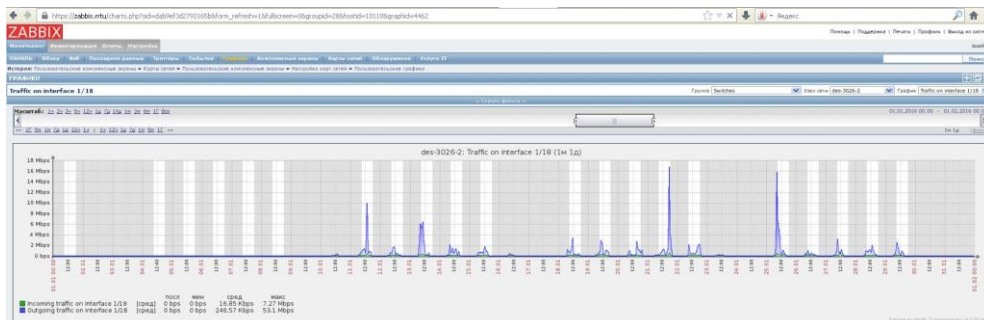


Рис.1 – График зависимости нагрузки на канал кафедры САПР ВС за январь 2016г.

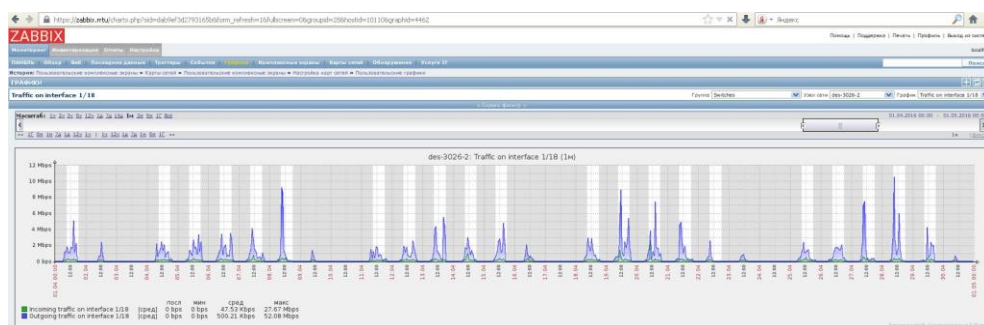


Рис.2 – График зависимости нагрузки на канал кафедры САПР ВС за апрель 2016г.

Анализ приведенных графиков показывает, что в период учебного семестра, т.е. период со стандартным количественным присутствием студентов сетевого трафик значительно выше, чем в период с минимизированным количественным присутствием студентов - период сессии. Если при этом

количество сотрудников остается примерно постоянным, то можно говорить с большой долей уверенности о том, что сетевая активность студентов довольно высокая. При этом можно сделать вывод о том, что студентами и сотрудниками кафедры востребованы сервисы предоставляемые ресурсами вычислительной сети, и они ими активно пользуются.

Проекты и решения, представленные в данной работе внедрены на кафедре САПР ВС РГРТУ. Их практическая реализация повысила степень применения электронных средств обучения и учебно-методического контента ЛВС в учебном процессе, за счет добавления значительного количества пользователей мобильных устройств, при его проведении и организации на кафедре. В конечном итоге представленные решения привели к повышению эффективности и качества обучения студентов.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Анализ и проектирование маршрута передачи данных в корпоративных сетях. М.: Горячая линия - Телеком, 2012. 238 с.
2. Тобратов Ю.М., Осин И.Г. Использование ЛВС при организации учебного процесса / Материалы XX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов НИТ-2015. РГРТУ. 2015. С.183-184.
3. Тобратов Ю.М., Осин И.Г. Учебный процесс и Wi-Fi технологии / Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. М.: Горячая линия - Телеком, 2016. С.184-188.
4. Тобратов Ю.М. Метод расширения функциональных возможностей учебной ЛВС / Материалы III Всероссийской молодежной научно-технической конференции ИТ в НП-2016. ОмГТУ. 2016. С.192-197.

Секция 4
Информационные ресурсы и программно-инструментальные средства

**МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ И АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ**

Р.В. Ерхов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Веб-приложения – это тип программных приложений, которые работают в глобальной сети Интернет по протоколу HTTP. Все веб-приложения условно можно объединить в обобщенную архитектуру, по которой они все построены – это архитектура «клиент-сервер». Особенность данной архитектуры заключается в том, что веб-приложение располагается и работает на сервере, а клиенту выдаются только результат работы с сервера. Работа приложения в общем случае описывается следующими этапами – получение запросов от пользователя (клиента), их обработка и выдача результата. Передача запросов осуществляется через сеть Интернет и обычно по протоколу HTTP. За отображение результатов запросов от пользователей, а также за получение данных от них – отвечает браузер (Mozilla, Google Chrome, Opera и другие). Результат, который клиент получает от сервера должен быть представлен на языке HTML, так как страницы в сети Интернет описаны именно на этом языке. Примером веб-приложения является Интернет-приложение для обработки количественных числительных естественных языков [1-3].

На стороне сервера веб-приложение выполняется программным обеспечением, которое принимает запросы клиентов, обрабатывает их и формирует ответ в виде HTML страниц. По своей структуре результат работы веб-приложения очень схож с результатом запроса к веб-сайту, за исключением того, что веб-приложение формирует HTML – код в зависимости от запроса пользователя, а не просто пересылает его в виде, котором он хранится на сервере. Веб-приложение динамически генерирует ответ на основе программного кода (исполняемой части).

Веб-приложения способны выполнять такие же операции как и обычные Windows-приложения благодаря наличию исполняемой части, отличие заключается лишь в том, что код выполняется на сервере, интерфейс представлен в браузере, а обмен данными происходит в сети Интернет. К наиболее популярным операциям, которые выполняет веб-приложение – относятся следующие:

- получение данных от пользователя и сохранение их на сервер;
- аутентификация пользователей и отображение интерфейса, который соответствует данному пользователю.
- добавление, извлечение, изменение и удаление данных в базе данных, а также дополнительные действия по запросу пользователя.

Рассмотрим методы разработки современных веб-приложений на основе платформы ASP.NET. ASP.NET – это платформа для создания веб-приложений и сервисов, которые работают под управлением Internet In-

formation Services (IIS). IIS – это веб-сервер, выполняющий веб-приложения, которые были разработаны с помощью ASP.NET. На сегодняшний момент ASP.NET отличается от большинства технологий разработки веб-приложений высокой степенью интеграции с серверными продуктами. Каждое веб-приложение, которое разработано на основе платформы ASP.NET состоит из информационной части, программного кода и сведений о конфигурации.

Информационная часть состоит из статических и динамических элементов страницы, которые реализуются в виде веб-форм. Статические элементы – это обычные элементы языка HTML, а динамические элементы уже формируются на основе программного кода приложения во время его выполнения.

Программный код описывает логику приложения, которая определена в процедурах обработки данных. Данные процедуры определяют реакцию приложения на запросы пользователя.

Сведения о конфигурации включают в себя файлы, которые описывают параметры и способ исполнения приложения на сервере, а также реакцию на ошибки и параметры безопасности.

Основным элементом веб-приложения – является веб-форма, которая позволяет размещать в себе различные элементы управления и содержит все атрибуты HTML страницы. В свою очередь с элементами управления связан программный код, который будет выполняться при определенном взаимодействии пользователя с элементами.

Таким образом, можно описать алгоритм работы пользователя с элементами веб-приложения. При обращении пользователя к приложению, последнее запускается на сервере IIS. Формируется отклик, для этого создается экземпляр запрошенной веб-формы и она уже генерирует HTML текст отклика, который передается браузеру пользователя. Затем экземпляр формы уничтожается. После этого пользователь вносит какие-либо данные на HTML странице и инициализирует их отправку на сервер. Получив данные от пользователя, сервер создает новый экземпляр веб-формы, заполняет его данными пользователя и формирует HTML код ответа. Затем ответ отправляется клиенту, экземпляр уничтожается, а все этапы повторяются.

Такой принцип организации хорошо подходит для масштабных приложений с интенсивным обменом данными по сети. С помощью данной платформы можно большинство ошибок отлавливать ещё на стадии разработки, разделить визуальную часть и бизнес-логику по разным файлам, производить кэширование всей страницы или её части для увеличения производительности. Все эти факторы позволяют сделать выбор в пользу ASP.NET, которая имеет преимущество в скорости по сравнению с другими технологиями, основанными на скриптах.

Библиографический список

1. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Интернет-приложение метода обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2012. – № 41. – С. 70-74.

2. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Анализ статистики использования Интернет-приложения обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 4-1 (46). – С. 130-134.

3. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Теоретико-множественное представление метода обработки количественных числительных естественных языков и особенности их перевода в различных странах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2014. – № 4 (50). – Вып. 2. – С. 69-75.

ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ ПО ТИПАМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

А.С. Шустов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работах [1, 2] предложен метод автоматической классификации слов естественных языков по типам формообразования на основе корпусов текстов. Метод позволяет автоматизировать процессы составления классификации слов естественных языков по типам формообразования и заполнения морфологических словарей лингвистических систем, предназначенных для автоматической обработки текстов на морфологическом уровне методом генерации и определения форм слов [3], имеющем преимущества по сравнению с аналогичными методами [4].

Предложенный метод классификации предполагает для исследуемого языка наличие словаря начальных форм слов, набор типов формообразования и корпус текстов. Под типом формообразования понимается совокупность действий, каждое из которых позволяет получить для исходной начальной формы и заданной грамматической характеристики определенную форму слова. Все формы для анализируемой начальной формы слова называются парадигмой. Слова, имеющие одинаковый набор таких действий, относятся к одному типу формообразования. Корпус текстов – множество текстов исследуемого языка.

Выделяют два вида форм слов: синтетические (простые) и аналитические (составные). Отличием аналитических форм от синтетических является сочетание служебного и знаменательного (самостоятельного) слов. Хотя аналитическая форма и состоит из нескольких слов, она образует единую словоформу и обладает общим грамматическим значением. Рассмотрим глагол русского языка *ходить*. Примером синтетической формы слова будет являться, например, словоформа *ходил* (прошедшее время, мужской род, единственное число). Словоформа *буду ходить* (будущее время, 1-е лицо, единственное число) является примером аналитической формы рассматриваемого слова.

Одним из составляющих действий метода автоматической классификации слов естественных языков является преобразование корпуса текстов анализируемого языка в список слов L . В этом списке для определения типа формообразования слова осуществляется поиск его словоформ. Так как

аналитическая форма состоит из нескольких слов, то в списке слов L она целиком найдена не будет, следовательно, тип формообразования для анализируемой основы будет определен неверно.

Решение выше описанной проблемы заключается в рассмотрении аналитической формы слова в качестве совокупности отдельных независимых слов. Тогда будем считать, что анализируемая аналитическая форма слова имеется в списке L тогда и только тогда, если каждое слово, входящее в состав аналитической формы, имеется в списке L .

Другой проблемой, возникающей при классификации слов естественных языков по типам формообразования с использованием метода автоматической классификации, является классификация слов агглютативных языков. В таких языках словообразование и словоизменение осуществляется при помощи агглютинации различных аффиксов, каждый из которых несет только одно значение (в отличие от флективного строя), поэтому агглютативные языки характеризуются большим количеством словоформ. Примерами агглютативных языков являются чувашский, киргизский и татарский языки.

Из-за широкой морфологической парадигмы слов агглютативных языков на практике при использовании метода автоматической классификации слов по типам формообразования может возникнуть проблема наличия всех словоформ в корпусе текстов. Теоретически автоматическая классификация является точной при выполнении двух условий: наличие корпуса текстов больших объемов, полностью охватывающих исследуемый язык, и полного списка типов формообразования. Если эти условия не выполняются, то анализ основы и отнесение ее к тому или иному типу формообразования выполняет эксперт.

В итоге при рассмотрении аналитической формы слова в качестве совокупности отдельных ее составляющих слов, а также при наличии корпуса текстов большого объема и полного списка типов формообразования, решаются проблемы автоматической классификации слов агглютативных языков по типам формообразования и анализа аналитических словоформ.

Библиографический список

1. Шустов А.С. Автоматизация классификации слов естественных языков по типам формообразования на основе корпусов текста // Материалы XX Всерос. науч.-техн. конф. "Новые информационные технологии в научных исследованиях "НИТ-2015". - Рязань, 2015. - С. 190-191.
2. Шустов А.С. Метод автоматической классификации слов естественных языков // Материалы XXVIII Междунар. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-28»: в 12 т. Т. 9. / под общ. ред. А.А. Большакова. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2015; Ярославль: Ярослав. гос. техн. ун-т, 2015; Рязань: Рязанск. гос. радиотехн. ун-т, 2015. – С. 269-272.
3. Пруцков А.В. Методы поиска решений в лингвистических автоматизированных обучающих системах // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2006. – № 4. – С. 15-18.

4. Пруцков А.В., Розанов А.К. Методы морфологической обработки текстов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 3 (27). – С. 119-133.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОДА И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

Д.М. Цыбулько, А.В. Пруцков

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для качественного изучения иностранного языка необходимо доскональное знание всех основных разделов языкознания, одним из которых являются количественные числительные. Данный раздел имеет очень большое значение, поскольку является неотъемлемой частью, как устной, так и письменной речи. В работе [1] предлагается Интернет-приложение, которое выполняет две основные функции: перевод количественных числительных русского, английского, немецкого, испанского и финского языков на любой из перечисленных языков и проверку знаний правил образования количественных числительных.

В основе технологии перевода используется принцип трехуровневой обобщенной модели числительного [2]. Благодаря данному подходу, приложение выполняет перевод числительных не напрямую, а через специальный промежуточный язык. Главным преимуществом такого подхода является то, что существенно сокращается количество требуемых алгоритмов, необходимых для добавления нового языка, а именно: “язык-модель” и “модель-язык”. Указанные алгоритмы используют специальные таблицы соответствия обозначений языков и обозначений модели, которые являются обобщенными составляющими числительных (единицы, десятки, сотни, тысячи и т. д.), не зависящий от естественного языка. Основное достоинство технологии заключается в том, что при реализации подобных алгоритмов для какого-либо языка, становится также доступным перевод числительного этого языка на все поддерживаемые языки.

Одной из важных составляющих Интернет-приложения является поддержка автоматического распознавание языка ввода. В основе работы алгоритма используется подход, при котором обозначения языка заменяются обозначениями модели. Работа алгоритма признается успешной в том случае, если удастся заменить все обозначения языка, что позволяет определить принадлежность числительного к соответствующему языку. Обозначения языков являются непересекающимися множествами, что позволяет сделать вывод о том, что распознавание однозначно. Данная последовательность действий выполняется для всех поддерживаемых интернет-приложением языков.

Так как изучение иностранного языка невозможно без соответствующей практики, в приложении имеется встроенная система проверки знаний. Пользователю предлагается ответить на определенное количество вопросов по тематике числительных, а именно выполнить перевод с одного языка на другой. Достоинство данного раздела заключается в том, что приложение позволяет гибко задать параметры для теста: исходный и результи-

рующий формат числительных; диапазон значений, из которых будет выбираться числительное; количество вопросов.

В конце система выдает статистику проверки знаний: заданные вопросы, данные тестируемым ответы и правильные ответы. Это позволяет тестируемому самостоятельно выявить свои ошибки и наметить направления их исправления. Проверка знаний в данной системе предназначена для самоконтроля.

Приложение построено с использованием клиент-серверной архитектуры. Клиентская часть реализована на технологиях HTML, JavaScript и Ajax; её основными функциями являются: отображение пользовательского интерфейса и обмен данными сервером. Серверная часть разработана с использованием технологии PHP и реализует внутреннюю логику приложения: прием и обработка данных от клиентской части; распознавание языка ввода; проверка правильности введенных данных; генерацию и определение числительных; отправка результата обработки числительных клиентской части.

Применение веб-технологий, при реализации данного приложения, позволило получить доступ к функциям приложения практически с любого устройства, которое имеет поддержку современных веб-браузеров, что существенно увеличило потенциальную аудиторию приложения [3]. Небольшое число поддерживаемых языков на данном этапе не является существенным недостатком, так как их количество может быть легко увеличено путем написания для каждого нового языка соответствующих алгоритмов, связывающих язык с моделью, что является одним из следующих этапов развития приложения. Другим этапом является внедрение в систему проверки знаний языка проблемно-ориентированного объектного программирования [4], благодаря чему у преподавателя появляется возможность задавать различные сценарии тестирования. Это позволит увеличить количество возможных вариантов тестирования и проводить более целостный контроль за усвоением знаний пользователей.

Библиографический список

1. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Интернет-приложение метода обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2012. – № 41. – С. 70-74.
2. Пруцков А.В. Обработка числительных естественных языков с помощью формальных грамматик и нормальных алгоритмов Маркова // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2009. – Вып. 28. – С. 49-55.
3. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Анализ статистики использования Интернет-приложения обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 4-1 (46). – С. 130-134.
4. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Проблемно-ориентированное объектное программирование // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 45. – С. 57-62.

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ. V- МОДЕЛЬ

О.И. Каширина

Рязанский государственный радиотехнический университет

Тестирование программ систем предполагает использование концепции жизненного цикла.

Основным недостатком жизненного цикла тестирования всегда было позднее обнаружение дефектов системы, поскольку тестирование производилось на последних стадиях цикла разработки программного продукта. Вследствие этого цена производства программ возрастала. Для предотвращения этой проблемы была введена новая модель планирования и разработки программных средств, называемая «V – модель» [1,2].

Использование этой модели главным образом предполагает проведение тестирования системы непосредственно во время стадии разработки требований. Концепция V-модели опирается на понятия верификации и валидации.

Верификация представляет собой статический метод анализа системы. При этом тестирование производится без выполнения программного кода.

Валидация – динамический метод анализа, в котором тестирование производится путём выполнения программы.

В V- модели процессы разработки и контроля качества выполняются параллельно. Здесь не имеется дискретной фазы, называемой тестированием, так как оно начинается в конце фазы разработки требований. Процессы верификации и валидации происходят вместе. V- модель представлена на рисунке 1.

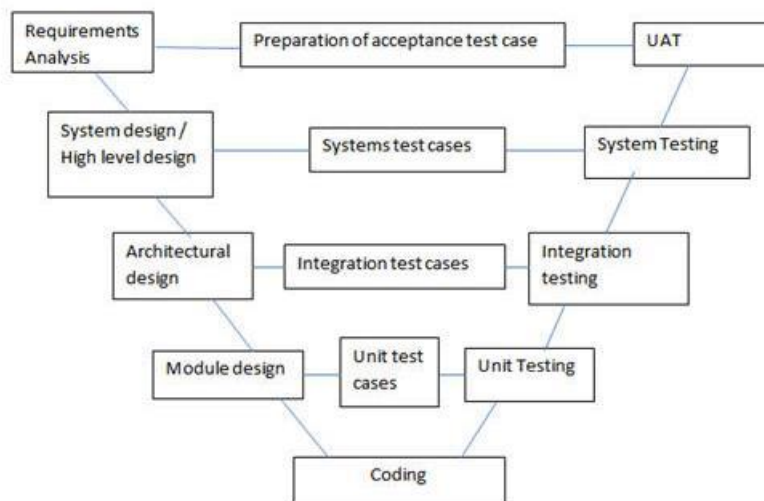


Рис. 1 - V- модель жизненного цикла тестирования системы

Левая часть приведенной схемы отображает этапы разработки программы, правая часть – этапы тестирования программы.

Этап анализа требований (requirement analysis) включает в себя беседу с заказчиком, сбор информации о разрабатываемом программном продукте и составление точных требований. При этом реализация будущей системы не имеет значения. Важна цель ее создания.

После получения четких требований к системе, необходимо приступить к этапу **разработки системы (system design)**. Этап включает в себя детализацию программных средств и подготовку продукта к разработке. Изучаются вопросы, связанные с реализацией требований к системе. Составление тестовых сценариев тесно связано с разработкой системы.

Этап разработки архитектуры (architectural design) соответственно названию заключается в разработке архитектуры программного обеспечения. Как правило, предлагается несколько технических подходов к организации системы, и на основе технических и финансовых возможностей принимается окончательное решение. Конструкция системы разбивается на модули, реализующие различные функциональные возможности, составляются таблицы баз данных. Этап разработки архитектуры также называется верхним уровнем разработки (High Level Design). Здесь осуществляется передача данных и связь между внутренними модулями и другими системами.

Этап разработки модулей (module design) включает в себя детализацию внутренней конструкции всех модулей системы. Его также называют нижним уровнем разработки (Low Level Design). Важно, чтобы конструкция каждого модуля была совместима с конструкциями других модулей архитектуры системы и архитектурами других внешних систем. Неотъемлемой частью любого процесса разработки являются юнит-тесты, которые помогают устранить ошибки на раннем этапе жизненного цикла.

Этап модульного тестирования (unit testing) предполагает запуск модульных тестов, разработанных на этапе разработки модулей. Модульное тестирование является тестированием на уровне разработки программы и помогает устранить некоторые ошибки на ранней стадии.

Этап интеграционного тестирования (integration testing) связан с этапом разработки архитектуры. Здесь интеграционные тесты выполняются для проверки взаимодействия внутренних модулей в системе.

Этап системного тестирования (system testing) непосредственно связан с этапом разработки программного продукта. Системные тесты проверяют всю функциональность системы и её взаимосвязь с внешними системами. В ходе выполнения системного тестирования может быть обнаружено большинство проблем совместимости программного и аппаратного обеспечения.

Заключительный этап приемочного тестирования связан с фазой бизнес-анализа и включает в себя тестирование продукта в пользовательской среде. Приемочное тестирование выявляет проблемы совместимости с другими системами, доступными в пользовательской среде. Здесь также осуществляется проверка нефункциональных задач системы, таких как нагрузка и производительность в реальной среде исполнения.

Использование в тестировании программ V-модели в реальных проектах показало его эффективность в сравнении с технологией, использующей концепцию классического жизненного цикла.

Библиографический список

1. Савин Р. Тестирование dot com. – М.: Дело, 2007 – С. 10 – 308.
2. Каширин И.Ю., Каширина О.И. Обзор концепций формального исследования инструментальных программных средств // Вестник РГРТУ. – Рязань: РГРТУ, 2015. -№ 2. С.74 – 83.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ WOLFRAM МАТЕМАТИКА ПРИ РАСЧЕТА КОНТУРА ПИТАНИЯ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ В ПЛАСТЕ С ТРЕЩИНОЙ

Г.А.А.Х. Аль-Гоби

Научный руководитель – Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

Санкт-Петербургский горный университет

Контур питания нефтяной скважины – линия, ограничивающая область фильтрации нефти к скважине. Классическая математическая модель рассматривает нефтяной пласт как сплошное деформируемое тело и использует существующее решение. В этом случае контур питания – окружность, радиус которой определяется достаточно простой формулой. Однако, обнаружено, что пласт, как правило, разбит системой вертикальных трещин [1]. В этом случае существующее решение непригодно. Контур питания перестает адекватно описываться окружностью.

Появились разные математические модели нефтяного пласта с одной трещиной или системой трещин. Нами также предложена модель пласта с трещиной. В этой модели трещина рассматривается как слой, пересекающий скважину, с другими механическими характеристиками. Наличие этого слоя искажает форму контура питания, вытягивая его вдоль трещины.

При построении модели мы исходили из закона Дарси, который применяется в подземной гидромеханике. В расчете выделяется зона с отсутствием влияния трещины и зона пласта, прилегающая к трещине. В первой зоне положение контура питания не изменяется от общепринятого, во второй выведены формулы для определения положения точек контура питания. Выведенные формулы содержат неберущиеся интегралы. Для приближенного вычисления этих интегралов использовался пакет Wolfram Mathematica. Этот пакет, как и многие другие пакеты компьютерной математики, содержит функции для приближенного вычисления интегралов. Учитывая большие промежутки интегрирования, что предопределено значительными размерами нефтяных пластов (до нескольких километров протяженностью), потребовалось при вычислении интегралов разбиение интервала интегрирования на значительное количество точек. Результаты расчетов выводятся в таблицу и также визуализируются средствами пакета. Полученная расчетом форма контура питания не противоречит существующим представлениям.

В настоящее время производятся множественные расчеты для разных начальных условий для выявления непротиворечивости построенной математической модели.

Библиографический список

1. Петухов А.В. Степенной закон и принцип самоподобия при изучении трещиноватых нефтегазоносных коллекторов и гидродинамическом моделировании процесса разработки/ А.В. Петухов, И.В. Шелепов, А.А. Петухов, А.И. Куклин //Нефтегазовая геология. Теория и практика.– 2012. - Т.7. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/3/33_2012.pdf

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MICROSOFT EXCEL ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАВНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИЁМИСТОСТИ СКВАЖИН БАРСУКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Э.И. Гусамов, О.Г. Быкова

ООО «РН-Пурнефтегаз»

ООО «РН-Пурнефтегаз», Санкт-Петербургский горный университет

Современное состояние разработки многих нефтегазовых месторождений в Западной Сибири характеризуется снижением дебитов скважин, высокой обводненностью, значительными водопроявлениями, наличием фонда простаивающих скважин и несоответствием обводненности с текущим коэффициентом извлечения нефти. В этой связи актуально применение мероприятий, вызывающих увеличение нефтеотдачи. Однако, далеко не всегда эти мероприятия оказываются эффективными. Поэтому важно произвести оценку влияния методов на объем нефтедобычи.

Одним из таких мероприятий является выравнивание профиля приемистости нагнетательных скважин. Для оценки эффективности этого способа используют характеристики вытеснения, под которыми понимают зависимости накопленной добычи нефти по объектам от накопленной добычи жидкости или воды при различных модификациях координат в зависимостях характеристик вытеснения [1], описывающих историю эксплуатации эксплуатационных объектов. Под характеристикой вытеснения понимается аналитическая зависимость между основными технологическими показателями и коэффициентом полезного действия системы разработки. К настоящему времени известно около 100 характеристик вытеснения, предложенных разными авторами. Многолетний опыт использования предложенных уравнений [2, 3, 4] показывает, что к каждой скважине следует подбирать свою характеристику (вид зависимости). Кроме того, в соответствии с данной методикой предполагается, что на всем протяжении эксплуатации сохраняется линейная зависимость между параметрами рассматриваемых уравнений. Несмотря на существенные недостатки данной методики прогнозирования технологической эффективности, в настоящее время для оценки эффективности методов увеличения нефтеотдачи эта методика применяется чаще других. Но так как до сих пор не удалось разработать объективные критерии отбора, то выбирают самые распространенные зависимости из всего их многообразия и подсчитывают среднее значение прогноза по этим характеристикам.

Для выяснения эффективности примененных методов повышения нефтеотдачи в табличном процессоре Microsoft Excel выполнены расчеты коэффициентов, входящих в аналитические зависимости, по отобранным 500 промысловым данным. Для определения коэффициентов использовалось определение линии тренда и ее параметров. В соответствии с критерием Тейла выбраны наиболее подходящие зависимости для данного месторождения. Затем произведено сравнение фактических данных с данными, вычисленными по характеристикам вытеснения. Разность между фактическими данными и расчетными позволила оценить эффективность использованного метода повышения нефтеотдачи.

Выполненный расчет выявил наиболее подходящие для данного месторождения характеристики вытеснения и позволил сделать вывод об эффективности примененного метода повышения нефтеотдачи.

Библиографический список

1. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Разработка нефтяных месторождений» для подготовки бакалавров направления 131000 «Нефтегазовое дело» профиля «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» всех форм обучения. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2013. – 32с.
2. Фаттахов И.Г., Новоселова Д.В. Расчет эффективности применения соляно-кислотной обработки по характеристикам вытеснения // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12-6. – С. 1186-1190
3. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005. С. 613-619.
4. Леванова Е.В. Ретроспективный анализ процесса выработки запасов нефти девонских отложений по объекту Ромашкинского месторождения // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело 2011, №2.- С. 438-447

СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРОСМАТРИВАЕМЫХ ЦЕПОЧЕК ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОРМ СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ

А.В. Пруцков, О.С. Ярова

Рязанский государственный радиотехнический университет

Под автоматической обработкой текста принято понимать процесс, направленный на преобразование текста на естественном языке при помощи ЭВМ. Эти преобразования используются для машинного перевода, анализа речи, ее синтеза, проверки правописания текстов, поиска и индексации информации в глобальных сетях и решения множества других задач.

Выделяют три уровня автоматической обработки текста: морфологический, синтаксический и семантический. Морфологический уровень обработки текстов включает решение задач определения основы слова и его грамматического значения или задачи генерации необходимой формы.

Предложен метод и алгоритмы решения задач генерации и определения [1]. Показано, что метод применим для естественных языков различных

групп и семейств, а также имеет преимущества над аналогичными методами [2]. В основе метода лежит модель формообразования [3], которая предполагает, что получение формы слов можно описать в виде последовательности операций над ней (например, добавление подстрок в начало и конец, замена одной подстроки другой), называемой цепочкой преобразований.

Для работы алгоритмов генерации и определения необходимо классифицировать слова по типам формообразования и описать получение словоформ цепочками преобразований. Однако количество таких цепочек может оказаться значительным, что увеличивает время определения форм слов.

Для сокращения времени определения предлагается подход [4], который позволяет сократить количество перебираемых цепочек преобразований, применимых к рассматриваемой словоформе и ведущих к получению основы.

Для решения данной задачи необходимо построить древовидную структуру на основе списка имеющихся цепочек преобразования. Среди преобразований выделяют наиболее часто встречающиеся или уникальные, эти преобразования становятся ключевыми, являясь основными для создания групп. Далее аналогично в сформированных группах также выделяются группы. Данная операция продолжается до тех пор, пока она возможна.

В результате описанных преобразований создается древовидная структура, позволяющая уменьшить количество просматриваемых преобразований. Это связано с тем, что преобразования, не применимые к словоформе на первом уровне преобразования, исключаются вместе с преобразованиями последующих уровней; цепочки, включающие в себя одинаковые преобразования, но относящиеся к разным грамматическим значениям, объединяются в одну ветвь; просмотр преобразований на уровне осуществляется до тех пор, пока не будет найдено преобразование, которое ведет к соответствующему применимому преобразованию, все оставшиеся преобразования больше не рассматриваются. Предлагаемый подход также является универсальным для естественных языков различных групп и семейств.

В настоящее время ведется разработка алгоритма и программного обеспечения, реализующих описанный подход на примере исследования глаголов русского языка, классифицированных по способу формообразования. Областью применения разрабатываемых алгоритмов является автоматическая обработка текстов, например [5-6].

Библиографический список

1. Пруцков А.В. Методы поиска решений в лингвистических автоматизированных обучающих системах // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2006. – № 4. – С. 15-18.
2. Пруцков А.В., Розанов А.К. Методы морфологической обработки текстов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2014. – № 3 (27). – С. 119-133.
3. Пруцков А.В. Алгебраическое представление модели формообразования естественных языков // Cloud Of Science. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 88-97.

4. Пруцков А.В. Модели, методы и программы автоматической обработки форм слов в естественно-языковых интерфейсах: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.13 / Рязан. гос. радиотехн. ун-т. — Рязань, 2015. — 279 с.

5. Громов Ю.Ю., Поляков Д.В., Лыонг Х.Д., Шихук А.Б.М.П.Б. Формализация информационной потребности с помощью коллокаций на основе теории нечетких множеств для пертинентного поиска текстовых сведений // Информация и безопасность. – 2012. – Т. 15. – № 2. – С. 213-218.

6. Брумштейн Ю.М. Научные статьи: особенности цитирования, использования ссылок, формирования библиографических списков // Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права. – 2011. – № 7. – С. 16-32.

АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТОВ НА JAVA, ИЛИ ПОЧЕМУ ЛУЧШЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ GRADLE

Е.Н. Степура

Рязанский государственный радиотехнический университет

При сборке проекта каждый программист хотя бы раз сталкивался с определенными проблемами, задаваясь вопросом: «Как быстро создать свой проект?». Приходится прибегать к автоматизации, рассматривая такие критерии, как удобство, гибкость, расширяемость и производительность.

Допустим, программист хочет скопировать файл в определенном месте в тот момент, когда строится новая версия проекта. Чтобы определить версию, необходимо проверить строку в метаданных, описывающих проект. Звучит довольно просто. Но, если полагаться в этом на XML-документ, задача становится труднее. В данной ситуации поможет инструмент для сборки проекта, который является добавлением функциональности сценариев.

Если использовать такой инструмент, как Maven, в конечном итоге происходит смешивание кода с XML. Придется добавлять очень много пользовательского кода. В конечном итоге возникнет множество багов. Еще одним неудобством данного инструмента является то, что по одному из приглашений Maven, один проект может производить только один артефакт. [1] А как же быть, если необходимо создавать два различных JAR-файла?

Рассмотрим еще один достаточно популярный инструмент для сборки проектов – Gradle. Система сборки Gradle очень мощная и сложная. [2] Сценарии, построенные данным инструментом, носят декларативный характер и легко читаемы. Код пишется на Groovy и значительно сокращает размер сценария сборки.

Сравним два кода, выполняющих одну и ту же функцию. Один, написан на XML, с использованием Maven, а второй – на Groovy при помощи Gradle.

Maven

```
<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0
    http://maven.apache.org/xsd/maven-
      4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <groupId>com.mycompany.app</groupId>
```

```

<artifactId>my-app</artifactId>
<packaging>jar</packaging>
<version>1.0-SNAPSHOT</version>

<dependencies>
  <dependency>
    <groupId>junit</groupId>
    <artifactId>junit</artifactId>
    <version>4.11</version>
    <scope>test</scope>
  </dependency>
</dependencies>
</project>

```

Gradle

```

apply plugin: 'java'
group = 'com.mycompany.app'
archivesBaseName = 'my-app'
version = '1.0-SNAPSHOT'

repositories {
    mavenCentral()
}

dependencies {
    testCompile 'junit:junit:4.11'
}

```

Соотношение размеров кода впечатляет. Там, где другие инструменты для сборки, такие как Maven, предлагают макеты проекта, Gradle позволяет обеспечить гибкость за счет адаптации к нетрадиционной структуре проекта.

Также, если проект уже частично создан, Gradle не заставит полностью исправлять существующие логики. Он имеет хорошую интеграцию с другими инструментами такими, как Ant и Maven.

Рынок также переходит на Gradle. Языки программирования, такие как Groovy и Hibernate, полностью перешли на Gradle в качестве основы для сборки. Этот инструмент сборки используется на каждом Android. [3]

Библиографический список

1. Berglund, T. and McCullough, M. Building and Testing with Gradle. — O'Reilly Media, 2011. — 110 p.
2. Gradle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://developer.alexanderklimov.ru/android/theory/gradle.php> (дата обращения: 27.09.2016);
3. Kousen, K. Gradle for Android. — O'Reilly Media, Incorporated, 2015. — 120 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИРЕКТИВ И ОПЦИЙ OPENMP

И.В. Субботин

Научный руководитель – Витязев С.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время при реализации задач обработки сигналов на многоядерных процессорах актуальной становится проблема разработки программного обеспечения с распределением задач по ядрам и координацией совместной работы ядер. Одним из способов решения указанной проблемы является применение инструментария OpenMP [0]. Технология OpenMP является одним из наиболее популярных средств программирования компьютеров с общей памятью, базирующихся на традиционных языках программирования и использовании специальных расширений этих языков. За основу берется последовательный код (программа, исполняемая на одном ядре), а для создания его параллельной версии (исполняемой одновременно на нескольких ядрах) пользователю предоставляется набор директив, функций и переменных окружения.

Технология OpenMP позволяет при незначительном изменении последовательного кода программы, путем добавления всего нескольких строк кода легко и просто распараллеливать её на несколько ядер [0-0].

В данной работе проводится расчет времени выполнения основных директив и опций OpenMP. Измерено время реализации директив OpenMP, позволяющих выполнить распределение задач по ядрам; опций OpenMP, решающих задачу разделения данных между ядрами; директив и опций OpenMP, выполняющих синхронизацию ядер. Сформирован тестовый пример, на котором проводятся измерения.

Результаты измерений занесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Время реализации директив OpenMP

директива OpenMP	время реализации в тактах
parallel	48477
private	2240
shared	4220
reduction	1527
for	656/ 651
sections\ section	1371/ 2429
single	1920
barrier	7889
ordered	562
flush	247
omp_set_thread_num	2340
omp_get_thread_num	319

В результате исследований сделан следующий вывод. Временные затраты на директивы и опции OpenMP достаточно велики. Необходимо обоснованно принимать решение об использовании данного инструментария в своем приложении. Если затраты на распараллеливание оказываются

больше, чем выигрыш от многоядерности, то лучшим решением может оказаться одноядерная реализация или использование иных средств распараллеливания программного кода. Сформированная таблица способна помочь принять такое решение.

Библиографический список

1. В.П. Гергель, А.А. Лабутина. Учебно-образовательный комплекс по методам параллельного программирования. Н.Новгород, 2007 г. – 138 с.
2. А.В. Сысоев. Высокопроизводительные вычисления в учебном процессе и научных исследованиях. Н.Новгород, 2006 г. – 90 с.
3. А.С. Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP. Издательство Московского университета, 2009 г. – 78 с.
4. М.П. Левин. Параллельное программирование с использованием OpenMP. Москва, 2012 г. – 121 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМЫ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ»

А.С. Фролов

Научный руководитель - Шибанов А.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Технологическая платформа «1С:Предприятие» является динамически развивающимся и идущим в ногу со временем средством разработки и управления базами данных. Следуя за развитием современных информационных технологий, «1С:Предприятие» совершенствует существующий и добавляет новый функционал, отвечающий возникающим на рынке требованиям.

Так, например, на практике при внедрении типовых решений часто возникает необходимость учитывать особенности и специфику бизнес-процессов конкретного предприятия, для чего приходится расширять возможности типовой конфигурации посредством её доработки. Раньше для этого приходилось «снимать конфигурацию с поддержки поставщика», таким образом осуществляя выбор между обновлениями от поставщика и собственными разработками. Однако, начиная с версии 8.3.6 в платформе появился механизм расширений, который позволяет изменять отдельные метаобъекты и использовать измененные версии поверх конфигурации поставщика [1]. А в версии 8.3.9, механизм расширений уже позволяет «перехватывать» отдельные методы модуля путём либо дополнения его программного кода, либо полного замещения [2]. Применительно моих разработок для настольных решений, данное нововведение нашло множество применений. Так, например, при помощи расширений конфигурации я могу достаточно легко расширять возможности типовых конфигураций, таких как «Бухгалтерия 3.0», путём добавления сложных отчетов или дополнительных реквизитов для хранения данных.

Также, для удобства разработчиков постоянно совершенствуются встроенные средства сравнения и объединения модулей, а также предоставлена возможность использования внешних средств, успешно применяющихся

для других языков программирования, таких как Araxis Merge, DiffMerge, Kdiff3, TortoiseMerge, Perforce P4Merge и другие [3].

Кроме того, стоит отметить, что готовится к релизу принципиально новая IDE, ориентированная на разработчиков и учитывающая богатый опыт разработки на других языках – этой средой станет 1C:Enterprise Development Tools (EDT), основанная на базе технологий Eclipse, которая позволит адаптировать среду под нужды разработчиков посредством внешних компонент [4].

Однако, разработка платформы уже давно ориентирована не только на настольные приложения. Мобильная платформа также претерпела ряд изменений, существенно расширяющих возможности разработчика по взаимодействию с мобильным устройством (смартфоном или планшетом под управлением Android/iOS/Windows Mobile). Среди ключевых новшеств стоит выделить такие, как:

новшеств стоит выделить такие, как:

- работа с уведомлениями;
- воспроизведение аудио;
- оценка и ожидание подходящего Интернет-соединения;
- усовершенствованная система компоновки данных;
- внешние компоненты (созданные по технологии Native API и аналогичные тем, что используются в настольной версии) [2].

Применительно разработок для мобильной платформы, данные новшества также нашли множество применений. Так, например, оценка и ожидание подходящего соединения оказались весьма удобными при работе с клиентами, расположенными достаточно далеко от базовых станций мобильных операторов, в следствии чего уровень сигнала сети не всегда стабилен и достаточен для начала сеанса обмена данными.

Заглядывая в перспективы развития платформы, стоит отметить планируемый переход к сервис-ориентированной архитектуре, который позволит существенно увеличить отказоустойчивость системы в целом и сделать более прозрачной работу с кластером серверов 1C:Предприятия [5].

Библиографический список

1. Механизм расширений. Технологический блог фирмы 1C от 30.10.2014 [Электронный ресурс] <http://v8.1c.ru/o7/201410ext/in-dex.htm>
2. Новое в версии 8.3.9 [Электронный ресурс] http://v8.1c.ru/overview/release_8_3_9/
3. Развитие сравнения/объединения модулей. Технологический блог фирмы 1C от 07.04.2014 [Электронный ресурс] <http://v8.1c.ru/o7/201404merge/index.htm>
4. 1C:Enterprise Development Tools [Электронный ресурс] http://v8.1c.ru/overview/release_IDE_beta/
5. Новое в ознакомительной версии 8.4.1 [Электронный ресурс] http://v8.1c.ru/overview/release_8_4_1/

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ SPA В СИСТЕМЕ SQLTEST

Д.В. Аникеев, В.И. Паршин

Научный руководитель – Маркин А. В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В статье содержится описание процесса создания интерфейсной части информационной системы для проверки знаний студентов в области языка структурированных запросов SQL[1]. Данная система создана на кафедре автоматизированных систем управления с применением технологии ASP.NET Web Forms. На текущий момент существуют более оптимальные средства разработки интерфейсов информационных систем. В качестве технологии реализации нового интерфейса выбрана технология SPA на базе фреймворка Angular JS.

Одностраничное web-приложение (SPA, Single Page Application) – это web-приложение, размещенное на одной странице, которая для обеспечения работы загружает все javascript-файлы, а также файлы CSS вместе с загрузкой самой страницы.

Angular JS – это JavaScript-фреймворк, использующий шаблон MVC. Для описания интерфейса используется декларативное программирование, а бизнес-логика отделена от кода интерфейса, что позволяет упростить тестирование приложения и его расширяемость.

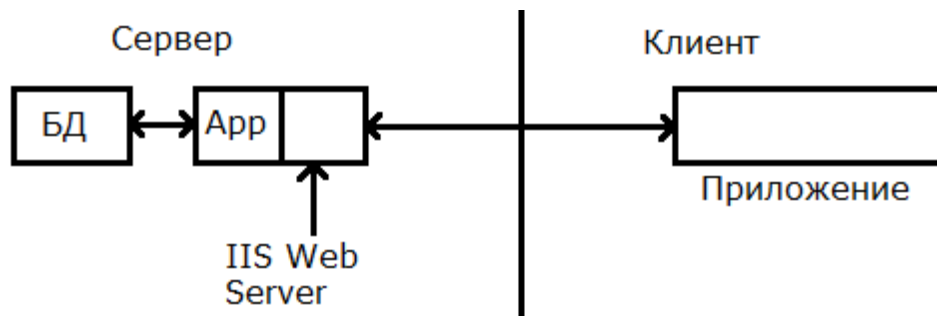


Рис. 1 – общая схема работы SPA приложения

Приложение представляет всего одну страницу, манипуляции над которой производит пользователь, выбирая разделы сайта. Эта страница обеспечивает загрузку всего необходимого кода, обращаясь при этом к серверной части приложения.

Разрабатываемый сайт работает по вышеприведенной схеме, пользователь имеет возможность выбрать необходимый раздел сайта (прохождение теста, просмотр информации), а обработкой вводимых им данных занимается приложение, связывающееся с базой данных системы.

Для целей реализации нового интерфейса SQLTest помимо выбора технологии реализации приложения также произведен сравнительный анализ существующих технологий авторизации в ASP.NET приложениях.

Существуют различные технологии авторизации в ASP.NET приложениях: аутентификация с помощью форм, Open Web Interface for .NET[2], OAuth[3].

Аутентификация с помощью форм – основана на «билетах». При регистрации пользователь получает «билет» с базовой информацией о себе,

данная информация сохраняется в зашифрованном cookie-файле, который присоединяется к ответу и автоматически отправляется в каждом последующем запросе.

OWIN – в билете пользователя, впервые получившего доступ к ресурсу, требующему авторизацию, будет сохранена информация о его персональных данных и роли (администратор, модератор, обычный пользователь и др.), а на основе роли уже будут определяться основные возможности, доступные пользователю.

OAuth – протокол авторизации, позволяющий выдать одному сервису (приложению) права на доступ к ресурсам пользователя на другом сервисе.

Для приложения SQLTest выбрана и реализована аутентификация с помощью форм как наиболее простая в реализации и обладающая приемлемым уровнем безопасности.

Библиографический список

1. Дистанционное обучение и контроль знаний. [Электронный ресурс] // Система контроля знаний SQLTest. URL: <http://rgerty.ru/sqltest/main.aspx>.
2. OWIN. Specification. [Электронный ресурс] // Open Web Interface for .NET. URL: <http://owin.org/> (дата обращения: 16.09.2016).
3. OAuth. Specification. [Электронный ресурс] // OAuth Community Site. URL: <https://oauth.net/2/> (дата обращения: 25.09.2016).

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕКОДЕРА ВИТЕРБИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

П.В. Овечкин

Научный руководитель – Золотарёв В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В процессе передачи данных по спутниковым и другим каналам связи могут возникать ошибки, для исправления которых используются методы помехоустойчивого кодирования. Среди них лучшими по эффективности исправления ошибок являются оптимальные декодеры, которые всегда находят наиболее близкое к принятому сообщению кодовое слово. Среди оптимальных алгоритмов декодирования в настоящее время наиболее широкое распространение получил алгоритм декодирования сверточных кодов, предложенный А. Витерби в 1967 г. Данный алгоритм позволяет изящно выполнить полный перебор всех возможных кодовых слов и выбрать среди них то, которое находится на минимальном расстоянии от принятого сообщения. Вместе с тем из-за экспоненциальной зависимости сложности декодера от конструктивной длины кода данный алгоритм может применяться только для кодов с небольшой конструктивной длиной.

Отметим, что в последнее время всё большее внимание специалистов по телекоммуникациям уделяется программно-ориентированным системам (SDR) [1], в которых значительная часть цифровой обработки сигналов выполняется на обычном персональном компьютере, имеющем в своем составе многоядерный центральный или графический процессор. Данные системы должны успевать обрабатывать принятые потоки данных со скоро-

стями в сотни Мбит/с. Вместе с тем декодеры Витерби, использующие при работе современные центральные процессоры, могут обеспечить скорость декодирования порядка 10 Мбит/с. Поэтому актуальной является задача ускорения работы программных версий декодера Витерби. Одним из перспективных направлений для решения данной задачи является реализация декодера Витерби на графических процессорах (GPU) с использованием архитектуры CUDA и языка CUDA C [2].

В данной работе рассмотрены особенности реализации декодера Витерби при использовании графической карты NVIDIA GeForce GTX 1080. Данная видеокарта построена на архитектуре Pascal и имеет 20 мультипроцессоров (SMM) с 2560 ядрами CUDA, базовой частотой 1.6 ГГц и вычислительными возможностями уровня 6.1. Каждый из мультипроцессоров содержит по 128 ядер CUDA, четыре варп планировщика, регистровую и текстурную память, а также 96 KB разделяемой памяти. Одним из основных способов создания быстродействующего декодера на CUDA является размещение в разделяемой и константной памяти всех используемых кодером и декодером массивов и обеспечение максимально возможного бесконфликтного доступа к элементам таких массивов, а также одновременный просмотр и анализ возможных переходов состояний для одного декодируемого сообщения несколькими потоками GPU.

При реализации декодера Витерби для стандартного сверточного кода, заданного полиномами (133, 171), на GPU использовалось разделение входного потока на блоки по 122 символа, к каждому из которых добавлялась хвостовая часть, состоящая из 6 нулевых символов для установки декодера в нулевое состояние, общая кодовая скорость при таком подходе равна 122/256. В результате выполненных работ для двоичного сверточного кода на базе архитектуры CUDA был разработан декодер Витерби, который использует только регистровые переменные, константную память и всего 9 KB разделяемой памяти, которая отводится на хранение принятого из канала сообщения, массива выполненных переходов состояний и метрик путей. Это позволяет на каждом из 20 мультипроцессоров выполнять одновременное декодирование 10 принятых из канала блоков, таким образом, суммарно выполняется одновременное декодирование 200 принятых сообщений.

Для ускорения работы декодера Витерби также используется одновременная работа нескольких потоков при декодировании каждого блока. При кодировании для формирования проверочных символов при поступлении в кодер очередного символа важно знать содержимое только первых шести битов сдвигового регистра. Содержимое первых шести битов полностью определяет состояние декодера, соответственно декодер для кода (133, 171) имеет 64 различных состояния. При декодировании принятого из канала сообщения на каждом шаге происходит перебор всех активных состояний предыдущего и анализируются возможные переходы в новое состояние. Так как в процессе декодирования необходимо считывать информацию о старом состоянии и записывать информацию о новом состоянии, то чтобы избежать конфликтов одновременной записи в одну область памяти каждый из потоков будет отвечать за определенное новое состояние. Например, поток 0 отвечает за новое состояние 0 декодера и анализирует предыдущие состояния 0 и 1 декодера, а поток 63 отвечает за новое со-

стояние 63 декодера и анализирует предыдущие состояния 62 и 63 декодера. Такая организация позволяет работать потокам полностью независимо, причем при этом частота конфликтов обращения к разделяемой памяти не более 0.0005.

Использование перечисленных приемов позволило получить общую скорость декодирования всей системы 160 Мбит/с при использовании кода с кодовой скоростью $R = 122/256$ с полиномами (133, 171) и одновременным декодированием 200 принятых из канала сообщений.

Таким образом, разработанные программные версии оптимальных декодеров Витерби можно использовать в высокоскоростных программно-ориентированных системах на базе графических процессоров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №15-07-06348).

Библиографический список

1. Software defined radio: architectures, systems, and functions. Dillinger, Madani, Alonistioti. Wiley, 2003. 454 p.
2. Guohui Wang, Michael Wu, Bei Yin, Joseph R. Cavallaro. High throughput low latency LDPC decoding on GPU for SDR systems // Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP), 2013. P. 1258–1261.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВОЕННОГО ВУЗА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

М. В. Илюшин, к.т.н, М. В. Стремоухов, к.т.н, В. В. Дворядкин
Научный руководитель – Батенков К. А.,
к.т.н., доц.

Академия ФСО России

Переход высшего профессионального образования на федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения и разработка в соответствии с ними основных образовательных программ изменили парадигму к организации образовательного процесса. Главная отличительная особенность заключается в переходе от формирования традиционных знаний, умений и навыков к формированию компетенций.

Можно сказать, что происходит трансформация знаний, умений, навыков в определенные компетенции, которые потребуются молодому офицеру в его дальнейшей профессиональной деятельности. Происходит ориентация на результат образования, выраженный через компетентности выпускника. Главный результат – человек, обладающий необходимой компетенцией или их набором (компетентностью), способный успешно осуществлять определенный вид профессиональной деятельности по предназначению.

Таким образом, при компетентностном обучении важными становятся:

- компетенции как результат образования;
- образовательные технологии как методы и средства их формирования;
- оценочные средства как инструмент доказательства достижения заявленных результатов образования (в терминах компетенций).

Наблюдается противоречие между возрастающими требованиями руководящих документов и заказчиков к качеству подготовки военных специа-

листов с одной стороны и ростом объема и сложности учебного материала, высокой динамикой развития инфокоммуникационных систем и сетей с другой.

В соответствии с тенденциями развития образования, анализа работ по педагогике [1, 2], существующих трудностей и противоречий в практической деятельности можно сказать, что сущность современного обучения отличается разумное сочетание педагогического управления с собственной инициативой и самостоятельностью, активностью обучающихся.

В современных условиях преподавателю в рамках определенной цели обучения необходимо:

- достичь баланса реализации всех функций педагогической деятельности (обучающей, воспитательной, организаторской и исследовательской);
- свою деятельность выстроить в рамках определенной технологии обучения;
- обладать личностной направленностью к педагогической деятельности.

Все это позволит достичь главной цели современной педагогики – вывести обучающихся на заданный уровень обучения с минимальными затратами времени, сил, средств.

Вариантом разрешения выявленного противоречия и удовлетворения вышеназванных требований стало использование технологии профессионально-ориентированного обучения с интенсификацией учебно-познавательной деятельности обучающихся по техническим дисциплинам.

Ключевыми моментами при реализации указанного технологического подхода к обучению явились оптимальное построение и реализация учебного процесса с учетом гарантированного достижения дидактических целей и применение адекватных методов и средств обучения.

Это стало возможным при рациональном качественном отборе учебного материала, оптимальном использовании учебного времени, установлении тесной взаимосвязи между учебными дисциплинами, повышении информационной емкости содержания каждого вида занятий, компьютеризации всех составляющих процесса обучения, применении элементов проблемного и исследовательского обучения, учете личностных характеристик.

В качестве средства формирования и оценки уровня компетенций применяется совокупность структурированных учебно-методических материалов, обеспечивающих полный цикл обучения, в состав которых входят элементы, направленные на формирование составных частей компетенций (входной контроль на первых занятиях по дисциплинам, теоретический материал, профессионально-ориентированные задачи, тесты, олимпиада, текущий, промежуточный и итоговый контроль). При проведении всех видов занятий дифференцированно используются:

- практический показ (на примере находящихся на вооружении систем коммутации и терминального оборудования, вызывают интерес различные макеты и лабораторные установки);
- фото и видеоматериалы процессов производства, использования и тестирования различного коммутационного и терминального оборудования;
- анимационные программы процессов функционирования различных инфокоммуникационных систем и сетей;

– имитационные программы моделирования сетей связи, построенных на различных технологиях, а также алгоритмов оценки качества передачи информации.

Неотъемлемой частью педагогического процесса в рамках технологии профессионально-ориентированного обучения является добровольное участие обучающихся в научной работе (подготовка рефератов, научных работ по теме, научно-технических переводов, программ для ЭВМ и т.д.).

Для эффективного изучения материала по каждой дисциплине разработаны и используются дидактические комплексы информационного обеспечения, представляющие собой дидактические системы, в которые интегрируются педагогические прикладные программные продукты, базы данных и знаний в соответствующей предметной области, а так же совокупность дидактических средств и методических материалов, всесторонне обеспечивающих и поддерживающих учебный процесс.

Указанный подход в профессиональной деятельности позволил улучшить качество подготовки обучающихся, развить их интерес к дисциплинам и творческой деятельности.

Библиографический список

1. Лаврентьева Н.Б., Попов Ю.В. Интенсификация учебно-познавательной деятельности студентов в процессе использования педагогических технологий // Ползуновский вестник, №1, 2015, С. 280–286.

2. Скибицкий Э.Г. и др. Педагогика высшей школы / учеб. Пособие. – Караганда: КарГТУ, 2013. – 409 с.

ОБЗОР МЕТОДОВ ДЕКОДИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ

И.В. Баринов

Научный руководитель — Овечкин Г.В.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При построении современных информационных систем одну из ключевых ролей играет надёжность передачи цифровых данных по каналу связи. Для решения задачи повышения надёжности передачи используются алгоритмы помехозащищённого кодирования.

Одной из задач, решаемых в процессе построения современных информационных систем, является выбор методов кодирования/декодирования. При этом необходимо достичь высокой эффективности метода декодирования и, в то же время, низкой сложности. Это связано с тем, что сложность практической реализации данных методов определяет стоимость, надёжность, быстродействие и много других важных параметров аппаратуры передачи данных.

Рассмотрим несколько алгоритмов декодирования, признанных на данный момент наиболее эффективными [1].

Это алгоритм декодирования Виттерби (AB) [2], алгоритм декодирования турбо-кодов (ТК) [3] и многопороговый алгоритм декодирования (МПД) [4].

Таблица 1 - Сложность алгоритмов декодирования помехоустойчивых кодов

Вид операции	Алгоритм Виттерби	Max-Log-MAP	Log-MAP	SOVA	Итерация МПД
Выбор максимума		$5 \cdot 2^{K-1} - 2$	$5 \cdot 2^{K-1} - 2$	$2^{K-1} + 3 \cdot K$	
Сложение	$2 \cdot 2^{K-1} + 5$	$10 \cdot 2^{K-1} + 11$	$15 \cdot 2^{K-1} + 9$	$2 \cdot 2^{K-1} + 8$	d
Умножение на ± 1		8	8	8	$(d+1)p$
Сравнение	2^{K-1}			$6 \cdot K$	1
Поиск в таблице			$5 \cdot 2^{K-1} - 2$		

Сложность декодирования ТК определяется сложностью методов декодирования составляющих кодов и количеством итераций декодирования. Вычислительная сложность Log-MAP, Max-Log-MAP и SOVA алгоритмов [2], используемых для декодирования составляющих кодов ТК, представлена в табл. 1. Очевидно, что относительная сложность данных алгоритмов также экспоненциально растет с ростом конструктивной длины K составляющих кодов. Однако для построения ТК применяются коды с небольшим $K=3 \div 5$, так как на его характеристики основное влияние оказывает длина используемого перемежителя. Поэтому сложность декодера ТК значительно меньше сложности АВ при равной эффективности [1].

Для МПД, как показано в табл. 1, количество операций, выполняемых при декодировании одного информационного бита, зависит от кодового расстояния d, вероятности ошибки в канале p и количества итераций декодирования.

Поскольку МПД обычно применяется для декодирования кодов с $d=7 \div 13$ при $p < 0.1$, его сложность оказывается примерно на порядок меньше сложности сопоставимого по эффективности ТК.

Из этого можно сделать вывод, что МПД - наиболее оптимальный по соотношению сложность-эффективность алгоритм декодирования.

Библиографический список

1. Золотарев В.В., Овечкин Г.В. Сложность реализации эффективных методов декодирования помехоустойчивых кодов // 6-я межд. конф. и выст. DSPA-2006. М.: 2004. Т.1. С.220–221.

2. Виттерби А. Границы ошибок для сверточных кодов и асимптотически оптимальный алгоритм декодирования // Некоторые вопросы теории кодирования. – М., 1970. С. 142-165.

3. Berrou C., Glavieux A., Thitimajshima P. Near Shannon Limit ErrorCorrecting Coding and Decoding: Turbo-Codes //Proceeding of ICC'93, Geneva, Switzerland, May 1993. pp. 1064-1070.

4. Золотарёв В.В. Эффективные многопороговые алгоритмы декодирования. - АН СССР, Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика", препринт, М., 1981, С. 75.

5. P. Robertson, E. Villebrun, P. Höher, "A Comparison of Optimal and Sub-Optimal MAP Decoding Algorithms Operating in the Log Domain," in Proceedings of the International Conference on Communications, (Seattle, United States), June 1995. pp. 1009–1013.

ОПЕРАТОРЫ МОДИФИКАЦИИ НЕЧЕТКОСТИ МНОЖЕСТВА: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

П.П.Маркина

Научный руководитель – Конюхов А.Н.,

к.п.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Прошло чуть более полувека с того времени, как L. Zadeh (Лотфи Заде) предложил принципиально новый математический аппарат для формализации нечетких явлений и процессов, [1].

Фундаментальным отличием теории нечетких множеств Л. Заде от классической теории множеств Г. Кантора стало то, что исследователь принципиально отказался от закона «исключения третьего». В математических конструкциях теории нечетких множеств (НМ) был осуществлен переход от строго ступенчатых характеристических функций обычных «четких» множеств к произвольным по виду функциям принадлежности, выражающим произвольные градации степени принадлежности элемента множеству в диапазоне от 0 до 1.[3]

Это был первый, теоретический период зарождения данной науки. Свое «второе рождение» теория пережила в начале 80-х годов, когда несколько групп исследователей (в основном, в США и Японии) занялись созданием автоматизированных систем, использующих нечеткие управляющие алгоритмы. Стали активно развиваться такие направления, как «искусственный интеллект» и «мягкие вычисления».

Третий период развития теории НМ начался с конца 80-х годов и продолжается до сих пор. Он ознаменовался лавинообразным нарастанием практических применений теории НМ и нечеткой логики в различных сферах науки и техники. Уже до начала 90-х годов XX века было зарегистрировано около 40 патентов, относящихся к нечеткой логике. Сегодня тысячи внедренных изобретений позволяют уверенно заявить о том, что системы управления на основе теории НМ заняли значимую и конкурентоспособную нишу в таких практических направлениях, как

- эффективное, стабильное и экономичное управление автомобильными двигателями (Nissan, Subaru);
- системы прогнозирования землетрясений (Inst. of Seismology Bureau of Metrology, Japan);
- медицинская диагностика злокачественных новообразований (Kawasaki Medical School);
- повышение безопасности ядерных реакторов (Hitachi, Bernard, Nuclear Fuel div.);
- распознавание образов, нечеткие базы данных и др.

Одной из ключевых проблем теории нечетких множеств и нечеткой логики является математическая формализация различных градаций лингвистических переменных, например, «более или менее», «слегка», «очень» и др. Например, если имеется нечеткое множество чисел, близких к нулю, обозначаемое символом А, то в практических задачах нечеткого управления часто требуется на основе структуры множества А сконструировать новое НМ: «более или менее близкий к нулю», «очень близкий к нулю» и пр.

В этом случае весьма продуктивной показала себя идея применения операторов увеличения (уменьшения) нечеткости, действующих на множество A , [1].

Классики теории нечетких множеств подробно описывают два таких относительно простых оператора, широко используемых в работе с лингвистическими переменными, [2].

Во-первых, это оператор концентрирования множества $CON(A)$, сводящийся к возведению во вторую степень значений функции принадлежности множества A .

Во-вторых, эта операция растяжения (дилатации) множества $DIL(A)$, равносильная возведению в степень 0,5 значений функции принадлежности множества A .

Тем не менее, несложные расчеты индексов нечеткости исходных множеств и множеств, полученных в результате действия операторов DIL и CON , показывают, что их применение далеко не всегда приводит к желаемым изменениям нечеткости множества – аргумента A и связано с особенностями поведения его функции принадлежности.

Те же недостатки присущи матричному оператору увеличения нечеткости (фаззификации) Л. Заде, построенного изначально для дискретного нечеткого множества, [1]. Оператор предназначен для преобразования обычного канторовского множества в нечеткое или для увеличения нечеткости уже имеющегося НМ. Но и в данном случае на основе оценки индексов нечеткости нетрудно показать, что действие оператора Заде далеко не всегда предсказуемо.

Все отмеченные недостатки существенно сужают возможности применения указанных операторов в нечетких алгоритмах и системах искусственного интеллекта. [4]

Если же говорить об операторах управления нечеткостью нечетких множеств на непрерывных носителях, то в данной направлении отмечается существенный недостаток исследований, что вызывает к необходимости развития теории операторов модификации нечеткости НМ.

Основными задачами в данном направлении считаем следующие:

- исследование математических свойств классических (уже используемых на практике) операторов управления нечеткостью НМ;
- обоснование необходимых и достаточных условий влияния структуры операторов на направленность (снижение или увеличение) и степень модификации нечеткости множества;
- усовершенствование имеющихся операторов модификации нечеткости НМ на базе сформулированных свойств и условий.

Библиографический список

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 166 с.
2. Конышева Л. К., Назаров Д. М. Основы теории нечетких множеств: Учебное пособие. - СПб.: Питер, 2011. - 192 с.
3. Zimmermann H.J. Fuzzy Set Theory and its Applications / H.J. Zimmermann. - Kluwer Academic Publishers, 1997. - 429 p.

4. Аверкин А.Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А.Н. Аверкин. - М.: Книга по требованию, 2012. - 312 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАБЫВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ В ХОДЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

А.А. Манакин, Ю.С. Морозова, И.Г. Осин

Научный руководитель – Митрошин А. А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В ходе учебного процесса обучаемым предъявляется для изучения некоторый набор понятий. Эти понятия предъявляются последовательно и связаны между собой логически, то есть для изучения некоторого понятия А требуется отсылка к ранее известному понятию В. Поскольку образовательный процесс занимает длительное время, понятие В может быть забыто обучаемым, и на его восстановление потребуется некоторый промежуток времени. Очевидно, что такой промежуток времени намного меньше, нежели время, которое будет затрачено на изучение понятия заново.

Вопросы, связанные с забыванием ранее введенных понятий с течением времени должны учитываться при планировании учебного процесса, в том числе и составления расписания учебных занятий.

В разработанной программе система понятий, предъявляемых для изучения, описывается как дерево, листьями которого являются сами понятия, а промежуточными вершинами - более общие понятия. Например, общее понятие - теорема Эйлера-Венна, конкретным понятием которой являются формулировка теоремы Эйлера-Венна, доказательство теоремы Эйлера-Венна и использование теоремы Эйлера-Венна для решения конкретных задач.

Предполагается, что если к некоторым понятием в течение определенного времени не обращались, то они забываются, то есть дерево понятий обучаемого сокращается. Время забывания понятий определяется в программе в качестве параметра, а само забывание носит вероятностный характер. Также за каждую единицу времени некоторое количество понятий обучающийся вспоминает, так как они необходимы для изучения новых понятий. В разработанной программе восстановление понятий осуществляется одновременно с забыванием некоторого количества других понятий дерева. Время восстановления вершин задается в программной реализации в качестве параметров и может быть изменено пользователем. Восстановление так же, как и забывание, носит вероятностный характер.

Программа написана на языке C++ с использованием среды разработки QT Creator.

Разработанное программное средство позволяет:

- получить статистику забывания понятий с течением времени.
- изучить процесс потери логической связи из-за забывания каких-либо понятий.

- используя полученную статистику, сделать выводы о том, как рационально изменить процесс усвоения понятий обучающимся и уменьшить количество забытых понятий.

ОЦЕНИВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО

А.О. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Оценивание является сложным психолого-педагогическим явлением, с которым мы сталкиваемся каждый день не только в среде профессиональной и образовательной деятельности, но и в обычной жизни. Повсеместность применения оценивания обуславливает многоаспектность самого определения оценки, ее характеристик и критериев, что придает дополнительную сложность ее стандартизации в ходе учебного процесса.

Определение оценки может содержать сразу четыре аспекта [1: 18]:

- 1) процесс оценивания чего-либо;
- 2) объективное отображение цены или качества чего-либо;
- 3) субъективное суждение о качестве чего-либо;
- 4) учебная отметка.

Как видно из приведенного определения, оценка может рассматриваться и как результат, и как процесс. Для дифференциации данных понятий используем термин «оценка» для обозначения результата, а термин «оценивание» для обозначения процесса.

Технология электронного портфолио обладает широкими возможностями по вовлечению ее в учебный процесс для оценивания образовательных достижений обучаемых. Однако, особое внимание при оценивании нужно обратить на обособление понятия «измерение» от понятия «оценивание».

Измерение представляет собой процесс определения, сколько раз одна единица может содержаться в другой, например, сколько заданий обучаемый выполнил из предлагаемого списка [1:19]. Подобное измерение может иметь свое применение в учебном процессе: формировать статистику выполненных заданий на время, помогать вычислять процент усвоения учебного материала или скорость прочитывания предлагаемого текста, однако, важным условием его аутентичности и объективности является наличие строго определенных единиц, сравниваемых между собой. Результаты измерения могут аккумулироваться в самой среде электронного портфолио (с помощью встроенных тестов или закладок) и служить средством контроля за усвоением конкретного учебного материала, но они не подходят для формирования суждения о знаниях обучаемого.

Оценивание образовательных достижений осуществляется не путем сравнения выбранных параметров, а путем сравнения результатов различных обучаемых по одним и тем же выбранным параметрам [1: 19]. В результате процесса оценивания при соблюдении условия равенства критериев, учебного материала, условий обучения и т.п. педагог получает объективную оценку образовательных достижений обучаемых.

Электронное портфолио путем переноса учебных материалов в электронный вид и обеспечения равного доступа к ним и к выбранным методам

тестирования для всех обучаемых позволяет добиться именно таких объективных и достоверных оценок образовательных достижений обучаемых.

Библиографический список

1. Батурин Н.А. Психология оценки: общие представления, дифференциация понятий и области изучения [Текст] / Вестник Южно-Уральского государственного университета, 2008. – Серия: Психология, № 31 (131). – С. 17-31.

ЗАДАЧИ УКЛАДКИ ГРАФОВ

И.Г. Осин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задачи об укладке графов находят широкое применение в программировании и при организации вычислительного процесса как в традиционных однопроцессорных компьютерах, так и в многопроцессорных системах и в многоядерных микропроцессорах.

Известно, что любую программу можно представить в виде ориентированной сети, которая представляет собой бесконтурный ориентированный граф, вершины которого идентифицируют операторы программы, а дуги – информационные связи между операторами. Так дуга (a_i, a_j) , связывающая вершины a_i и a_j в графе, означает, что результаты выполнения оператора, соответствующего вершине a_i , являются исходными данными для выполнения оператора, соответствующего вершине a_j . Задача укладки графа заключается в определении упорядоченной последовательности операторов (вершин), приводящей к реализации исследуемой программы.

Среди множества задач укладки графов, наиболее популярной является задача топологической сортировки графа [1]. Идея решения задачи топологической сортировки заключается в следующем. Поскольку сеть является бесконтурным графом, то в ней существуют вершины с нулевой полустепенью захода (входа сети) и с нулевой полустепенью исхода (выхода сети). Каждой вершине ставится в соответствие определенный уровень, который интерпретируется как длина максимального пути от входов сети до этой вершины. Проблема сортировки заключается в таком упорядочении вершин сети, при котором вершины, принадлежащие одному уровню, располагаются друг под другом, а другие ведут от вершин с меньшим уровнем к вершинам с большим уровнем слева направо. Такая сортировка применяется при распараллеливании алгоритмов для определения независимых операторов, которые могут выполняться параллельно. Одним из методов решения задачи топологической сортировки является алгоритм Демукрона [1].

При реализации программ во встроенных компьютерных системах к укладкам графов программ могут предъявляться специфические требования с целью достижения определённых свойств. В случае реализации программы на одноподобном микропроцессоре целесообразно получить укладку графа, которая обеспечивает такую последовательность выполнения опе-

раторов, которая обеспечивает максимальную загрузку регистровой памяти микропроцессора промежуточными результатами [2]. При реализации программы в многоядерном микропроцессоре необходимо планировать параллельные вычисления с минимальным числом обменов данными между процессорными ядрами, что повышает производительность вычислений за счет уменьшения суммарного количества обращений к общей оперативной памяти, через которую производится обмен данными между операторами [3].

В докладе приводится пример получения укладки графа программы для реализации на одноядерном микропроцессоре по критерию максимальной загрузки регистровой памяти микропроцессора промежуточными результатами.

Библиографический список

1. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика: учебник для ВУЗов - М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 744 с.
2. Корячко В.П., Микропроцессоры и микроЭВМ в радиоэлектронных средствах: учебник для ВУЗов – М.: Высшая школа, 1990. – 407 с.
3. Скворцов С.В. Алгоритм планирования параллельных вычислений в многоядерных процессорах: Радиотехника, 2016. №11

РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА РЛС

А.К. Головин, С.А. Орлов, А.С. Тарасов, А.В. Токарев

Научный руководитель – Шишулин Г.Г.

к.т.н, доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При подготовке специалистов профиля «Радиолокационные системы и комплексы» очень важным является наработка умений ручного съёма радиолокационной информации. Даже, несмотря на то, что вся современная аппаратура РЛС комплектуется системами для автоматического обнаружения и сопровождения целей, полностью доверить управление ей нельзя. Возможные отказы в работе автоматики, различные помехи могут внести корректировки в работу РЛС. Для того чтобы избежать прекращения работы всего комплекса из-за таких проблем, оператор РЛС должен быть готов перейти на ручной съём радиолокационных целей. Не стоит говорить и о том, какую важность несет работа в ручном режиме в военное время, когда цена отказа автоматики может привести к потере важных рубежей.

Действенным методом в подготовке солдат и офицеров является использование различных симуляторов. Такой подход к обучению используется не с проста, ведь он позволяет получить практические навыки ведения боя. К сожалению, не каждое военное подразделение обладает симуляторами современных комплексов, да и на многие технические единицы такие симуляторы не созданы, это и послужило созданию симулятора для рабочего места оператора РЛС.

Так как большинство РЛС имеет сходные рабочие места оператора, то в данном проекте не стоит цели ознакомить потенциального оператора с конкретным оборудованием станции. Интерфейс программы выполнен с использованием системных примитивов, которые в достаточно высокой

степени идентичны элементам на панели оператора РЛС. Более того, имеется возможность проводить тренировки на сенсорном оборудовании, что позволит максимально приблизить тренировочный процесс к реальной обстановке. В системе предусмотрены различные ситуации, такие как активные и пассивные помехи, наиболее часто применяемые режимы скорости вращения, идентификация бортовых судов по системе «свой-чужой», использование полярной системы координат, квадратов сетки ПВО, или реальной карты местности.

Библиографический список

1. В.Н. Тяпкин Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск: учебное пособие. – Красноярск: СФУ, 2011 г. – 536 с.
2. «Радиолокационная техника РЛС 19Ж6». Методические рекомендации по настройке и регулировке аппаратуры. М.: 2000 год.
3. М.Н. Финкельштейн Основы радиолокации: учебное пособие. – М.: Радио и связь, 1983. – 536 с.

Секция 5**Технологии искусственного интеллекта в проектировании****РАЗРАБОТКА СПИСКА ДЕЛ НА JAVASCRIPT С ПОМОЩЬЮ
БИБЛИОТЕКИ REACT**

А.С. Рыбакова

Научный руководитель – Орехов В.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

React – это открытая библиотека языка Javascript, позволяющая изменять DOM-дерево уже загруженной HTML-страницы. Это осуществляется с помощью Virtual DOM – дерева React-элементов на JavaScript. React отрисовывает Virtual DOM в браузере, чтоб сделать интерфейс видимым. React следит за изменениями в Virtual DOM и автоматически изменяет DOM в браузере так, чтоб он соответствовал виртуальному. С помощью React можно создавать динамические страницы, изменяющие свой вид без перезагрузки.

Список дел, или To-Do List – это список задач, в который можно добавлять или удалять задачи, отмечать уже выполненные задачи. В описываемом списке дел также реализован динамический поиск по задачам. Концепция To-Do List позволяет наглядно продемонстрировать возможности Javascript и его библиотек.

Разработанный список дел имеет следующий вид (рис. 1):

ToDo List

I'm looking for...

- ☒ To do homework x
- ☐ To clean my room x
- ☒ To go shopping x
- ☒ To bake cakes x
- ☐ To go for a walk x

ToDo text Add

Рис. 1 - Список дел.

Разработка интерфейсной части производилась на HTML5 и CSS3 в соответствии с наиболее современными принципами создания веб-страниц. При разработке применялись принципы минимизации и структуризации про-

граммного кода. Библиотека React не требует установки на компьютер и подключается через ссылки в заголовке HTML-файла. Для описания типовых элементов (кнопки удаления пунктов списка) был использован свободный иконочный шрифт Font Awesome, подключаемый также в заголовке HTML.

Ключевой особенностью разработки с использованием библиотеки React является то, что HTML-файл не описывает элементы созданного To-Do List и содержит только один элемент `<div>`, а виртуальное дерево элементов полностью описывается в .js-файлах. Для описания виртуального дерева были созданы 2 React-класса: `ToDoList` (список дел) и `Item` (пункт списка дел), расположенные в отдельных файлах. Инициация приложения вынесена в файл `app.js`.

Структура React-класса сочетает в себе описание JavaScript-функций и HTML-элементов. HTML-структура является возвращаемым значением специальной функции `render`. Класс `ToDoList` содержит функции `getLastId` (возврат ID последнего элемента списка дел), `getInitialState` (возврат текущего состояния списка дел), `handleSearch` (фиксация текущего значения строки поиска), `newItem` (фиксация текущего значения поля ввода нового элемента), `addItem` (добавление нового элемента в список дел), `delItem` (удаление элемента из списка дел), `createItem` (создание нового HTML-элемента класса `Item`). Благодаря такой структуре возможна динамическая фильтрация списка задач по мере ввода значения в строку поиска, возможность добавления с подтверждением и удаления с подтверждением задач из списка. В классе `Item` описывается только структура элемента «задача», описание функций не требуется.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

К.Д. Акинина, А.Н. Сапрыкин к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из важнейших конструкторских задач, типовых для всех уровней конструктивной иерархии является компоновка конструктивных модулей. Данная задача носит комбинаторно-логический характер и является классическим примером многокритериальной оптимизации.

В многокритериальных задачах возникает необходимость объективной оценки важности частных критериев, включенных в мультипликативный или минимаксный критерий оптимальности.

Исходными данными для решения задачи компоновки электронно-вычислительных средств является коммутационная схема (КС). Для алгоритмизации и формального решения задачи производится переход от КС к графу и гиперграфу [1]. В свою очередь задача разбиения графа на части относится к NP-полным и NP-сложным. Получение оптимального решения возможно только полным перебором различных вариантов разбиения.

Для определения оптимального результата при разбиении графа на части можно использовать тривиальный метод разбиения, заключающийся в получении всех возможных вариантов разбиения и выборе из них наилучшего. Однако такой путь является неприемлемым, поскольку он чрезвычайно затруднителен даже при современных быстродействующих ЭВМ.

Таким образом, разработка нового метода компоновки блоков электронно-вычислительных средств с полиномиальной временной сложностью является актуальной задачей.

Предлагается эволюционный алгоритм компоновки блоков электронно-вычислительных средств, основанный на модифицированном методе генетического поиска.

В докладе рассматривается архитектура схем генетического поиска, ориентированная на задачи разбиения графовых моделей, используемых при компоновке конструктивных модулей.

Описана структура хромосомы, зависимость размера хромосомы от количества точек искомого пространства и варианты свертки цепочек хромосом в одну хромосому используя как двоичное, так и десятичное кодирования.

Предложены новые операторы генетического поиска, которые значительно ускоряют работу алгоритма, восстанавливая хромосомы, содержащие номера несуществующие элементов или блоков электронно-вычислительных средств.

Разработанный авторами алгоритм компоновки блоков электронно-вычислительных средств является эффективным средством для решения задач компоновки блоков ЭВС большой размерности.

Библиографический список

1. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР : учебник для вузов / В. М. Курейчик . – М. : Радио и связь, 1990 . – 352 с.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

Г.А. Попов

Научный руководитель — Скворцов С.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается программная реализация и сравнительный анализ методов решения задачи коммивояжера. Данная задача заключается в отыскании самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город. Математически она определяется как нахождение гамильтонова цикла минимального веса на взвешенном графе.

В докладе преимущественно рассматриваются следующие методы решения задачи коммивояжера.

Метод Монте-Карло — стохастический метод, основанный на получении нового решения на каждой итерации алгоритма. Для каждого нового решения определяется длина пути, и если она лучше, чем у предыдущего то это решение запоминается, если нет, то генерируется новое решение. Понятно, что решение может быть насколько угодно велико удалено от оптимального, зато может работать в течении некоего заранее определенного времени.

Метод ветвей и границ — это один из немногих алгоритмов, которые дают точное решение задачи коммивояжера. Является вариантом поиска с возвратом. В основе метода ветвей и границ лежит идея последовательного разбиения множества допустимых решений на два подмножества — содержащее выбранный путь и не содержащий

Генетический алгоритм — это эвристический алгоритм решения задачи коммивояжера, основанный на законах природы. После генерирования определенного числа случайных решений над ними производятся операции похожие на природную эволюцию. Решения скрещиваются между собой, а также мутируют. Выбор лучшего решения производится на основе такого понятия как функция приспособленности — а именно длина пути задачи коммивояжера для данного конкретного решения.

Для данных методов предлагаются программные реализации, над которыми проводился ряд экспериментов. Целью, рассматриваемых в докладе экспериментов являются:

1. Оценка затрат времени и памяти при нахождении оптимального решения методом ветвей и границ.
2. Временная оценка метода Монте-Карло и генетического алгоритма при максимальном проигрыше в 10% относительно оптимального.
3. Качественная оценка методов Монте-Карло и генетического алгоритма относительно друг друга при большом количестве городов.

Каждый эксперимент состоял из множества опытов, в каждом из которых проводилось решение задачи коммивояжера указанными методами на полном ориентированном графе. Входным параметром опытов являлась размерность матрицы смежности. В ходе экспериментов были рассмотрены размерности от 5 до 45 вершин для метода ветвей и границ и от 5 до 500 для генетического алгоритма и метода Монте-Карло. Для каждого опыта проводилось множество испытаний над матрицами с различными значениями весов, которые генерировались случайно из целых положительных чисел диапазона от 1 до 256. Выходными параметрами испытаний являлись средние показатели временных и качественных характеристик методов решения задачи коммивояжера.

Результаты экспериментов позволяют сделать следующие выводы:

1. При небольшом количестве вершин в задаче коммивояжера лучше всего использовать метод ветвей и границ.
2. Если нет средств на реализацию сложных алгоритмов, можно использовать метод Монте-Карло, который при малом количестве вершин способен выдать результат не хуже, чем на 10% в приемлемые сроки.
3. Для большого количества вершин, метод Монте-Карло, можно использовать при ограниченном времени решения. Когда он не сильно уступает генетическому алгоритму.
4. Если время решения не ограничено, то лучше использовать генетический алгоритм (когда невозможно получить решение методов ветвей и границ).

В дальнейшем предполагается рассмотреть решение задачи коммивояжера с использованием методов параллельной обработки данных, например, с помощью вычислений на графических ускорителях с использованием технологии CUDA.

Библиографический список

1. Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.
2. Ф.А. Новиков Дискретная математика: Учебник для вузов./ Питер, 2013. – 432 с.
3. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Разработка параллельного генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера на платформе CUDA // Системы управления и информационные технологии. - 2015. - № 2 (60). - С. 50-55.
4. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Организация параллельных вычислений на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 49. С. 77-82.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ, В СОВРЕМЕННЫХ САПР

В.Г. Соколов

Научный руководитель – Орешков В.И.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время при производстве высокотехнологичной продукции одним из решающих конкурентных преимуществ является возможность проектирования и производства под заказ конкретного потребителя, при этом:

- сроки и стоимость внесения необходимых изменений в проект должны быть минимальными;
- изделие не должно требовать длительной отработки в эксплуатации.

При разработке документации и внесении изменений разработчику зачастую приходится выполнять ряд рутинных, повторяющихся действий, даже при использовании современных САПР. Частичная или полная автоматизация таких действий возможна за счет формализации правил, которым подчиняется разрабатываемое изделие, и структурирование их в форме баз знаний. Такой подход получил на Западе название «Knowledge based engineering» (KBE), т.е. проектирование на основе баз знаний [1].

В классическом конструировании роль формализованных правил выполняют государственные и отраслевые стандарты, стандарты организаций, технические задания, руководства по конструированию и т.п. Однако в современных условиях конструктор или технолог не может позволить себе постоянное обращение к бумажным или электронным стандартам, а должен иметь возможность раз и навсегда ввести все необходимые требования в электронные модели деталей и сборочных единиц. Это особенно важно, если разработка ведется силами территориально распределенной организации или группой организаций. Те же соображения распространяются на процессы комплектования, изготовления, испытаний и эксплуатации, что позволяет говорить о применении концепции KBE в течение всего жизненного цикла изделия. Использование концепции KBE позволяет лучше интегрировать различные приложения в составе САПР, а также САПР между со-

бой. Кроме того, КВЕ делает более простым повторное использование проектных решений.

Наиболее ранние программные продукты, реализующие принципы КВЕ, разрабатывались в 80-е годы с применением языка программирования Lisp и включали в себя мощные инструменты для моделирования событий, датчики случайных распределений, визуальные симуляторы и т.д. (например, Simkit для среды Knowledge Engineering Environment фирмы Intellicorp). Однако они требовали большой вычислительной мощности и значительных объемов памяти, зачастую превышавших возможности большинства компьютеров того времени. Поэтому следующим шагом стала значительно большая формализация самих проектов, что позволило реализовать модели, считавшиеся неразрешимыми или требовавшие экспоненциально растущих аппаратных ресурсов. Этот подход начал реализовываться в семействе приложений CATIA фирмы Dassault Systemes [2].

Для реализации КВЕ в современных САПР могут быть использованы модули сторонних разработчиков. Например, для популярной САПР SolidWorks используется линейка модулей DriveWorks. В зависимости от имеющегося функционала различают версии Xpress, Solo и Pro. Версия Pro предназначена для групповой работы и создания распределенных сетей уровня предприятия. Версия Solo – это исчерпывающий набор инструментов для индивидуальной работы над масштабируемым проектом. А для знакомства с возможностями DriveWorks и решения большинства повседневных задач предназначен модуль Xpress, который входит в базовый комплект SolidWorks[1].

Далее рассматриваются практические примеры создания моделей в САПР SolidWorks с использованием модуля DriveWorks Xpress (см. рисунок 1).

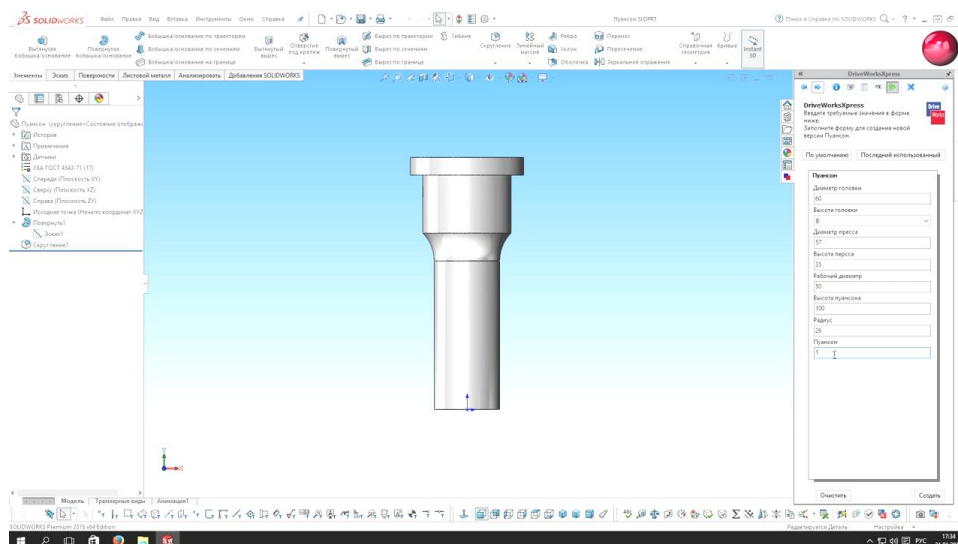


Рис. 1 – Модель пуансона в САПР SolidWorks с использованием модуля DriveWorks Xpress

На примерах показано, что использование модуля DriveWorks Xpress для параметризации деталей и последующее применение параметризованных моделей в составе сборок сокращает время разработки документации и упрощает моделирование.

Библиографический список

1. SolidWorks: проектирование на основе баз знаний/ Н. Семидоцкий // САПР и графика. - 2014. - № 5. - С. 34-38.
2. [Электронный ресурс] https://en.wikipedia.org/wiki/Knowledge-based_engineering.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СОРТИРОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SVM-АЛГОРИТМА

Ю.С. Соколова

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается подход к решению задачи упорядочивания объектов с применением SVM-алгоритма.

Для решения многих классификационных задач в последние годы успешно применяется алгоритм опорных векторов – SVM-алгоритм (Support Vector Machine), осуществляющий обучение по прецедентам и входящий в группу граничных алгоритмов и методов классификации. В результате обучения SVM-алгоритмом определяется классифицирующая функция [1]:

$$f(x) = \sum_{i=1}^N \lambda_i y_i \kappa(x_i, x) + b. \quad (1)$$

Классификационное решение, сопоставляющее объект x классу с меткой «-1» или «+1», принимается по правилу [1]:

$$A(x) = \text{sign}(f(x)) = \text{sign}\left(\sum_{i=1}^N \lambda_i y_i \kappa(x_i, x) + b\right), \quad (2)$$

где $\kappa(x_i, x)$ – функция ядра классификатора; b – параметр, задающий смещение гиперплоскости, разделяющей классы, относительно начала координат; λ_i – множитель Лагранжа ($\lambda_i \geq 0$); y_i – известное классификационное решение («-1» или «+1»), N – количество объектов в обучающей выборке.

Главная проблема, возникающая при разработке SVM-классификатора, связана с выбором оптимального типа ядра, значений его параметров и значения параметра регуляризации, оказывающих влияние на качество классификации, оценка которого может быть выполнена с применением различных показателей качества классификации [2, 3]. Для определения оптимальных значений параметров SVM-классификатора может быть использован традиционный или модифицированный алгоритм роя частиц [2].

После решения проблемы качественной классификации объектов, зачастую приходится выбирать из образовавшихся классов не все объекты, а только некоторые из них. Так, например, при определении объектов городской недвижимости, нуждающихся в капитальном ремонте, их количество в десятки раз может превышать количество объектов, для которых ремонт будет профинансирован. Следовательно, возникает необходимость в выделении объектов, наиболее остро нуждающихся в ремонте, т.е. потребность в их упорядочении (сортировке).

Для решения проблемы классификации и последующей сортировки может быть применен аппарат теории мультимножеств [4, 5], позволяющий учесть все, в том числе и противоречащие друг другу, оценки экспертов.

Предлагаемый подход к решению задачи сортировки с помощью SVM-алгоритма предполагает использование значения функции $f(x)$ объекта x , полученное SVM-классификатором: чем больше положительное значение $f(x)$ в (1), возвращаемое SVM-классификатором, тем точнее объект x определяется в класс с меткой «+1», и чем меньше отрицательное значение $f(x)$, тем точнее объект x определяется в класс с меткой «-1»; значение $f(x)$, равное «-1» и «+1» показывает попадание объекта x на границу отрицательного и положительного классов соответственно.

В соответствии с предложенным подходом решение задачи упорядочивания объектов с использованием SVM-алгоритма можно представить следующей последовательностью шагов.

Шаг 1. Для заданного набора объектов (прецедентов) построить SVM-классификатор, оптимальные значения параметров которого определить, например, с использованием традиционного или модифицированного алгоритма роя частиц.

Шаг 2. Для объектов упорядочиваемого класса (класса с меткой «-1» или «+1») рассчитать значения функции $f(x)$, возвращаемое SVM-классификатором в соответствии с формулой (1).

Шаг 3. Отсортировать объекты упорядочиваемого класса по убыванию абсолютных значений $f(x)$.

От того, насколько качественно, адекватно и обоснованно выполнен анализ изучаемых объектов, в частности их классификация, упорядочение и последующий отбор, зависит эффективность принимаемых решений.

Очевидно, что данный подход может оказаться эффективным при решении задач социально-экономического характера в процессе принятия решений по финансированию ряда объектов, наиболее остро нуждающихся в инвестициях, например, при определении пациентов, для которых будет выделена квота на оказание медицинской помощи; при определении объектов социальной недвижимости, нуждающихся в первоочередном ремонте; при зачислении абитуриентов на бюджетные места в государственные учебные заведения.

Библиографический список

1. Vapnik V. Statistical Learning Theory. – New York: John Wiley & Sons, 1998. 734 p.
2. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Аспекты применения алгоритма роя частиц в задаче разработки SVM-классификатора // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. С. 109-117.
3. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Использование SVM-алгоритма для уточнения решения задачи классификации объектов с применением алгоритмов кластеризации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 51. С. 103-113.

4. Петровский А.Б. Упорядочение и классификация объектов с противоречивыми признаками // Новости искусственного интеллекта. 2003. № 4. С. 34-43.

5. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Аспекты применения лингвистической шкалы оценивания в задаче сортировки конкурсных проектов на основе инструментария теории мультимножеств // Информационные технологии моделирования и управления. 2015. Т. 1. № 91. С. 34-41.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТА КОНТРОЛЯ МОНТАЖА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА

М. А. Однорал

Научный руководитель – Антоненко А. В.

к.т.н. доц., инженер-конструктор ведущий

Рязанский государственный радиотехнический университет

При серийном производстве кабелей и электронных устройств, когда производится большое количество готовой продукции, для корректной работы электронных устройств, возникает потребность в автоматическом контроле электрических параметров, а также качества и правильности монтажа.

Автомат контроля монтажа (АКМ) для автоматизированного рабочего места инженера-контролера монтажа разрабатывается для контроля правильности монтажа, измерения сопротивления цепей и величины сопротивления изоляции.

Структура рабочего места включает в себя следующие блоки: персональный ЭВМ, блок управления (БУ), блоки коммутации (БК) и стенд проверки. При этом БУ и БК являются составляющими АКМ. В данной работе рассматривается плата управления, входящая в состав БУ. На рисунке представлена функциональная схема платы управления и схемы измерения высокоомных сопротивлений.

Основными задачами схемы платы управления (ПУ) и схемы измерения высокоомных напряжений (СИБН) являются: 1) осуществление управления устройством путем выработки управляющих сигналов; 2) передача результатов измерения программному обеспечению (ПО) на ЭВМ; 3) получения команд управления посредством интерфейса USB от ПО; 4) осуществление измерения высокоомных сопротивлений путем измерения напряжения между проверяемыми контактами кабельной системы и тока, протекающего между ними.

Основными элементами данной схемы являются: микроконтроллер (МК), гальваническая развязка (ГР), схема стабилизации напряжения (ССН), схема управления высоковольтным источником питания (СУВИП), схема индикации (СИ), схема формирования опорного напряжения (СФОН), схема управления делителем (СУД), схема управления транзистором (СУТ), схема транзистора (СТ), схема компаратора (СК), блок измерения тока (СИТ), блок измерения напряжения (СИН).

С помощью МК организовано управление составными частями устройства, а также для передачи результатов работы ПО на ЭВМ посредством

интерфейса USB. По интерфейсу RS-485 осуществляется управление блоками коммутации для конфигурирования измерительной схемы.

МК работает в режиме прием-передача, обрабатывая поступающие команды от ПО, выполненные на ЭВМ.

ГР необходима для разделения блоков, элементов и схем, для отделения низковольтной и высоковольтной частей платы с целью защиты низковольтных элементов от паразитных наводок со стороны высоковольтной части. МК посредством СУВИП передает сигналы управления на ВИП, с целью формирования высоковольтного напряжения.

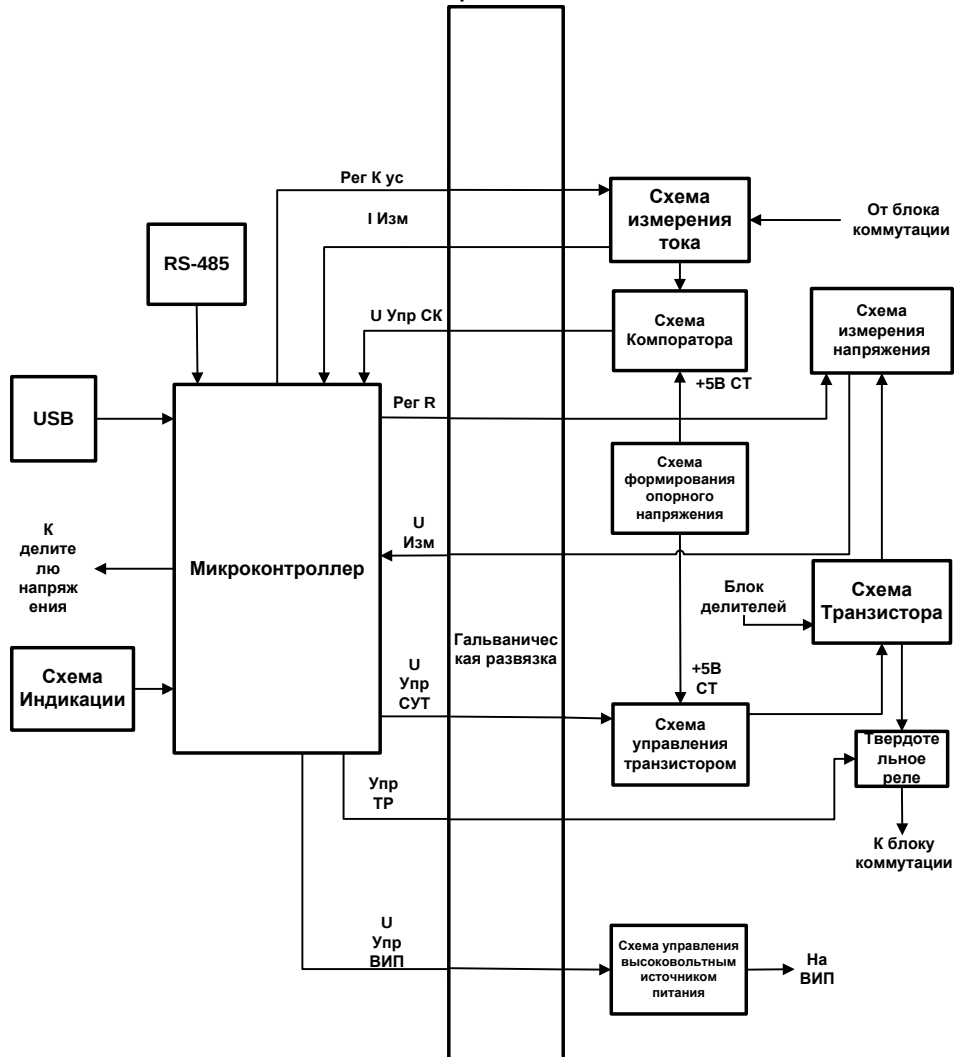


Рис. 1 - Функциональная схема платы управления и схемы измерения высокоточных сопротивлений

СИ предназначена для отображения технологической информации при настройке режимов работы как устройства в целом, так и отдельных его узлов. СФОН формирует опорное напряжение (+5В.ст.), необходимое для работы СУТ и формирования уровня срабатывания СК.

Схема управления транзистором и СТ выполняют такие функции как плавное включение и выключение высокого напряжения, с целью предотвращения паразитных переколебаний, а также для установки требуемого уровня напряжения заданного от техническими условиями проверяемого изделия. В зависимости с режимом работы ВИП, заблаговременно до его включения, с МК подаются управляющие сигналы, устанавливающие необ-

ходимый коэффициент деления делителя. СИН измеряет напряжение, формирующееся на СТ и подаваемое на БК. СИТ предназначена для измерения тока, протекающего через измерительный резистор, для последующего измерения сопротивления. Значение сопротивления вычисляется за счет вычисления тока, при заданном уровне напряжения.

Разработанная ПУ и СИВН является базовым звеном автомата контроля монтажа. Данная плата осуществляет управление как отдельно блоком управления, так и всем устройством в целом. Также, реализована возможность измерения сопротивления изоляции, что является одной из основных функций АКМ.

МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ СПАМА ВО ВХОДЯЩИХ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТАХ

Е.В.Сухих

Научный руководитель - Фомина К. Ю.
старший преподаватель

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последние годы специалисты в области информационной безопасности начали заниматься несвойственной им задачей: бороться со спамом – массовыми рассылками, которые в большинстве своем носят рекламный характер. А происходит это потому, что такие рассылки наносят серьезный ущерб информационным системам [1].

Вначале разберемся с самим понятием «спам». В 1930 г. существовали консервы из второсортного мяса под названием SPiced hAM (сокращенно SPAM) [2]. Компания по производству этих консервов использовала очень навязчивую рекламу. Через какое-то время слово "СПАМ" стало международным выражением. На сегодняшний день СПАМ - это письма и открытки рекламного характера, которые приходят нам на почту или на e-mail.

Для отправки такого письма злоумышленнику необходимо знать e-mail адреса абонентов. Существует несколько способов добычи e-mail адресов. Наиболее распространенным является способ сканирования HTML-страницы. Другой способ получения адреса почты - это подбор адреса по словарю. Данный способ достаточно трудоемкий и требует времени. Третий способ заключается в том, что абонент сам отдает спамеру адрес своей почты (спамером в таком случае является владелец сайта).

Сразу же возникает вопрос «как же в таком случае бороться со спамом?» Зачастую авторы идей преподносят их как совершенно революционные.

Способы борьбы со спамом можно условно разделить на следующие категории:

- юридические способы. Принятие законов касающихся спама, создание государственной службы для выявления и преследования спа-меров, разрешить провайдером полномочия фильтровать почту на своё усмотрению.

- социальные способы. Переделать способы посылки и получения почты (ввести платные электронные марки, подтверждать отправку, пр.), сделать спам процедурно невозможным или экономически невыгодным, создать сообщества для преследования спамеров.

- технические способы. Фильтровать спам с помощью технических средств на сервере или на клиенте [3].

- пропаганда. Объяснить обществу, что плохого в спаме.

Существует три основных способа борьбы со спамом:

1. фильтрация на стороне провайдера;
2. фильтрация на стороне сервера;
3. фильтрация на стороне клиента.

Библиографический список

1. Электронный журнал «Спамтест – все о борьбе со спамом» [Электронный ресурс] (<http://subscribe.ru/catalog/inet.safety.spamtest>)
2. Костаневич С. «Методы борьбы со спамом» [Электронный ресурс] (<http://bloggood.ru/poleznye-stati/metody-borby-so-spamom.html>)
3. Слепов О.И. Борьба со спамом. Информационный бюллетень «Jet Info» №9 от 2004 года. – М.: «Джет Инфо Паблишер», 2004.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СОРТИРОВКИ ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ CUDA

Т.А. Пюрова

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с оценкой эффективности алгоритмов параллельной сортировки данных, которые реализуются на платформе CUDA.

Программа для графического ускорителя, написанная на платформе CUDA, делится на две части [1]: код, исполняемый на центральном процессоре (ЦП), и код, исполняемый на графическом устройстве.

Для анализа были выбраны быстрая сортировка и метод Шелла, представленные в последовательной и параллельной версиях. Изменяемым параметром была длина массива данных. Для каждого размера массива выполнено по 10 экспериментов для разного количества блоков. Помимо практических испытаний был произведен аналитический анализ, основанный на идеях работы В.П. Гергеля [2].

В начале работы каждого метода вычислительный элемент производит равномерное упорядочивание блоков данных, сложность которого оценивается как $n/2p$. Тогда трудоемкость данной начальной стадии вычислений определяется по формуле:

$$T_p = 2 * 1,4 * \frac{n}{2p} * \log_2 \frac{n}{2p},$$

где n – размер массива; p – количество блоков.

Далее производятся базовые операции сортировок массивов, которые занимают время τ . Также необходимо учесть время выполнения коммуникационных операций приема-передачи данных с центрального процессора на графический ускоритель, которые осуществляются с использованием двух основных характеристик передачи: латентности α , определяющей время подготовки данных к передаче, и пропускной способности β , задающей объем передаваемых данных за 1 сек. Кроме того, необходимо учитывать расходы δ , связанные с организацией и закрытием параллельных

секций программы: одна параллельная секция выполняет локальную сортировку блоков, а остальные параллельные секции создаются для каждой итерации алгоритмов перестановок.

Эффективность параллельного алгоритма быстрой сортировки во многом зависит от правильности выбора опорного элемента. Сложность может быть снижена за счет изначальной упорядоченности локальных блоков. Вычислительная сложность алгоритма, использующего операцию «разделяй и властвуй», с оценкой n/p , составляет:

$$T_p(\text{calc}) = (2 * 1,4 * \frac{n}{2p} * \log_2 \frac{n}{2p} + \frac{n}{p} * \log_2 2p) * \tau.$$

Учитывая затраты, связанные с передачей данных из оперативной памяти в кэш, а также латентность памяти, время доступа к памяти можно определить так:

$$T_p(\text{mem}) = \log_2 2p + 1,4 * \log_2 \frac{n}{2p} * n * \alpha + \frac{64}{\beta}.$$

Кроме того, для быстрой сортировки необходимо создавать параллельные секции, которые выполняют операцию «сравнить и разделить» и которым требуется время для их создания и закрытия:

$$T_p(\text{sect}) = \log_2 2p + \delta.$$

Тогда общая сложность алгоритма быстрой сортировки определяется по следующей формуле:

$$T_p = (2 * 1,4 * \frac{n}{2p} * \log_2 \frac{n}{2p} + \frac{n}{p} * \log_2 2p) * \tau + (\log_2 2p + 1,4 * \log_2 \frac{n}{2p}) * n * \alpha + \frac{64}{\beta} + \log_2 2p + \delta.$$

Для оценки эффективности параллельного алгоритма Шелла могут быть использованы соотношения, полученные для блочного параллельного алгоритма быстрой сортировки. Однако следует учесть, что параллельный вариант сортировки Шелла существенно зависит от количества перестановок L – при малом значении величины сортировка выполняется быстрее. С учетом данной особенности общее время выполнения сортировки Шелла может быть определено по формуле:

$$T_p = (2 * 1,4 * \frac{n}{2p} * \log_2 \frac{n}{2p} + \log_2 p + L * \frac{n}{p}) * \tau + (\log_2 p + L + 1,4 * \log_2 \frac{n}{2p}) * n * \alpha + \frac{64}{\beta} + \log_2 p + L + \delta.$$

Выполненные аналитические и практические исследования показывают, что использование графического ускорителя позволяет значительно увеличить скорость работы прикладных программ [3, 4]. Теоретические и экспериментальные оценки затрат времени на сортировку имеют незначительные расхождения и в целом показывают, что с увеличением размера массива время выполнения программ сокращается в десятки раз.

Таким образом, результаты выполненных исследований позволяют полагать, что многопоточная реализация алгоритмов сортировки не только повышает скорость обработки данных, но и обеспечивает выигрыш с ростом объемов данных, что является важным при решении практических задач [5].

Библиографический список

1. Nvidia CUDA - неграфические вычисления на графических процессорах [Электронный ресурс] URL:<http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml> (дата обращения 18.02.2016).
2. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем. М.: Издательство Московского университета, 2010. 544 с.
3. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Организация параллельных вычислений на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 49. С. 77-82.
4. Пюрова Т.А., Скворцов С.В. Технология CUDA и параллельные вычисления на графических процессорах // Информатика и прикладная математика: межвузовский сборник научных трудов. 2015. № 21. С. 163-166.
5. Скворцов С.В. Целочисленные модели оптимизации кода по критерию времени // Информационные технологии. 1997. № 10. С. 2-7.

АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Е.В. Бронин, И.Э. Галиев

Научный руководитель – Коваленко В.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов в литейном производстве. В частности проблема автоматизации этапа проектирования оснастки и моделирование всех процессов, происходящих во время литья заготовки. Все это необходимо, чтобы сократить цикл разработки нового изделия и свести к минимуму количество натурных испытаний, тем самым снижается себестоимость продукта, и повышается его качество.

Сегодня существует свыше десятка систем автоматизированного моделирования литейных процессов (САМ ЛП). Специалистам хорошо известны немецкая программа MagmaSoft и французская Procast, в этом же ряду можно упомянуть американскую SolidCast, финскую CastCAE, CimatronE MoldDesign (Израиль), Eulcid (MOLDMAKER) (Франция), Unigraphics NX (Mold Wizard) (США), SolidWorks (Mold Works)(США) и немецкую WinCast. Российские производители представлены разработками Polycast(кафедра физико-химии литейных сплавов и процессов СПбГПУ, г. Санкт-Петербург), «Полигон» (ЦНИИМ, г. Санкт-Петербург), LVMFlow (Лаборатория математического моделирования, г. Ижевск), КОМПАС-3D пресс-формы, T-Flex/Пресс-формы. Все эти системы дают возможность реализовать компьютерную разработку литейной оснастки, технологии производства отливок, моделирование литейных процессов.

Из зарубежных систем самой распространенной является программа Procast. Успех этого пакета предопределили высокая достоверность результатов расчета и широкий диапазон моделируемых условий. Сегодня продукцию ESI Group используют такие компании, как BMW, Skoda Auto, Hyundai, Daimler Chrysler, Volkswagen и т.д. По всему миру число оплаченных индустриальных лицензий ProCAST приближается к двумстам.

Программные продукты зарубежных производителей не получили широкого распространения на российском рынке. Причиной тому их высокая стоимость, отсутствие в большинстве случаев русского интерфейса и отечественной базы данных по материалам и сплавам, а также сложности обучения.

Создаваемые в российских университетах прототипы подобных систем находят применение на местных предприятиях, но ограничены несколькими частными случаями или имеют существенные упрощения. Что же касается разработки по-настоящему мощной системы моделирования литейных процессов, то она требует привлечения множества специалистов, а также соответствующего финансирования.

Программы для моделирования литейных процессов, используемые сегодня в России, в основном различаются степенью полноты факторов, учитываемых при моделировании, и стоимостью. Из отечественных разработок в области систем автоматизированного моделирования литейных процессов можно выделить LVMFlow. На фоне относительной простоты освоения данная система предоставляет пользователю эффективный инструментарий для работы. Отличительная черта LVMFlow – возможность моделировать заполнение полости формы расплавом с получением точных результатов, а также анализировать работу различных литниково-питающих систем.

В сотрудничестве со шведской фирмой NOVACAST AB программный комплекс LVMFlow доработан до уровня требований мирового рынка. Достоверные результаты моделирования, их наглядное представление, широкие возможности, удобный интерфейс и разумная цена обеспечили коммерческий успех системы за рубежом (произведено более 150 инсталляций в США, Канаде, Бразилии, Швеции, Норвегии, Австралии, Турции); более 20 инсталляций выполнено в России и странах бывшего СНГ.

САМ ЛП LVMFlow апробирована специалистами Consistent Software Воронеж на предприятиях Воронежской, Липецкой, Орловской, Тамбовской, Белгородской, Волгоградской, Саратовской, Самарской областей, а также на многих других предприятиях России. Проведено более полутысячи расчетов. Достоверность получаемых результатов можно оценивать с вероятностью 90–95%. Успехи российских разработчиков очевидны: со временем отечественные программы имеют все шансы сравняться с зарубежными аналогами и, может быть, даже превзойти их.

УСТРОЙСТВО И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

К.Н. Турбин, А.А. Петухов

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматривается общее устройство, а также специфика применения свёрточных нейросетей.

Стоит заметить, что в последние годы технологии глубинного обучения (*англ. deep learning*) развиваются бурно, как никогда раньше. Научные и коммерческие организации всё больше приходят к выводу, что использование привычных аналитических методов для решения определённого

класса задач зачастую может приводить либо к нерациональному усложнению процесса разработки алгоритма, либо к нерациональному же росту затрат ресурсов, требуемых для вычислений. С другой же стороны, практика показывает, что для нечётко определяемых задач, вроде распознавания визуальных образов, можно довольно быстро написать алгоритм, основанный на эвристических вычислениях, который будет эффективно выполнять поставленную задачу.

Нейросети, использующие свёрточную архитектуру, предназначены, в первую очередь, для эффективного распознавания визуальных образов. Важно отметить, что все нейронные сети такого типа являются многослойными — нейроны здесь разбиты на так называемые слои, активация этих слоёв происходит последовательно, один за другим. Значение активация последнего слоя при этом служит выходами нейронной сети. Преимуществом, в данном случае, является возможность эффективного распараллеливания активаций различных слоёв, что позволяет эффективно использовать современные многоядерные центральные процессоры общего назначения, а также графические процессоры [1].

Свёрточную архитектуру выгодно отличает организация хранения данных в ней. Нейроны первых слоёв разбиваются на фрагменты изображения (карты), а в рамках одного слоя карты соответствуют нейронам определённого типа, каждый из которых определённым образом реагирует на какую-либо особенность изображения. Сами же вычисления активаций нейронов подразделяются на субдискретизацию (пулинг) и свёртку. При пулинге уменьшается размерность полученных при свёртке карт признаков. Слои свёртки и пулинга повторяются друг за другом несколько раз, формируя в итоге свёрточную нейронную сеть.

Обучение такой нейросети производится по следующей схеме: имеется некоторый набор тестовых входных данных (обучающие примеры), для которых известны желаемые выходные данные. Нейросеть, инициализированная случайным набором весов, на каждой итерации имеет возможность скорректировать веса у каждого нейрона по методу обратного распространения ошибки [2]. Оптимальным будет считаться такое распределение весов, при котором результат работы нейросети будет соответствовать подготовленным для тестовых данных наборам выходных значений.

К преимуществам свёрточной архитектуры нейросетей можно отнести их эффективность в распознавании визуальных образов, меньшее количество весов для настройки, возможность работы с трансформированными (повёрнутыми и смещёнными) изображениями и возможность эффективного распараллеливания вычислений. В качестве же недостатков данной архитектуры принято выделять необходимость эмпирических подборов многих параметров нейросети, таких как количество слоёв, выбор функции уменьшения размерности и др.[3].

Библиографический список

1. Дорогой Я.Ю. Архитектура обобщенной нейронной сети [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.it-visnyk.kpi.ua/wp-content/uploads/2012/08/54_36.pdf
2. Виктор Лемпицкий. Сверточные нейронные сети [Электронный ресурс] / 2016. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/66872>

3. Сверточная нейронная сеть - Википедия [Электронный ресурс] / 2016. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/-wiki/Сверточная_нейронная_сеть

ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ERWIN, КАК СРЕДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БД

Д.И. Толстых, Е.В. Тишкина

Научный руководитель – Орехов В.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Проектирование БД является одним из самых важных процессов при создании информационной системы. При проектировании БД решаются две основные проблемы:

- отображение объектов предметной области в абстрактной модели базы данных, таким образом, чтобы это отображение соответствовало семантике предметной области, и было наиболее эффективным и удобным. Эту проблему называют проблемой логического проектирования БД;

- обеспечение эффективности выполнения запросов к БД, т.е. расположение данных во внешней памяти и создание дополнительных структур, которые могут потребоваться. Эту проблему называют проблемой физического проектирования БД;

В результате проектирования должны быть определены содержание БД, эффективный для всех её будущих пользователей способ организации данных и инструментальные средства управления данными.

Проектирование БД вручную возможно, но с увеличением размера БД становится достаточно сложным и трудоемким процессом. Даже небольшая ошибка при проектировании может привести к серьезным проблемам на этапе разработки основных объектов БД, и тогда процесс проектирования придется начинать заново. Также при проектировании вручную возникает проблема организации данных. Возможно возникновение избыточности данных, что приводит к различным аномалиям – нарушению целостности данных. Аномалии бывают трех видов: вставки, удаления, обновления.

Для облегчения решения этих проблем существуют системы автоматизации разработки приложений, или средства CASE (Computer Aided Software Engineering).

Визуальные инструменты проектирования позволяют разработчикам баз данных решать задачи проектирования и устранять проблемы до каких-либо существенных вложений ресурсов, что помогает организации быстрее реагировать на растущие потребности бизнеса, выявляя влияние изменений на информационные активы и обеспечивая быструю реакцию на непрерывные изменения и быстрый рост среды данных.

Библиографический список

1. CA ERwin Data Modeler Community Edition r9.5 [Электронный ресурс]: URL: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=31094> (дата обращения 08.09.2016)

**ПРОГРАММЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.
БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КАК РЕЗУЛЬТАТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.
ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ АВТОРСКИХ ПРАВ
НА БАЗУ ДАННЫХ.**

А.И Гусева

Научный руководитель - Скоз Е.Ю

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Под базой данных понимается представленная в объективной форме совокупность самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов, радиоэлементов, комплектующих) систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

Программа для ЭВМ как объект авторского права - это представленная в объективной форме совокупность данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств в целях получения определенного результата, включая подготовительные материалы, полученные в ходе разработки программы для ЭВМ.

Компьютер или функционирующая в нем программа не имеет возможности самостоятельного создания каких-либо результатов. За машиной всегда сидит человек, который своим творческим трудом с использованием компьютера получает соответствующие результаты. Машина при этом выступает лишь средством, а не автором создания.

Никто не вправе извлекать из базы данных материалы и осуществлять их последующее использование без разрешения правообладателя (под извлечением материалов понимается перенос всего содержания базы данных или существенной части составляющих ее материалов на другой информационный носитель с использованием любых технических средств и в любой форме).

Использование материалов, извлеченных из базы данных, способом, предполагающим получение к ним доступа неограниченного круга лиц, должно сопровождаться указанием на базу данных, из которой эти материалы извлечены. Исключительное право изготовителя базы данных возникает в момент завершения ее создания и действует в течение пятнадцати лет, считая с 1 января года, следующего за годом ее создания или обнаружения. Сроки возобновляются при каждом обновлении базы данных.

Государственная функция по регистрации баз данных и выдаче охранных свидетельств возложена на Федеральную службу по интеллектуальной собственности - Роспатент.

На регистрацию представляются материалы, обеспечивающие однозначную идентификацию регистрируемой базы данных, включая реферат. Для идентификации регистрируемой базы данных представляются материалы, отражающие объективную форму представления совокупности содержащихся в ней самостоятельных материалов и принципы их систематизации, позволяющие осуществить нахождение и обработку этих данных с помощью ЭВМ, в объеме до 50 страниц.

Реферат содержит сведения, предназначенные для последующей публикации в официальном бюллетене Роспатента, а именно: ФИО автора; наименование правообладателя; наименование базы данных; аннотацию. В аннотации раскрывается назначение, область применения и функциональные возможности базы данных. Объем аннотации, как правило, не должен превышать 700 знаков.

Библиографический список

1. Наумов А.И. Система управления базами данных и знаний: финансы и статистика, 1991. - 115 с.
2. Глушаков С.В. Ломотько Д.В. Базы данных: АСТ 2002. - 98 с.
3. Мартин Грабер. SQL: Лори 2003. - 186 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ТРАССИРОВКИ СОЕДИНЕНИЙ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Е.Е. Веха, А.Н. Сапрыкин к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача трассировки заключается в определении линий, которые соединяют эквипотенциальные контакты элементов и компонентов, составляющих проектируемое устройство, и является одной из трудоёмких в общем вопросе автоматизации проектирования электронных средств. Это обусловлено рядом факторов, в том числе, разнообразием способов конструктивной и технологической реализации соединений, для каждого из которых при алгоритмическом решении задачи применяются специфические критерии оптимизации и ограничения. С математической точки зрения трассировка – сложнейшая задача выбора из огромного числа вариантов оптимального решения [1].

Актуальность рассмотрения вопроса трассировки обуславливается тем, что трассировка соединений является, как правило, заключительным этапом в важной связке конструкторского проектирования печатных плат: компоновка – размещение – трассировка. Поэтому от того, как будет выполнена трассировка, зависит качество и стоимость производимой продукции.

Все существующие методы трассировки можно разделить на две большие группы: последовательные и параллельные. В алгоритмах, реализующих идею последовательной трассировки, возникает проблема очередности трассируемых соединений. В связи с этим интерес представляют комбинаторные алгоритмы, которые оперируют со всеми соединениями. Среди математических методов получили распространение методы моделирования отжига и эволюционного программирования. Особый интерес представляют генетические алгоритмы, которые основаны на механизмах природной селекции и генетики.

Использование обычных численных методов требует несравнимо больших ресурсов, так как их сложность возрастает экспоненциально, в то время как у генетических алгоритмов сложность, с ростом сложности задачи, возрастает линейно. Доказано, что генетические алгоритмы целесообразно

применять для решения задач, имеющих 6 и более критериев [2]. Руководствуясь приведенными доводами, встаёт актуальность применения генетических алгоритмов для трассировки печатных плат.

В докладе рассматривается проблема поиска оптимальных решений задачи трассировки соединений модулей электронных средств с помощью генетических алгоритмов. Описываются разновидности генетических операторов и особенности использования генетических алгоритмов для задачи трассировки.

Библиографический список

1. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР : учебник для вузов / В. М. Курейчик . – М. : Радио и связь, 1990. – 352 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – телеком, 2006. – 452 с.

МЕТОДЫ ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЙ

П.В. Шелехин, П.Ю. Чесалин

Научный руководитель – Сапрыкин А. Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данной работе рассмотрены методы поиска изображений.

В связи с тем, что в настоящее время поиск изображений является сильно востребованным, данная тема является актуальной.

Очень часто возникает необходимость быстрого поиска изображений, но просмотр всей базы данных довольно ресурсозатратная операция.

Для решения этой проблемы разработаны специальные методы.

Самым простым способом является поиск изображений по метаинформации [1]. Проблемой данного метода является то, что при поиске учитывается только метаинформация и не учитывается содержание изображения, что может привести к получению результатов достаточно далёких от искомым.

Для решения данной проблемы используются алгоритмы поиска изображений по содержанию. К этим алгоритмам относятся алгоритмы поиска по цветовому сходству, характеристикам текстурного сходства, сходства формы.

Поиск по цветовому сходству - производится с помощью построения гистограммы распределения цветовых составляющих. Этот метод рассчитан на поиск аналогичных по цветовой составляющей изображений. Одним из недостатков данного метода является то, что даже если изображения сходны по цветовой составляющей, это не означает, что они будут сходны по смыслу.

Поиск по текстурному сходству - изображения, близкие по характеристике текстурного сходства должны иметь одинаковое пространственное распределение цветов или значений яркости, но при этом цветов значения двух изображений могут не совпадать [2].

Поиск по сходству формы - использует описание геометрической формы регионов изображения. Для определения формы регион сегментируется или производится выделение границ.

Библиографический список

1. Datta, Ritendra; Dhiraj Joshi, Jia Li, James Z. Wang (2008). «Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age». ACM Computing Surveys 40: 1–60. DOI:10.1145/1348246.1348248.

2. Н. Васильева Ф. Дольник Поиск изображений. Синтез различных методов поиска при формировании результатов : [Электронный ресурс]/ Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1332/1/IMAT_2007_06/

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОВОДОВ ПО ЖГУТАМ

А.В. Перов, В.С. Горин к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассмотрено решение задачи дискретной оптимизации. В противоположность задачам оптимизации с непрерывными переменными, переменные в задачах дискретного программирования принимают только дискретные значения, например, целочисленные.

В работе [1] рассмотрена задача распределения электрических соединений при жгутовом монтаже электронно-вычислительной аппаратуры и приведен точный алгоритм ее решения, использующий метод ветвей и границ. Недостатком этого алгоритма является то, что необходимо найти критерий, по которому определяется связь, разбивающая множество решений на несколько подмножеств, а также необходимость полного решения задач линейного программирования, ассоциированных со всей областью допустимых решений. Для задач большой размерности это требует значительных и неоправданных затрат времени [2].

В работе была сделана попытка устранить данные недостатки за счет применения метода динамического программирования.

Дадим формальную постановку задачи.

Предположим, что любой провод при прокладке его через любой жгут будет иметь П-образную конфигурацию. При этом, зная координаты начала и конца провода, а также координаты жгутов, его длину легко определить. Обозначим длину i -го провода ($i=1,2,...,n$) при укладке в верхний жгут через l_i^B , а в нижний – l_i^H . Минимальную из этих длин обозначим через l_i^0 , т.е.

$l_i^0 = \min\{l_i^B, l_i^H\}, i=1,2,...,n$. Тогда $\Delta l_i^B = l_i^B - l_i^0$; $\Delta l_i^H = l_i^H - l_i^0$, а $L_0 = \sum_{i=1}^n l_i$

Будем считать, что жгуты укладываются в специальные каналы, которые в силу конструктивных особенностей могут иметь непостоянные по площади сечения сужения w_j^B и w_j^H ($j=1,2,...,f$), ограничивающие суммарный объем проводов, и задаваемые соответственно матрицами-строками w^B и w^H . Зная координаты расположения сужений, составим матрицу $S = (s_{ij})_{n \times f}$, элементы которой определим следующим образом:

$$S_{ij} = \begin{cases} \text{объему провода } i, \text{ проходящего через } j\text{-ое сужение} \\ 0, \text{ если провод } i \text{ в сужении } j \text{ отсутствует} \end{cases}$$

Введем булевы переменные x_i , ($i=1,2,\dots,n$), значение которых будет равно единице, если i -й провод укладывается в верхний жгут, и нулю – если в нижний. Тогда задачу оптимального распределения проводов по жгутам можно сформулировать следующим образом:

минимизировать

$$L = L_0 + \sum_{i=1}^n [\Delta l_i^e \cdot x_i + \Delta l_i^n \cdot (1 - x_i)] \quad (1)$$

при ограничениях:

$$\sum_{i=1}^n S_{ij} \cdot x_i \leq w_j^e, j = 1, 2, \dots, f; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n S_{ij} \cdot (1 - x_i) \leq w_j^n, j = 1, 2, \dots, f; \quad (3)$$

$$S_{ij} \geq 0, x_i = \{0,1\}, i = 1, 2, \dots, n; \quad (4)$$

Для применения метода динамического программирования преобразуем целевую функцию (1) к виду:

$$L = L_0 + \sum_{i=1}^n \Delta l_i^e \cdot x_i, \quad (5)$$

т.е. будем минимизировать суммарную длину проводов, укладываемых в верхний жгут, при соблюдении ограничений (2) – (4). Тем самым в процессе решения задачи мы найдем все допустимые распределения проводов по жгутам [3] и выберем из них пару с наименьшей суммарной длиной.

Запишем ограничения (2) – (4) в векторном виде:

$$\sum_{i=1}^n \bar{Q}_i \cdot x_i \leq \bar{W}^e; \quad (2')$$

$$\sum_{i=1}^n \bar{Q}_i \cdot (1 - x_i) \leq \bar{W}^n; \quad (3')$$

$$\bar{Q}_i \geq \bar{0}, x_i = \{0,1\}, i = 1, 2, \dots, n; \quad (4')$$

В данном виде поставленная задача может быть решена при помощи метода динамического программирования.

В ходе работы над докладом были созданы два приложения для решения поставленной задачи методом ветвей и границ и методом динамического программирования, были рассмотрены результаты тестового решения задачи двумя методами, перечислены и описаны достоинства и недостатки каждого метода.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Горин В.С., Черемухин Н.В. Оптимизация распределения электрических соединений при жгутовом монтаже электронно-вычислительной аппаратуры. – Вестник РГРТУ. – 2012. -№3 – С. 60 – 63.
2. Захарова Е.М., Минашина И.К. Обзор методов многомерной оптимизации. – Информационные процессы. – 2014. -№3 – С. 256 – 274.

З. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 240с.

ПРОГРАММА КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

К.Д. Акинина

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

К числу основных конструкторских задач этапа конструкторского проектирования относятся компоновка блоков электронно-вычислительных средств, размещение модулей электронно-вычислительных средств в монтажном пространстве и трассировка соединений модулей. Задача компоновки – одна из наиболее важных, поскольку является первым этапом конструкторского проектирования и тем самым служит основой для дальнейших действий.

Задачи данного класса являются NP-сложными. При современном быстройдействии ЭВМ существующие алгоритмы позволяют решать задачи с числом переменных не более 20-ти. В связи с этим на практике широко применяются приближенные, эвристические алгоритмы, математически слабо обоснованные, но дающие неплохие результаты.

Автором были разработаны алгоритмические и программные средства компоновки блоков электронно-вычислительных средств с применением эвристического алгоритма.

В докладе рассматривается программа компоновки блоков электронно-вычислительных средств с применением эвристического алгоритма.

Программная реализация включает следующий набор основных модулей:

- модуль визуализации интуитивно понятного пользователю интерфейса;
- модуль графического ввода первоначальных данных;
- модуль отображения и анализа полученных статистических данных;
- модуль импорта/экспорта графовых моделей схемы.

На рис. 1 представлено главное диалоговое окно разработанной программы.

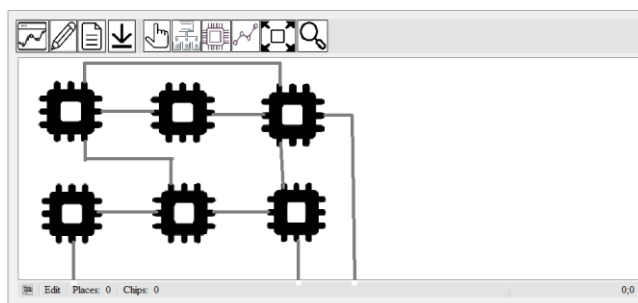


Рис. 1 – Интерфейс программы компоновки блоков электронно-вычислительных средств с применением эвристического алгоритма

Автором программного средства была поставлена серия экспериментов, которая продемонстрировала корректность используемого алгоритма. В качестве начальных данных были взяты несколько наборов разнотипных данных, основанных на графовых моделях, полученных произвольным образом.

В дальнейшем предполагается доработка программы путем добавления в нее новых алгоритмических и программных решений.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ 16-ТИ РАЗРЯДНОГО ПРОЦЕССОРА НА БАЗЕ ПЛИС

Н.З. Нгуен

Научный руководитель – Копейкин Ю.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе рассмотрены принцип действия шинного контроллера, обеспечивающего управление временным пространством модуля, и контроллера прерываний, отвечающего на прерывания от внешних устройств. Модули реализованы на ПЛИС, т.к. данный метод является наиболее дешевым и позволяет отладить проекты перед запуском в производство на интегральных схемах.

Ядром любой вычислительной системы является вычислительный модуль и его периферийные компоненты, обеспечивающие синхронизацию работы вычислительного ядра и всей системы в целом. Любому инженеру, занимающемуся разработкой аппаратуры необходимо знать основы построения процессорных систем и распределения временного пространства.

Модуль на 2-х ПЛИС CPLD необходим для реализации временных циклов шины для взаимодействия с асинхронной шиной для передачи различного рода информации. Функциональная схема «мезонина» с интегрированным модулем представлена на рисунке 1.

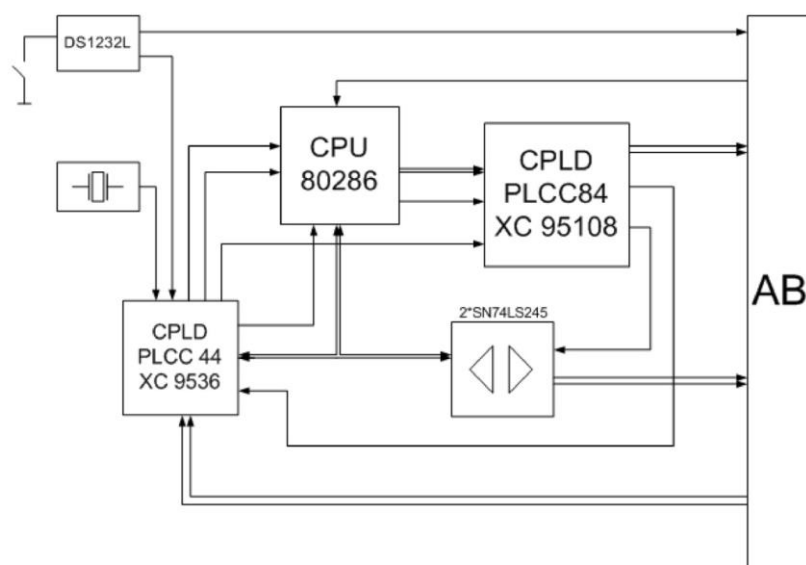


Рис. 1 – Функциональная схема «мезонина» с интегрированным модулем

Основными элементами структурной схемы являются:

- CPU 80286 – шестнадцатиразрядный процессор Intel i286;
- кварцевый генератор – является источником тактирующего сигнала;
- DS1232L – микросхема формирования сигнала сброса;
- 2*SN74LS245 – двунаправленный буфер для хранения и передачи данных;
- CPLD XC 95108 – ПЛИС, внутри которой реализованы шинный контроллер и регистры для хранения текущего адреса выполняемой команды;
- CPLD XC 9536 – ПЛИС, внутри которой реализованы контроллер прерываний и генератор таковых импульсов;
- AB (Asynchronous Bus) – асинхронная шина

Данная плата проектировалась для специфической задачи обработки данных, поэтому в ней имеются некоторые особенности реализации.

В результате был спроектирован мезонинный модуль, который может быть установлен на плату для обработки различной информации.

Разработка процессорного модуля и распределение временного пространства шины является одной из основных задач при разработке вычислительных систем.

Преимуществом аппаратной реализации проектов на языках HDL на базе ПЛИС является то, что у разработчика есть возможность за небольшую стоимость протестировать определенные варианты решения поставленных задач. Проектирование на ПЛТС обеспечивает легкость реализации различных решений при проектировании.

Библиографический список.

1. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: Учеб. Пособие для вузов – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 800 с.: ил.
2. Б.Брей Микропроцессоры Intel. Архитектура, программирование и интерфейсы. Шестое издание: Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 1328 с.: ил.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСТРУКТУРНОГО ПОДХОДА

А. В. Шолохов, Д. С. Ананьев

Научный руководитель – Пылькин А.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается подход к моделированию нейроструктурных моделей (НСМ) систем искусственного интеллекта, оптимальным образом учитывающих специфику решаемых с их помощью задач [1,2].

При синтезе НСМ систем искусственного интеллекта, в случае, когда временные затраты играют маловажную роль, предлагается использовать следующий алгоритм (рис. 1). По наименьшей среднеквадратической ошибке обучения E нейроструктурной модели с текущим скрытым слоем определяется наилучшая функция активации (ФА) для его нейронов [1].

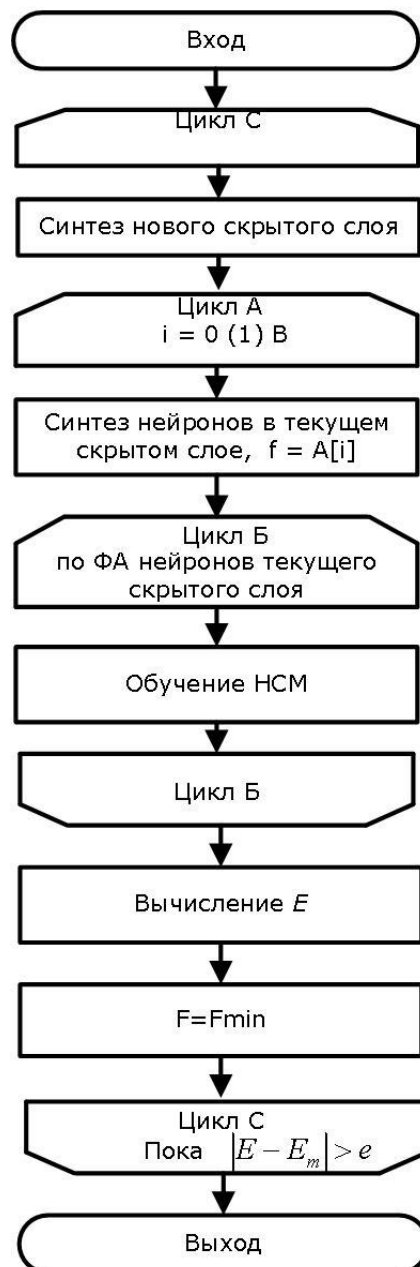


Рис. 1

Возможность добавления нового скрытого слоя определяется сравнением ошибки обучения текущей НСМ (E) с ошибкой E_m , вычисленной экспериментальным путем.

Если значение среднеквадратической ошибки E примерно равно E_m , то добавление нового скрытого слоя невозможно.

В массив возможных ФА нейронов скрытого слоя, который при необходимости может быть расширен, входят следующие наиболее часто используемые функции активации:

- функция сигмоидального типа;
- функция типа «И»;
- функция тригонометрического синуса.

В качестве алгоритма обучения синтезированной с помощью вышеуказанного алгоритма НСМ предлагается использовать алгоритм многократного распространения ошибки вследствие нестабильности процесса обучения из-за использования различных функций активации, то есть на каждой

итерации модифицироваться будут синаптические связи только одного слоя нейронной сети.

Библиографический список

1. Рудой Г. И. Выбор функции активации при прогнозировании нейронными сетями. – Москва: Московский физико – технический институт, 2012. – 23 с.
2. Сараев П. В. Суперпозиционное линейно – нелинейное нейроструктурное моделирование. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2013. – 280 с.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ РЕСУРСОВ С ОТКРЫТЫМИ API

А.В. Бакулев к.т.н., доц., М.А. Бакулева к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время отмечается широкое распространение сети Интернет во все сферы деятельности человека (от бытовых услуг, так называемый, «интернет-вещей» до профессиональных программных разработок). Возможность получать информацию от тысяч и даже миллионов людей открыла широчайший спектр новых возможностей по получению новых знаний, исходя из данных, полученных от независимых респондентов. Особое влияние на интенсификацию данного процесса оказало развитие и широкое распространение мобильного доступа к сети. Очевидно, что количество информации, «проходящей» через сеть ежедневно возрастает в порядковой геометрической прогрессии. Для подобного количества информации классические методы анализа становятся малоэффективными при очевидной необходимости постоянного мониторинга контента. Например, кластеризация данных позволяет предоставить важную аналитическую информацию, способную вырабатывать гибкую маркетинговую стратегию [1]. В следствие этого, появляется возможность коммерческих манипуляций, поскольку многие интернет ресурсы предоставляют бесплатный API на основе XML, с помощью которого можно производить кроссмерный поиск и получать необходимую подробную информацию.

В докладе рассматривается вопрос построения математической модели данных интернет ресурсов для применения алгоритмов нечеткой кластеризации.

Рассмотрим построение модели на примере социальной сети. Если данные страницы одного пользователя представить в виде графе, получится следующее отображение (рисунок 1).

Данное отображение можно представить в виде матрицы (рис. 2), нормировка которой будет соответствовать шкале Саати в матрице нечетких данных.

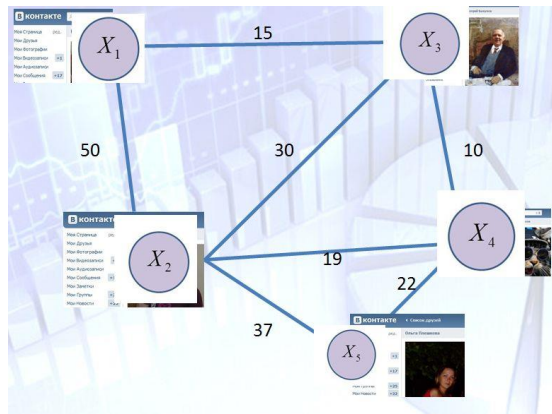


Рис. 1 - Фрагмент графовой модели соц. сети.

$$G = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 50 & 15 & 0 & 0 \\ 50 & 0 & 30 & 19 & 37 \\ 15 & 30 & 0 & 10 & 0 \\ 0 & 19 & 10 & 0 & 22 \\ 0 & 37 & 0 & 22 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Рис. 2 – Вид матрицы графовой модели соц. сети

К полученным данным можно применять алгоритмы интеллектуального анализа [2,3], а также проводить объединение новых объектов к имеющимся кластерам (рисунок 3).

```

...begin
for i:=1 to n
for j:=1 to n begin
If s[i,j]<>0 then begin
k:=i;
m[k]:=s[i,j]
end;
If s[i,k]<>0 then d[p]:=s[i,k]
end;
writeln («Возможно Вы знакомы», d[p]);
end...

```

Рис. 3 - Фрагмент программы распределения новых данных в кластеры

Таким образом, предложенная модель позволяет производить дальнейшую обработку данных сайтов с организацией доступа через API интерфейс.

Исследования проводились в рамках НИР 9-14Г при финансовой поддержке Министерства образования и науки

Библиографический список

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.

2. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2007. № 21. С. 57-60.

3. Бакулева М.А. Модели и алгоритмы автоматизации проектирования структур хранилищ данных для аналитической обработки числовых показателей. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рязанская государственная радиотехническая академия. Рязань, 2007

К ЗАДАЧЕ О НАХОЖДЕНИИ ФОРМЫ ЦЕПИ, НЕПОДВИЖНО ВИСЯЩЕЙ В ОДНОРОДНОМ ПОЛЕ ТЯЖЕСТИ

И.М. Купцов

Московский физико-технический институт
(государственный университет)

Цепная линия — плоская кривая, форму которой принимает гибкая однородная нерастяжимая тяжёлая нить или цепь с закреплёнными концами в однородном гравитационном поле. По своей форме напоминает параболу (см. рис. 1). На самом же деле уравнение цепной линии гораздо сложнее. Она является плоской трансцендентной кривой, в прямоугольных декартовых координатах описываемая уравнением:

$$y = \frac{a}{2} (e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}) = a \times \operatorname{ch}\left(\frac{x}{a}\right). \quad (1)$$

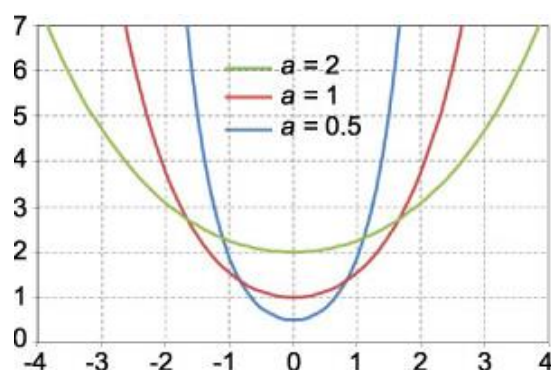


Рис. 3 - Форма цепной линии при различных значениях параметра

Отметим некоторые из свойств цепной линии.

- Однородная арка в форме перевернутой цепной линии испытывает только деформации сжатия, но не изгиба.
- При вращении цепной линии образуется поверхность, которая называется катеноидом.
- Мыльная плёнка, натянутая на две близких проволочных окружности, плоскости которых перпендикулярны линии, соединяющей их центры, стремясь минимизировать свободную энергию, принимает форму катеноида.
- Катеноид является минимальной поверхностью, что означает, что он имеет среднюю кривизну поверхности равной нулю (как и, например, плоскость).

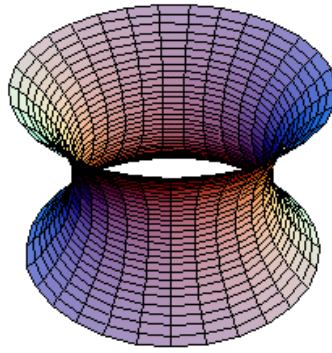


Рис. 4 - Пример катеноида

Существует несколько подходов к выводу уравнения цепной линии. В частности, через применение законов Ньютона или построение функции Лагранжа механической системы.

Наиболее простым и общедоступным является способ с применением законов Ньютона. Суть его заключается в рассмотрении сил, действующих на бесконечно малый элемент цепи, находящийся в равновесии: $m\vec{g} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$, где m – масса этого бесконечно малого элемента, $\vec{T}_1$ и $\vec{T}_2$ – силы, действующие со стороны соседних элементов цепи, $\vec{g}$ – ускорение свободного падения. После элементарных математических преобразований получается дифференциальное уравнение цепной линии: $T \times \ddot{y} = \rho g S \sqrt{1 + (\dot{y})^2}$, где T – сила натяжения нити в горизонтальном участке, ρ – плотность, S – площадь поперечного сечения. Понижая порядок, а затем разделяя переменные и интегрируя, получим выражение (1), полностью описывающее форму цепной линии.

Рассмотрим теперь поставленную задачу исходя из принципа наименьшего действия (принципа Гамильтона). Обозначим за $L(q, q', t)$ – функцию Лагранжа (Лагранжиан), где q – совокупность всех обобщенных координат, q' – совокупность всех обобщенных скоростей, t – время, причем движение системы удовлетворяет следующему условию.

Пусть в моменты времени $t = t_1$ и $t = t_2$ система занимает определенные положения, характеризуемые двумя наборами значений координат $q^{(1)}$ и $q^{(2)}$. Тогда между этими положениями система движется таким образом, что

интеграл $S = \int_{t_1}^{t_2} L(q, q', t) dt$ имеет наименьшее возможное значение. Данный

интеграл и называется действием. На практике же исходя из принципа Гамильтона можно заключить, что центр тяжести подвешенной цепи занимает самое низкое возможное положение.

Перейдем к выводу дифференциальных уравнений, решающих задачу об определении минимума данного интеграла. Следуя [1, с. 11], можно получить, что необходимым условием решения задачи о минимизации данного интеграла является нахождение решения дифференциального уравнения в частных производных:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial L}{\partial \dot{y}} = \frac{\partial L}{\partial y}. \quad (2)$$

Для нахождения формы цепной линии необходимо определить функцию Лагранжа изучаемой механической системы. Пусть форма цепной линии задана уравнением $y = f(x)$. Тогда длина бесконечно малого элемента цепи определяется равенством $dl/dx = \sqrt{1 + f'(x)^2}$. Следовательно, с точностью до пропорциональности потенциальная энергия этого элемента равна $L = f(x)\sqrt{1 + f'(x)^2}$, что и является искомой функцией Лагранжа. Подставляя указанное выражение вместо L в дифференциальное уравнение (2), после элементарных математических преобразований получим обыкновенное дифференциальное уравнение $y \times y'' = 1 + (y')^2$, для нахождения общего решения которого, воспользуемся информационным ресурсом <http://www.wolframalpha-ru.com> (по данному адресу расположен набор вычислительных алгоритмов WolframAlfa Mathematics):

$$\begin{cases} y(x) = \frac{1}{2} \exp(-\exp(c_1)x - 2c_1 - \exp(c_1)c_2)(\exp(2\exp(c_1)(c_2 + x)) + \exp(2c_1)), \\ y(x) = \frac{1}{2}(\exp(-\exp(c_1)x - 2c_1 - \exp(c_1)c_2) + \exp(\exp(c_1)x + \exp(c_1)c_2)). \end{cases}$$

Задав начальные условия $\begin{cases} y(0) = 1, \\ y'(0) = 0, \end{cases}$ имеем: $\begin{cases} c_1 = 0, \\ c_2 = 0, \end{cases}$ что приводит к кано-

ническому уравнению цепной линии с параметром $a=1$ (см. рис. 1, график выделен красным). Меняя начальные условия мы будем изменять значения параметра и перемещать график по координатной плоскости.

Таким образом мы обсудили два различных способа решения задачи о нахождении формы цепи, неподвижно висющей в однородном поле тяжести. Безусловно, способ решения через функцию Лагранжа гораздо интереснее с точки зрения использованных законов и подходов к решению, ведь принцип наименьшего действия используется не только в классической механике, но и в квантовой, а также в различных системах управления [2, 3].

Библиографический список

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая механика: Учеб. пособ. для вузов в 10 т. Т. 1. Механика. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 224 с.
2. Купцов М.И., Теняев В.В., Купцов И.М. Об одной модификации метода интегральных многообразий в системах управления // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 55. С. 146-152.
3. Мануйлов Ю.С., Алешин Е.Н. Модель управляемого орбитального движения космического аппарата с упругими элементами конструкции на основе принципа наименьшего действия // Авиакосмическое приборостроение. 2014. № 4. С. 37-46.

Секция 6
Информационные системы и процессы

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРЕЙМОВОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ
ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕБ-РЕСУРСА**

А.А. Епифанцев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современном мире важное место в нашей жизни занимают услуги, предоставляемые через ресурсы сети Интернет. Банковские операции, запись к врачу, оплата налогов, коммунальных платежей, обращения в различные государственные учреждения – круглосуточный онлайн доступ к этим и многим другим услугам позволил существенно упростить жизнь людей и повысить производительность труда.

Среди потенциальных пользователей ресурсов, разрабатываемых для предоставления вышеперечисленных услуг, числятся люди, принадлежащие к различным социальным группам, в том числе и с низким уровнем компьютерной грамотности. В связи с этим особое место занимает разработка системы взаимодействия с пользователем: интерактивного диалога, обработки ошибок, контекстной справки.

Для описания сценариев взаимодействия с пользователем рассматривается возможность применения фреймовой модели представления знаний, предложенной М. Минским в 1974 году.

Фрейм – это структура данных для представления стереотипной ситуации [1]. Фрейм как описание ситуации включает в себя три вида информации: алгоритм использования фрейма, ожидаемый результат и алгоритм действий, в случае, если полученный результат не совпадает с ожиданием.

Структура фрейма однородна: он состоит из названия и отдельных единиц – слотов. В качестве значения слота фрейма может быть использовано имя другого фрейма, таким образом взаимосвязанные фреймы объединяются в систему (сеть). «Верхний уровень» фрейма – презумпция – четко определен, так как состоит из понятий, истинных по отношению к предполагаемой ситуации [1].

Вышеописанная модель является предпочтительной для описания сценариев взаимодействия с пользователем, так как во многом схожа с моделью данных (образом), которую человек использует, когда сталкивается с новым для себя явлением и пытается формально описать его. Также фреймовая модель позволяет разрабатывать сложные, иерархически упорядоченные системы сценариев, что способствует разработке конкретных, полных и легко расширяемых систем взаимодействия с пользователем. Программные системы, основанные на фреймах, являются объектно-ориентированными, что облегчает разработку и поддержку таковых, так как ООП в настоящее время является одной из наиболее распространенных парадигм.

В настоящее время производится классификация ошибок Интернет-приложения обработки количественных числительных [2], полученных на

основе статистики использования приложения [3-4]. Каждый полученный тип ошибок формализуется в виде фрейма со структурой, соответствующей описанной выше.

На основе полученной классификации ошибок и системы фреймов планируется разработка модуля обработки ошибок и контекстной справки для Интернет-приложения. Предполагается, что в случае возникновения ошибки в работе приложения, связанной с неправильными исходными данными, пользователю будет отображена информация об ошибке и предложен вариант решения проблемы.

Фреймовая модель представления знаний позволяет описывать сценарии обработки ошибок, удовлетворяющие вышеизложенному описанию. Полученная иерархическая система может быть использована для усовершенствования приложений морфологического анализа и синтеза других частей речи. Разработанный модуль упростит диалог пользователя с системой и повысит качество разработанного Интернет-приложения.

Библиографический список

1. Минский М. Фреймы для представления знаний: пер с англ./ под ред. Ф.М. Кулакова. – М.: Энергия, 1979. – 151 с.
2. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Интернет-приложение метода обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2012. – № 41. – С. 70-74.
3. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Анализ статистики использования Интернет-приложения обработки количественных числительных естественных языков // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 4-1 (46). – С. 130-134.
4. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Теоретико-множественное представление метода обработки количественных числительных естественных языков и особенности их перевода в различных странах // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2014. – № 4 (50). – Вып. 2. – С. 69-75.

ПОЛУЧЕНИЕ И ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА

Е.С. Геращенко, В.Ю. Потапова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача разработки портативной системы выявления симптомов сердечно-сосудистых заболеваний не теряет своей актуальности, несмотря на то, что область их диагностики достаточно развита. В данной работе был сконструирован прибор, который позволяет получать электрокардиосигнал (ЭКС) для его последующего анализа. Непосредственно съем ЭКС относится к первичной обработке, а его дальнейшее изучение – ко вторичной.

Изначально биопотенциалы человеческого тела являются достаточно слабыми и непригодными для дальнейшей обработки. Поэтому необходимо усилить их и очистить от различного рода помех. В разработанном устрой-

стве для решения первой задачи используются два операционных усилителя (ОУ), которые в совокупности дают усиление в 80 раз. Для второй задачи также применяются ОУ, один из которых отсекает высокочастотные помехи, другой – низкочастотные [1].

ЭКС является строго структурированным по форме: в нем можно четко выделить различные зубцы и комплексы. На рисунке 1 приведен такт ЭКС здорового человека, который включает в себя зубцы: P – деполяризация предсердия, Q, R, S – деполяризация желудочков, T – процесс реполяризации желудочков.

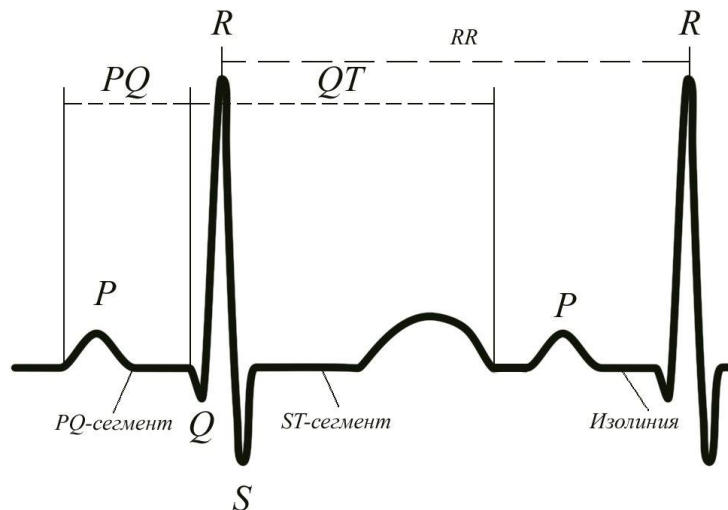


Рис. 1 – Такт ЭКС здорового человека

Для вторичной обработки ЭКС, которая представляет собой распознавание элементов сигнала в отложенном режиме, в данной работе используются вейвлет-технологии. Вейвлеты достаточно разнообразны по форме, и это является одной из причин целесообразности их применения для экспресс-анализа различных участков ЭКС. Рассмотрим несколько конкретных примеров их использования.

Для выделения QRS-комплекса могут быть использованы 2 вида вейвлетов: вейвлет *symlet 4* порядка и вейвлет *bior* с масштабом 15.

В работе [2] описывается следующий алгоритм для выделения комплексов ЭКС. Сначала производится выборка двух следующих друг за другом пар коэффициентов, которые пересекают нуль. При этом между каждой парой находится локальный экстремум. В результате первый вейвлет-коэффициент указывает на начало зубца, средний – на его пик, а последний – на смещение. В результате применения этой последовательности действий с вейвлетом *bior* масштаба 15 на ЭКС выделяется QRS-комплекс. Данный метод обладает относительно низким быстродействием, поэтому может быть использован в устройствах, не требующих экспресс-анализа.

Также с помощью описанного алгоритма, используя вейвлет *bior* масштаба 41 можно выделить P и T зубцы, предварительно удалив из ЭКС QRS-комплекс.

В отличие от метода, описанного выше, вейвлет *symlet 4* порядка, который представляет модифицированную версию вейвлета Добеши, позволяет осуществить детекцию QRS-комплексов достаточно быстро, что делает его более приемлемым вариантом для применения в составе экспресс-анализа.

Он позволяет определить местоположение локальных экстремумов, то есть выделить R-пики, на основе расстояния между которыми можно сделать вывод о наличии или отсутствии аритмии.

Описанные примеры представляют собой частные случаи применения вейвлет-технологий для анализа ЭКС. На их основе может быть разработано пользовательское приложение, которое дает возможность производить периодический контроль деятельности сердечно-сосудистой системы в домашних условиях. Теоретически представляется возможным подобрать совокупность вейвлетов, которые позволят проводить относительно полный экспресс-анализ для выявления симптомов наиболее распространенных заболеваний.

Библиографический список

1. Гринченко Н.Н., Геращенко Е.С., Потапова В.Ю. «Создание портативного кардиографа и анализ электрокардиосигнала на основе вейвлет-технологий». Межвузовский сборник научных трудов «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем» Горячая линия-Телком 2016.

2. Ю.В. Твердохлеб «Определение характерных точек кардиосигнала с использованием вейвлет-технологии» [Электронный ресурс] <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/12874/1/Твердохлеб%20Ю.В..pdf>

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ WEBGL

Р.Р. Джавадов

Научный руководитель – Воробьев А.В.

к.т.н., доц.

Уфимский государственный авиационный технический университет

1. Введение

В современном мире специалисты, научный интерес которых находится в области биологии, медицины, геофизики, геологии, техники, социологии, психологии и многих других наук, уделяют все большее внимание сопоставлению параметров внешних геомагнитных вариаций (ГМВ) с тенденциями существования и развития под их влиянием объектов и систем различной природы происхождения и последующему анализу полученных результатов. На основании накопленных статистических данных известно, что некоторые составляющие ГМВ могут воздействовать как на биологические, технические и прочие объекты и системы в целом, так и на человека в частности. Вследствие всего этого был разработан сервис для 2D/3D - визуализации параметров геомагнитного поля на базе технологии WebGL, с помощью которого можно преждевременно оповестить о появлении геомагнитных бурь [1].

2. Особенности визуализации параметров геомагнитного поля

В качестве ключевых технических требований к механизму реализации

предложенного решения особо выделяются его мобильность и оперативность. В данном случае под мобильностью понимается возможность использования приложения в условиях минимальных аппаратных и программных возможностей – без привязки к типу устройства, среде использования и пр. Оперативность понимается как анализ параметров геомагнитного поля и 2D/3D визуализация картографической информации в режиме реального времени, по нажатию всего нескольких кнопок [2].

Основой данной системы является технология под названием Cesium. Это библиотека JavaScript для создания 3D глобусов и 2D карт в веб-браузере без плагина. Он использует WebGL технологию для аппаратного ускорения графики, является кросс-платформенным и настроен для визуализации динамических данных. Cesium является открытым исходным кодом под лицензией Apache 2.0. Это бесплатно для коммерческого и некоммерческого использования [3].

3. Схема работы автоматизированной информационной системы

Представленная в проекте система функционирует в строгом соответствии с требованиями, предъявляемыми к приложениям данного класса. Единственное, что необходимо пользователю для его эффективного использования, – это так называемый пользовательский агент, или, как его чаще называют, веб-браузер, который поддерживает технологию WebGL [1].

После запуска браузера пользователь вводит в строку адреса URL искомого веб-приложения, что приводит к передаче потока HTML-кода, графики и клиентских сценариев на его персональный компьютер. На стороне клиента браузер выполняет рендеринг полученного кода и представляет пользователю набор визуальных элементов управления

С помощью выдвигающегося меню, пользователь выбирает временной диапазон, за который спутник совершил свои замеры параметров геомагнитного поля, а радиокнопками пользователь выбирает желаемый параметр для визуализации на карте мира. Так, к примеру, выберем временной диапазон «2 часа», а затем параметр геомагнитного поля «Восточная компонента ГМП». В результате система обращается к данным, сделанным спутником за 2-х часовой промежуток, и визуализирует их на карте мира. Также при помощи этого веб-приложения можно загрузить свои файлы формата KML (это всяческие пометки на карте, либо трёхмерные модели, геометрические фигуры), либо выбрать уже имеющиеся 6 слоёв для визуализации геомагнитных составляющих. Ещё пользователю доступны 2 функции для взаимодействия со спутником, это «Текущее положение спутника» и «Траектория движения спутника». Функция «Текущее положение спутника» отображает на карте последний сделанный замер спутника. Функция «Траектория движения спутника» отображает несколько последних замеров спутника и соединяет их при помощи линий.

4. Заключение

В рамках проведенных исследований синтезирован, научно обоснован и предложен способ, обеспечивающий оперативную, автоматическую визуализацию параметров ГМП в условиях минимума аппаратно-вычислительных

средств (в том числе и в полевых условиях). Представлен вариант его конкретной практической реализации на основе современных веб-технологий, что обеспечивает соблюдение принципов гибкости, мобильности и кроссплатформенности.

Библиографический список

1. Воробьев А.В., Шакирова Г.Р. Автоматизированный анализ невозмущенного геомагнитного поля на основе технологий картографических веб-сервисов // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 5(58). С. 177-187.
2. Миловзоров Г.В., Воробьев А.В., Миловзоров Д. Г. Методика описания параметров геомагнитной псевдобури // Вестник ИжГТУ. 2013. № 1. С. 103-107.
3. Cesium [Электронный ресурс]. URL: <http://cesiumjs.org/> (дата обращения: 10.11.2015)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ

Г. И. Нечаев д.т.н., проф., А. Н. Кабанов к.т.н., доц., Д. Н. Фоломкин
Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается задача статистической идентификации линейного динамического объекта, являющегося частью некоторой сложной системы при отсутствии доступа ко входу и выходу этого объекта.

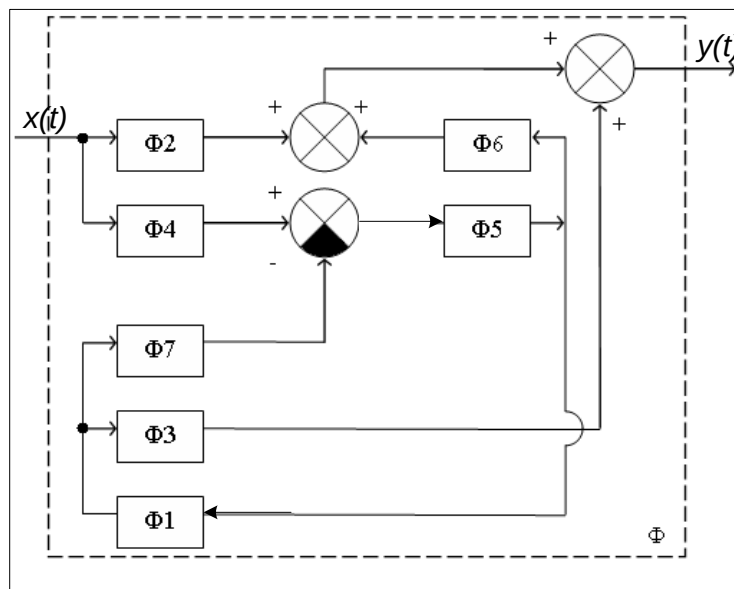


Рис. 1 – Схема включения контролируемого объекта $\Phi 1$ в систему со сложной структурой

Нестационарное звено $\Phi 1$ можно представить в виде

$$\Phi 1(p, t) = \sum_{i=1}^N \Phi 1_i(p, t) \cdot \alpha 1_i + \Phi 1_0(p, t), \quad (1)$$

где $\Phi_i(p, t)$, $i = \overline{0, N}$ – известные линейные нестационарные операторы, α_i – неизвестные постоянные коэффициенты.

Для решения задачи предлагается структура для формирования сигнала ошибки $\varepsilon(t)$, прямо пропорциональной отклонениям параметров β_k модели объекта от параметров α_k самого объекта (1), причем сигнал ошибки должен быть равен нулю при точной подстройке при отсутствии помех.

Для стационарного объекта распространение получил метод определения динамических характеристик (ДХ) с помощью настраиваемой динамической модели, в которой определяются коэффициенты разложения ДХ объекта по некоторой подходящей системе функций при известном масштабном коэффициенте (МК) [1, 2, 3]. В докладе предлагается подход, позволяющий повысить оперативность идентификации стационарного динамического объекта [4].

Искомая ДХ объекта с одним каналом определяется в виде

$$g(t) = \sum_{i=1}^n c_i \varphi_i\left(\frac{t}{T}\right) \quad \text{или} \quad W(p) = \sum_{i=1}^n c_i \Phi_i(p), \quad (2)$$

где $g(t)$, $W(p)$ – соответственно импульсная характеристика, передаточная функция объекта; $\varphi_i(\frac{t}{T})$, $\Phi_i(p)$ – соответственно импульсная характеристика, передаточная функция i -ого элемента используемой системы функций $\{\Phi\}_n$; n – число членов разложения; c_i – искомые коэффициенты разложения; T – масштабный коэффициент (МК). На объект подается широкополосное пробное воздействие $p(t)$ типа белого шума.

Коэффициенты разложения c_i находятся путем решения системы при заданном МК. Изменение МК потребует многократного решения задачи идентификации, что существенно увеличивает время обработки данных. Именно этот недостаток имеет место в известных работах [2, 3].

Для сокращения количества операций, а соответственно и времени обработки сигнала, можно использовать метод определения оптимального МК на основе матричных преобразований [4]. Данный метод позволяет найти оптимальный МК опираясь на оценки коэффициентов разложения, определенные только при двух различных значениях МК. Коэффициенты матриц для определения этих оценок зависят лишь от отношений МК, поэтому могут быть протабулированы заранее для выбранной системы функций $\varphi(\frac{t}{T})$.

Экспериментальные исследования показали, что предложенный метод позволяет получать приемлемую для многих реальных случаев аппроксимацию импульсной характеристики даже при отклонении пробного воздействия от характеристик белого шума.

Библиографический список

1. Методы и средства идентификации динамических объектов / А.А. Бессонов, Ю.В. Загашвили, А.С. Маркелов. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1989. – 280с.
2. Литвинова В.С. Идентификация линейного динамического объекта в условиях действия возмущений на основе его представления в виде ком-

бинации типовых звеньев : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01. – Рязань, 2009. – 20л.

3. Сердюк О.А. Методы и алгоритмы обработки информации при идентификации динамических объектов в условиях неопределенности относительно длины весовой функции : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01. – Москва, 2010. – 25л.

4. Кабанов А.Н., Нечаев Г.И., Фоломкин Д.Н. Оперативный алгоритм спектрального анализа контролируемого процесса с помощью функций сложной формы // Вестник РГРТУ, №33. – Рязань, 2010. – С.103-107.

ИССЛЕДОВАНИЕ АСПЕКТОВ ПРИМЕНИМОСТИ СТРАТЕГИЙ СЭМПЛИНГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ СТРУКТУР ДАННЫХ

И.А. Ключева

Научный руководитель - Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются подходы к решению проблемы несбалансированности структур данных в задаче классификации (CIP, Class Imbalance Problem) [1 – 4].

Обучение классификаторов на несбалансированных структурах данных ставит под угрозу производительность большинства известных алгоритмов машинного обучения, в частности широко востребованного в настоящем времени алгоритма обучения по прецедентам – алгоритма машины опорных векторов (SVM, Support Vector Machine) [5 – 10].

Как показывают экспериментальные исследования, обучение классификаторов на несбалансированных структурах данных приводит к тому, что построенный классификатор стремится классифицировать все объекты в качестве объектов мажоритарного класса (класса «большинства»), полностью игнорирующий менее представленный миноритарный класс (класса «меньшинства»), что обычно не соответствует фактической цели исследования [9].

Проблема несбалансированности структур данных встречается в различных прикладных задачах [1, 2, 4]: медицинская диагностика, в которой больных пациентов, как правило, существенно меньше, чем здоровых; обнаружение мошеннических транзакций по банковским картам, в которой число мошеннических транзакций значительно меньше, чем обычных; кредитный скоринг, при котором число недобросовестных заемщиков является очень малым по сравнению с числом добросовестных; анализ оттока клиентов в сфере услуг (например, в телекоммуникационной отрасли [1]), в которой число клиентов, желающих отказаться от услуг компании существенно меньше числа остальных клиентов, и т.п.

В настоящее время для решения проблемы несбалансированности структур данных применяются различные стратегии сэмплинга [1, 2]. При этом восстановление баланса классов может проходить двумя путями. В первом случае удаляют некоторое количество объектов мажоритарного класса (undersampling, андэрсэмплинг), во втором – увеличивают количество объ-

ектов миноритарного (oversampling, оверсэмплинг). При этом различают случайные и специальные алгоритмы сэмпинга.

В ходе настоящей работы проводилось исследование аспектов применимости стратегий сэмпинга для восстановления баланса между классами в задаче бинарной классификации. В частности, были проанализированы возможности алгоритма синтетического сэмпинга SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique) [1, 2].

Дальнейшие исследования могут быть связаны с исследованием других подходов к решению проблемы несбалансированности структур данных. На основе выявления достоинств и недостатков исследованных алгоритмов сэмпинга планируется разработать их модифицированные и гибридные версии с целью последующего применения на этапе предварительного анализа информации в процессе разработки интеллектуальных классификаторов на основе SVM-алгоритма.

Библиографический список

1. Amin A., Anwar S., Adnan A., Nawaz M., Howard N., Qadir J., Hawalah A., Hussain A. Comparing oversampling techniques to handle the class imbalance problem: A customer churn prediction case study // IEEE Access, 2016.
2. Chawla N.V., Bowyer K.W., Hall L.O., Kegelmeyer W.P. SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique, J. Artif. Intell. Res. 16, 2002. Pp. 321-357.
3. Japkowicz N., Stephen S. The Class Imbalance Problem: A Systematic Study // Intelligent Data Analysis, 2002. Vol. 6. No. 5. Pp. 429-449.
4. T. Jo, N. Japkowicz, Class imbalances versus small disjuncts, ACM SIGKDD Explor. Newsl. - Spec. Issue Learn. from Imbalanced Datasets.6 (2004) 40-49.
5. Л.А., Ключева И.А. Разработка и исследование гибридных версий алгоритма роя частиц на основе алгоритмов поиска по сетке // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2016. № 3 (57). С. 107-117.
6. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Использование SVM-алгоритма для уточнения решения задачи классификации объектов с применением алгоритмов кластеризации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2015. № 1 (51). С. 103-113.
7. Ключева И.А. Гибридный алгоритм настройки параметров интеллектуального классификатора данных // Математические методы в технике и технологиях. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2015. Т. 7. С. 234-238.
8. Demidova L., Nikulchev E., Sokolova Yu. The SVM Classifier Based On The Modified Particle Swarm Optimization // International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 2016. Vol. 7. No. 2. Pp. 16-24.
9. M.A.H., Ravi V., Raju S.B. Churn prediction using comprehensible support vector machine: An analytical CRM application // Appl. Soft Comput, 2014. Vol. 19. Pp. 31-40.
10. Vapnik, V. Statistical Learning Theory. New York: John Wiley & Sons, 1998. 734 p.

ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕКСТУР НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.Ю. Потапова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При анализе аэрокосмических и других изображений важной задачей является выделение участков с однородной структурой, обладающих различными характеристиками. Например, лес, трава или песок на карте местности. В данном случае, говоря об этих участках, имеется в виду текстура изображения (аналогия с текстурой ткани), под которой понимается совокупность характеристик, описывающих визуальные свойства каких-либо поверхностей или объектов.

Распознавание текстур включает в себя процессы сегментации и классификации. На первом этапе выделяются геометрические области и соответствующие им порядковые номера. Подобную совокупность сведений называют картой изображения. На втором этапе осуществляется сопоставление определенным участкам пикселей некоторых текстур. Количество признаков, по которым могут отличаться друг от друга участки различных типов, очень велико. В некоторых задачах это средняя яркость, дисперсия, центрированный момент, энтропия, в других – корреляционные свойства [1].

Байесовская сегментация, основанная на распределении Гиббса, представляет собой широкий класс распределений и опирается на понятие «клик» [2]. Пиксель изображения взаимодействует с другими, тем самым образуя вокруг себя несколько групп точек, в каждую из которых входит и он сам. Эти группы и есть клики, однозначно распределенные между элементами двумерного сигнала. Если рассматривать данное понятие на основе массива, то элементы с индексами $(0,0)$, $(0,1)$, $(1,0)$ и $(1,1)$ образуют клик.

Программирование распознавания текстур осуществлялось в среде математического моделирования Octave. Классы текстур изображения выделяются пользователем или автономной программой заранее, пример выделения приведен на рис. 1.

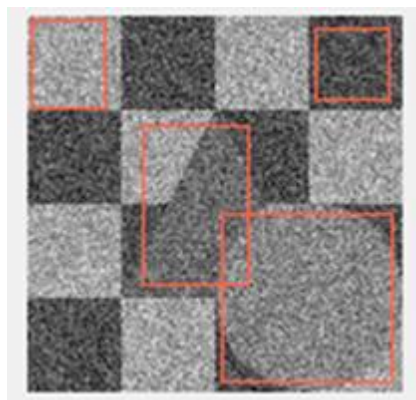


Рис. 1 – Пример выделения классов текстур

Для каждой выделенной области высчитываются статистические характеристики: дисперсия и среднее значение. На их основе определяется энергия взаимодействия пикселей. Она складывается из двух составляю-

щих. Для первой вычисляется значение энергии каждого пикселя для каждого из классов. Из них выбирается наименьшая энергия, которая определяет начальное сегментирование. Для второй – анализируются соседние точки. Предполагается, что соседние пиксели находятся в одной области. Если данное предположение верно, к энергии взаимодействия прибавляется определенная величина, в противном случае – она вычитается.

На основе вычисленных значений осуществляется классифицирование областей по номерам классов, которое в последствии будет уточняться на основе распределения Гиббса. Вероятность принадлежности классов вычисляется по формуле 1.

$$P(x) = z \exp(\sum_i \sum_j v_{ij}), \quad (1)$$

где z - нормирующий коэффициент, рассчитывающийся на основе формулы 2, v_{ij} - энергия взаимодействия в точке с координатами i, j .

$$\sum P(x) = 1 \quad (2)$$

Отображение текущей метки осуществляется путем выделения различными цветами областей изображения, принадлежащих к разным классам. Выделение областей ведется в градации серого. Процесс перераспределения областей происходит до тех пор, пока суммарное отклонение не будет меньше некоторого заданного числа ξ . Суммарное изменение энергии накапливается на каждой итерации.

На рисунке 2 приведен результат сегментирования.



Рис. 2 – Результат сегментирования

Применение Байесовской сегментации является одним из основных подходов к распознаванию текстур. Данный метод требует меньше априорной информации о модели мира, что делает его более предпочтительным.

Библиографический список

1. Г. Винклер Анализ изображений, случайные поля и динамические методы Монте-Карло. Новосибирск, 2002
2. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учеб. Пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук и др. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002.-352 с.

$$\bar{y}_i = \frac{y_{i\min} + y_{i\max}}{2} - \text{среднее значение.}$$

Тогда система ограничений примет вид:

$$\begin{cases} \bar{y}_1 = a_{11}\bar{x}_1 + \dots + a_{1n}\bar{x}_n; \\ \dots\dots\dots; \\ \bar{y}_m = a_{m1}\bar{x}_1 + \dots + a_{mn}\bar{x}_n. \end{cases} \quad \vec{y}_{\text{ср}} = \bar{A} \cdot \vec{x}_{\text{ср}}; \quad \vec{x}_{\text{ср}} = (\bar{A}^T \cdot \bar{A})^{-1} \cdot \bar{A}^T \cdot \vec{y}_{\text{ср}}.$$

Алгоритм предварительного решения системы линейных неравенств и исключения лишних неравенств [3].

Вопрос о строении множества решений произвольной совместной системы неоднородных линейных неравенств

$$a_{j1}X_1 + a_{j2}X_2 + \dots + a_{jn}X_n - a_j \leq 0, \quad j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

может быть сведен к поиску общей формулы решений системы однородных линейных неравенств

$$\begin{aligned} a_{j1}X_1 + a_{j2}X_2 + \dots + a_{jn}X_n - a_jX_{n+1} \leq 0, \quad j = \overline{1, m}, \\ -X_{n+1} \leq 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Действительно, если известна общая формула решений системы (3), то при $X_{n+1}=1$ из нее получаем решение для исходной системы (2). Поэтому основное внимание в докладе при анализе решений уделено системе (3).

Алгоритм и вычислительная схема для нахождения общей формулы неотрицательных решений системы (3) сводятся к последовательным однотипным преобразованиям таблицы

$$T^1 = [T_1^1 | T_2^1] = \left[\begin{array}{ccc|ccc} 1 & 0 & 0 & a_{11} & \dots & a_{m1} \\ 0 & 1 & 0 & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 1 & a_{1n} & \dots & a_{mn} \end{array} \right],$$

при этом общая формула неотрицательных решений системы (3) может быть записана в многомерноматричном виде

$$X(1,0) = \sum_{n=1}^l P_n X_n(1,0), \quad P \geq 0, \text{ где } l - \text{число строк последней таблицы } T^k.$$

Вывод. Предложена последовательная процедура, позволяющая повысить оперативность и точность многокритериального анализа.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Пылькин А.Н. Методы и алгоритмы принятия решений в задачах многокритериального анализа. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007 - с.232
2. Булаев М.П. Математическая статистика и прогнозирование: учеб. пособие/М.П. Булаев, Н.В. Дорошина, А.Н.Кабанов.- РГРТУ, Рязань, 2014. 64 с.

З. Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов. Адаптивный метод анализа многомерных временных рядов/Информационные технологии, межвузовский сб. научн. трудов.- Рязань: РГРТУ,2016.- с.8-10.

НАКОПЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МАСС-СПЕКТРОМЕТРА

А.Е. Кожин

Научный руководитель – Борисовский А.П.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Повышение аналитических характеристик приборов для исследования веществ является важной задачей. Применение в составе регистрирующих устройств микроконтроллеров позволяет улучшить массогабаритные характеристики (снизить массу блока электроники до 50 грамм, а размеры -100 x 150 мм) и ускорить машинную обработку информации.

В докладе рассматривается процесс формирования двоичной информации в регистрирующей системе при помощи микроконтроллера STM32F103VE фирмы STMicroelectronics.

Разработанное устройство осуществляет преобразование аналоговых данных, поступающих с выхода масс-анализатора. Структурная схема процесса преобразования, накопления и передачи полезного сигнала в устройстве представлена на рисунке 1.

Аналоговый сигнал представляет собой импульс напряжения длительностью несколько сотен наносекунд [1]. Для получения точной информации об исследуемом веществе перед преобразованием в микроконтроллере сигнал необходимо усилить и очистить от шумов. Отношение сигнал/шум должно составлять не менее 10. Все эти действия производятся в усилителе регистрации.

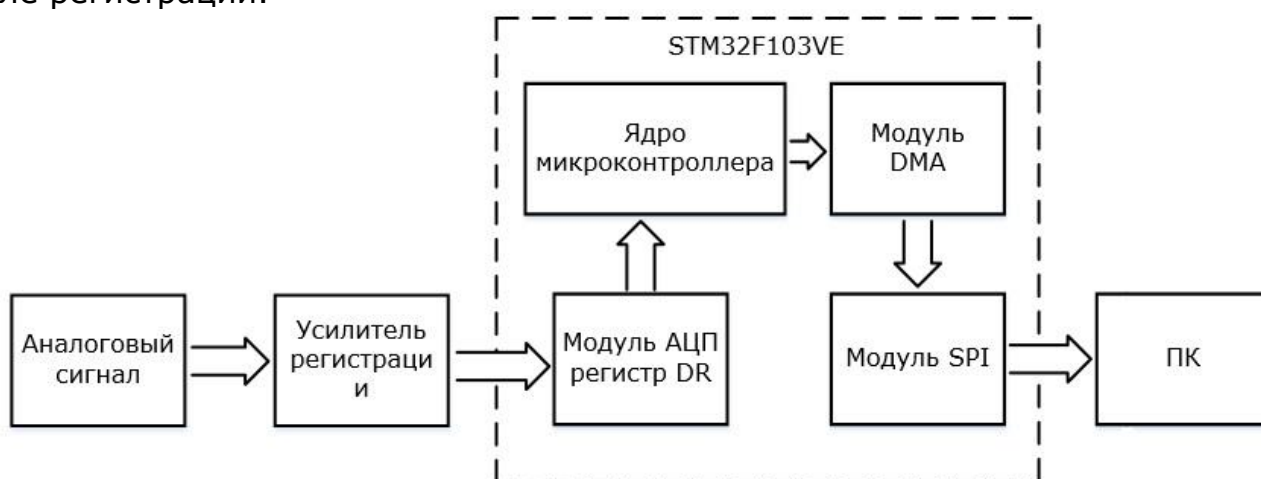


Рис.1 – Структурная схема процесса преобразования, накопления и передачи сигнала

Для получения двоичной информации из аналоговых данных необходима их дискретизация. Для этого обработанный, без помех сигнал поступает на модуль аналого-цифрового преобразователя (АЦП) микроконтроллера STM32F103VE, который имеет характеристики:

- 16 внешних и 2 внутренних канала для преобразования сигналов;

- 12-битное разрешение;
- различные режимы работы по преобразованию: однократное, непрерывное, по триггеру, по таймеру;
- присутствует режим сканирования входов по заданному списку.

Полученный 12-битный код АЦП хранится в регистре памяти ADC_DR: 0x4001244C [2]. Полученные двоичные данные необходимо просуммировать. Данный процесс осуществляет ядро микроконтроллера, информация хранится в буфере процесса Flash-памяти микроконтроллера.

Процесс преобразования и обработки полученных данных может существенно замедлиться, если ядро будет все время отвлекаться на такие процессы, как копирование и адресацию содержимого Flash-памяти для дальнейшей отправки данных. Поэтому для увеличения скорости подготовки новой преобразованной информации используем модуль прямого доступа к памяти (DMA). Он расположен на системной шине и имеет возможность управлять содержимым памяти, подключенными периферийными модулями, как и главный процессор. Модуль DMA способен получать данные и копировать без задействования ядра микроконтроллера. По окончании отправки цифровой информации модуль DMA сам создаст сигнал к прерыванию, в течение которого есть возможность запустить новую передачу или отключить DMA. При настройке модуля DMA необходимо определить адреса отправителя и получателя – без этих адресов невозможны процедуры передачи и копирования. При включении модуля необходимо указать размерность данных, с которыми будет работать модуль DMA: 8, 16 или 32 бита.

Непосредственно для передачи накопленной информации из Flash-памяти регистрирующей системы в память компьютера используем встроенный модуль последовательного периферийного интерфейса (SPI). В начале передачи данных между устройствами, информация должна быть загружена в регистры сдвига устройства. Так как прямого доступа к регистру сдвига нет, для записи и чтения данных существует специальный регистр SPI_DR, который взаимодействует с регистром сдвига. В данный регистр необходимо записать передаваемые данные. Информация может передаваться по 8 или 16 бит, в зависимости от установленных настроек.

Данные передаются по шлейфу в память компьютера. Переданная информация в компьютер далее используется программным обеспечением, для формирования и отображения масс-спектров исследуемого вещества.

В ходе работы была разработана высокопроизводительная система регистрации с применением микроконтроллера. Устройство работает совместно с персональным компьютером. Усовершенствование регистрирующих систем позволяет увеличить скорость регистрации и интерпретации масс-спектров веществ, значительно расширяет области применения масс-спектрометрии.

Библиографический список

1. Борисовский А.П., Трубицин А.А. Повышение разрешающей способности квадрупольных масс-анализаторов путём оптимизации формы импульсного высоко-частотного напряжения питания // Вестник РГРТУ, № 2, (выпуск 40) // Рязань, 2012. 72-75 с.

2. Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство. – М: ДМК – Пресс, 2012. – 552 с.

3. Герберт Шилдт. Полный справочник по C. Пер. с англ. – М: Вильямс, 2006. – 800 с.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД

В.А. Стародубцева

Научный руководитель – Челебаев С.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время широкое распространение получили информационно-измерительные системы, в состав которых входят датчики, выдающие результат измерения неэлектрической величины с информативным параметром в виде частоты следования импульсов. К таким датчикам относятся, например, датчики уровня жидкостных сред.

Для дальнейшей обработки результаты измерения необходимо преобразовать в цифровой код.

Обобщенную структуру информационно-измерительной системы можно представить в виде рисунка 1.

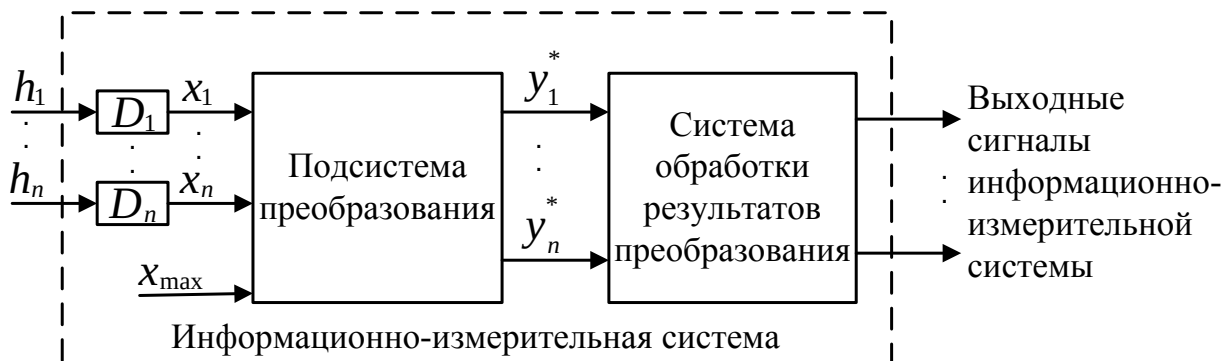


Рис. 1 – Обобщенная структура информационно-измерительной системы с использованием датчиков уровня

На рисунке 1 имеют место обозначения:

$h_1, \dots, h_n$ – уровень жидкости;

$D_1, \dots, D_n$ – датчики;

$x_1, \dots, x_n$ – частота, пропорциональная уровню жидкости;

x_{max} – эталон преобразования;

$y_1^*, \dots, y_n^*$ – цифровой код, пропорциональный частотам $x_1, \dots, x_n$.

Для решения задачи преобразования $x \rightarrow y^*$ необходимо решить задачу аппроксимации [1]. Одним из лучших аппроксиматоров являются искусственные нейронные сети [2, 3, 4].

Для построения подсистемы преобразования необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ структур известных вычислительных преобразователей для измерения уровня жидкостных сред.

2. Разработка обобщенной схемы подсистемы преобразования.
3. Разработка моделей нейросетевых структур преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код.
4. Разработка процедур синтеза нейросетевых структур преобразователей частоты в код.
5. Анализ нейросетевых структур преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код.
6. Реализация нейросетевых структур преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код на языке описания аппаратуры для их реализации на ПЛИС.

Решение поставленных задач позволит реализовать подсистему преобразования. Ее основным преимуществом будет увеличение точности преобразования. Это повысит эффективность функционирования всех информационно-измерительной частоты.

Библиографический список

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / Под общей редакцией А.И.Галушкина. — М.: Горячая линия-Телеком. 2008. 144 с.
2. Галушкин А.И. Нейронные сети. Основы теории. — М.: Горячая Линия – Телеком. 2010. - 480 с.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс". 2001. — 287 с.
4. Болтунов Е.В. Нейросетевой метод расширения динамического диапазона аналого-цифрового преобразователя // Перспективы развития информационных технологий. 2011. № 4. С. 79-83.

АЛГОРИТМЫ ОПЕРАТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Д.О. Есиков, аспирант

Научный руководитель – Ивутин А.Н.

к.т.н., доц.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Надежное и бесперебойное функционирование распределенных информационных систем является залогом эффективного функционирования организаций и предприятий в различных сферах экономики.

Для рациональной организации информационно-вычислительного процесса целесообразно осуществлять хранение и эксплуатацию элементов программного обеспечения (ЭПО) и информационных массивов (ИМ) в центрах хранения и обработки информации (ЦХОД).

Для обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем предложено решить задачи рассмотренные в [1]:

Данные задачи относятся к классу задач комбинаторной оптимизации [1], а именно целочисленного дискретного программирования с булевыми переменными [1] и отличаются большим количеством переменных и огра-

ничений. Кроме того, некоторые из них имеют ограничения нелинейного вида, что затрудняет применение традиционных методов для их решения.

Для получения точного решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем существует достаточно большое количество методов дискретной оптимизации [2]. Однако с увеличением размерности задач время решения точными методами возрастает экспоненциально, что не позволяет оперативно получать их решение на уровне соответствующем корпоративному. В этих условиях целесообразным и оправданным является получение квазиоптимального (рационального) решения за время не превышающее заданное. Метод получения рационального решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем должен иметь достаточную точность, невысокую вычислительную сложность, нечувствительность к виду целевой функции и ограничений. Всем этим требованиям отвечает группа многоагентных алгоритмов и методов локальной оптимизации на основе стохастического поиска [3]. Наиболее хорошо изученными из данной группы методов и алгоритмов, применимых для решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем являются:

- метод роя частиц [4];
- генетический алгоритм [5];
- алгоритм косяка рыб [6].

Генетический алгоритм: На каждом шаге алгоритма определяется количество особей в родительской популяции сформированных с использованием каждой схемы отбора и каждого вида кроссинговера, и рассчитать частоту использования схем отбора и вариантов кроссинговера. При начальной инициализации исходной популяции для всех хромосом данным меткам присваиваются значение -1, а частоты применения схем отбора и вариантов кроссинговера принимают равновероятными. При этом схемы отбора особей и варианты кроссинговера используются случайным образом в соответствии с полученными частотами их применения. Это позволяет с большей вероятностью получить лучшее решение. Совокупность шагов алгоритма, завершающаяся обменом лучшими особями между островами, составляет одну итерацию. Для того чтобы компенсировать влияние случайной начальной инициализации на эффективность работы операторов выбора и кроссинговера предлагается использовать адаптивную схему репродукции особей.

Метод роя частиц: Особенностью алгоритма является использование существенно более простых операций, по сравнению с генетическим алгоритмом при реализации процесса поиска решения.

Алгоритм косяка рыб: Отличительной особенностью алгоритма является отсутствие необходимости запоминать положения лучших агентов на предыдущих итерациях, формирования дополнительных популяций агентов, а также относительная простота выполняемых операций в поисковом механизме. Последнее обстоятельство позволяет достаточно легко реализовать распараллеливание его реализации.

В общем случае представленные алгоритмы обеспечивают достаточно быстрое, по сравнению с последовательными попадание в локальный экстремум функции. Качество получаемого решения в этом случае существен-

но зависит от результатов начальной инициализации алгоритмов. Для нейтрализации данного недостатка предлагается в многоагентных алгоритмах в процессе решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем использовать островную схему.

Таким образом многоагентные алгоритмы позволяют оперативно получить квазиоптимальное решение задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем, а с применением островной схемы организации поиска решения обладают хорошей приспособленностью к распараллеливанию, что обеспечит получение квазиоптимального решения за более короткое время для больших размерностей задач.

Библиографический список

1. Есиков Д. О. Задачи обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем // Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы» № 4 (112), 2015, Тверь Научно-исследовательский институт «Центрпрограммсистем».
2. Сергиенко И. В., Гуляницкий Л. Ф., Сиренко С. И. Классификация прикладных методов комбинаторной оптимизации //Кибернетика и системный анализ. – 2009.
3. Карпенко А.П. Популяционные алгоритмы глобальной поисковой оптимизации. Обзор новых и малоизвестных алгоритмов. // Информационные технологии – 2012. - №7 – с. 13-15.
4. Карпенко А. П., Селиверстов Е. Ю. Обзор методов роя частиц для задачи глобальной оптимизации (Particle Swarm Optimization) //Наука и образование. 2009. вып. 03. URL: <http://technomag.edu.ru/doc/116072.html> (Дата обращения: 01.05.2013)
5. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320 с.
6. Bastos-Filho C.J.A., Lima-Neto F.B., Lins A., Nascimento A., Lima M. Fish school seach//Nature-Inspired Algorithms for Optimisation. SCI. Springer, Heidelberg, 2009.Vol.193.P.261-277.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.И. Моргунов

Научный руководитель – Ромашкова О.Н.

д.т.н., проф.

Московский городской педагогический университет

Ни одну отрасль, кроме образования, так часто не называют системой. Логично предположить, что данная отрасль действительно очень системна: всё множество её элементов связано огромным количеством отношений, образующих определённую целостность и единство. Изменение одного элемента влечет за собой изменение других, таким образом, все изменения связаны между собой.

За последние несколько лет произошли коренные изменения в укреплении и развитии материальной базы и финансировании образовательных организаций. Стали создаваться крупные образовательные холдинги, призванные максимально удовлетворить потребность граждан в получении качественных вариативных образовательных услуг [1].

Таким образом, целью развития образовательной отрасли стало совершенствование управления системой образования с помощью единой комплексной информационной системы, содержащей полные данные о всех услугах, оказываемых образовательными организациями, и контингенте их получателей.

В целях мониторинга услуг и оценки качества их предоставления руководителю необходимо часто проводить глубокие аналитические срезы, принимать своевременные управленческие решения. При этом необходимо учитывать, что оценка эффективности системы должна обуславливаться определенными критериями (измеряемыми показателями).

Отсюда главной задачей для проведения оценки является выявление таких критериев и анализ их показателей.

Согласно «теории справедливости» Д. Роулза каждый индивид должен обладать равным правом в отношении общей системы равных основных свобод, соотносимой со свободой всех. Данного принципа образовательная система Российской Федерации придерживается давно. Право на образование закреплено в основном документе страны – Конституции. Согласно ей каждому гражданину гарантируются общедоступность и бесплатность дошкольного, основного общего и среднего профессионального образования в государственных или муниципальных образовательных учреждениях. Второй принцип концепции американского философа включает в себя «принцип честного равенства возможностей». Таким образом, образовательная среда города должна консолидировать людей с разными интересами, способностями и разным социальным статусом и создать равные образовательные возможности для развития как можно большего количества детей и подростков, что является еще одной задачей развития системы.

Из вышесказанного разумно сделать вывод, что существует два глобальных показателя эффективности образовательной системы. Это качество и доступность. Данные показатели отражают основной государственный и общественный заказы, в удовлетворении которых заключается следующая задача.

Основными критериями качества образовательных услуг на сегодняшний день являются:

- Результаты Государственной итоговой аттестации (ЕГЭ и ОГЭ);
- Результаты участия обучающихся в олимпиадах;
- Результаты проведения независимых предметных и метапредметных диагностических работ;
- Результативность работы школы по профилактике правонарушений (в том числе, среди тех обучающихся, которые раньше совершали правонарушения);
- Охват программами дополнительного образования обучающихся школы.

Критериальный подход в оценке качества опирается на сравнение объективных статистических данных, что исключает потенциальный субъективизм экспертной оценки.

Критерием доступности является доля жителей дошкольного и школьного возраста закрепленного за школой микрорайона, получающих образовательные услуги в данной организации.

Стоит отметить, что данные показатели на сегодняшний день уже используются в оценке эффективности образовательных организаций, однако, получение их значений весьма затруднено. Образовательные организации в своей деятельности используют значительное количество информационных систем пропорциональное количеству перечисленных показателей.

Создание данной информационной системы позволит усовершенствовать процесс управления образовательной системой и предоставит возможность руководителю максимально оперативно принимать необходимые управленческие решения.

Библиографический список

1. Моргунов А.И. Информационная система для оценки результатов деятельности общеобразовательных организаций г.Москвы / О.Н. Ромашкова, А.И. Моргунов // Вестник РУДН Серия «Информатизация образования». – 2015. - №3. – С.88 –95.

РАЗРАБОТКА ПЕРЕДАЮЩЕЙ И ПРИЁМНОЙ ЧАСТЕЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ

Д.К. Савченко

Научный руководитель - Филимонов Б.И. к.т.н., доц

Рязанский государственный радиотехнический университет

В нынешнее время становятся распространены беспроводные сети, что обусловлено широким появлением информационных систем, снижением цен на беспроводные устройства передачи. Беспроводные сети позволяют организовывать информационный обмен в системах, где затруднена или крайне нежелательна проводная связь между устройствами: датчиками, индикаторами, контроллерами, базовыми станциями. Сенсорные сети позволяют производить сбор информации от множества удалённых датчиков с центром сбора информации на базовой станции, соединённой, например, с ПК или сервером Интернета. Также перспективное направление - использование беспроводных сетей для контроля и передачи данных с движущихся объектов, животных и людей, что актуально при проведении медицинских исследований, наблюдениях за пациентами в лечебных учреждениях [1].

В моём случае разрабатывается система связи ИКМ для передачи показателей датчиков, закреплённых на спортсмене на компьютер тренера, находящегося на стадионе для наблюдения в режиме реального времени всех его параметров. В моём случае на теле спортсмена закреплено множество датчиков. Среди них датчики пульса, давления, влажности кожного покрова, частоты дыхания, скорости перемещения, термопара и другие. Работа каждого датчика управляется своей электрической схемой. На вы-

ходе этих схем получаются некие значения напряжений, соответствующие показателям датчиков [2].

Рассмотрим схему приёмника и передатчика. Была разработана система связи ИКМ (м). Передаваемые значения напряжений, которые снимаются с источников через коммутатор, передаются на аналого-цифровой преобразователь, где они преобразуются в цифровой код. Всем аналоговым сообщениям соответствуют свои кодовые слова. Они все имеют разрядность одинаковую. Благодаря преобразователю кода параллельный код после АЦП конвертируется в код двоичный последовательный.

Кадр образуется из кодовых слов от всех источников сообщений. Синхрослово или сигнал синхронизации вводится в кадр, для определения начала кадра в приемнике. Далее закодированный групповой сигнал поступает на передающее оборудование GSM. На приёмной части принимается переданный OFDM-сигнал.

Система тактовой синхронизации регулирует работу приемной части радиолинии. Ее значение – вырабатывать меандр тактовой синхронизации (периодическую последовательность импульсов) с частотой тактов f_T . Пришедший групповой сигнал поступает на РУ1, на котором принимается решение о выборе начала кадра (выборе типа элемента) с помощью СТС.

Потом сигнал поступает на когерентное решающее устройство, где он разделяется на 2 сигнала. Затем оба сигнала интегрируются и поступают на вычитающее устройство. Из этого сигнала в РУ2 при сравнении с нулевым порогом получается групповой сигнал (выбор типа символа), из которого далее удаляется синхрослово.

Для того чтобы его разделить на исходные сигналы используется система кадровой синхронизации [3].

Далее эти значения поступают на компьютер тренера, который наблюдает за параметрами спортсмена в режиме реального времени.

Библиографический список

1. Эрастов В.А., Сидоров Ю.Л., Отчалка В.Ф. Измерительная техника и датчики: Уч. пособие. – Томь, 2011. – 179 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теория и практика. 1-е издание. - Москва.: Издательский дом "Вильямс", 2004. - 1107 с.
3. Бакулин М. Г., Крейнделин В. Б., Шлома А. М., Шумов А. П. Технология OFDM: Уч. пособие для вузов. — М.: Горячая линия - Телеком, 2015. — 360 с.

РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Клопова

Научный руководитель – Клевакина Е.А.

к.э.н., доц.

Забайкальский государственный университет

В настоящее время существует большое количество различных информационных систем, которые используются для научных исследований в социальных и экономических сферах. Зачастую при анализе экономических

ситуаций в различных регионах или муниципальных образований полезно иметь информацию о том, какие предприятия существуют и какие виды экономической деятельности развиваются. Особое внимание при этом стоит уделить развитию горнодобывающей отрасли, так как в последнее время важным аспектом является отказ сырьевой модели развития.

Информационные системы, которые можно использовать для решения данной задачи, например, «Запросная система ЕГРИП и ЕГРЮЛ 2008» и «Справочник промышленных предприятий России и стран СНГ», однако они являются универсальными и содержат только общую информацию.

Существует большой круг задач, для которых универсальные системы не могут быть использованы ввиду их особой спецификации. Поэтому существует необходимость разработки информационной системы для выполнения определенных научных исследований, анализа хозяйственной деятельности в разрезе регионов и муниципальных образований.

Для работы информационной системы необходима хорошо спроектированная база данных, которая поможет упорядочить и систематизировать данные о предприятиях, работающих на территории Забайкальского края, обеспечить последующие обновление базы информацией и использование при проведении различных научных исследований.

В базе данных отражается информация о компаниях. В первую очередь название и вид экономической деятельности, а также район в котором зарегистрирована компания. Если компания занимается добычей полезных ископаемых, то указывается информация о месторождении полезных ископаемых и дается его краткая характеристика. ER-диаграмма базы данных представлена на рис. 1.

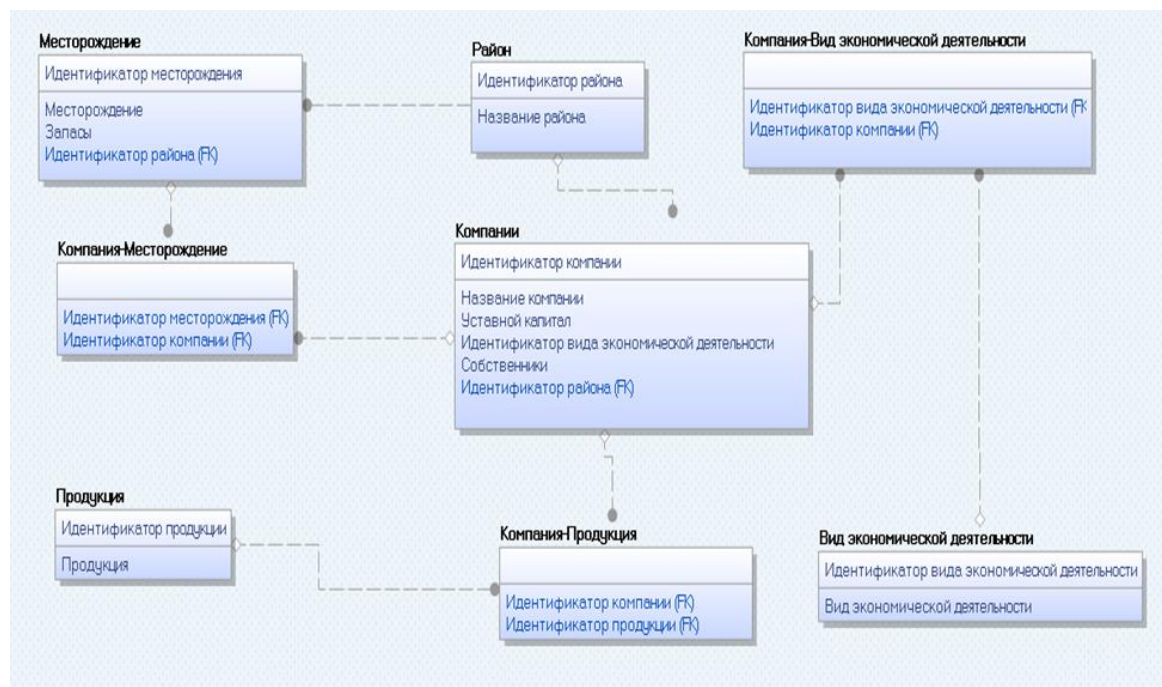


Рис. 1 - ER-диаграмма базы данных

Разработанная информационная система обладает следующим функционалом. Во-первых, это поиск по наименованию компании, месторождению, району в котором находится компания или месторождение, во-вторых, поиск по виду экономической деятельности или продукции. В-третьих,

позволяет формировать карточку предприятия, которая будет содержать полную информации о компании или месторождении. В-четвертых, создает отчеты о предприятиях в определенном районе.

Данная информационная система может предназначена для характеристики промышленного производства на уровне региона и муниципальных образований, система внедрена и успешно используется в лабораториях эколого-экономических исследований ИПРЭК СО РАН.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОТСЧЕТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Р.В. Пантюхин

Научный руководитель Михеев А.А.,

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Отсчеты измерительных сигналов в многоканальных информационно-измерительных системах (ИИС) представляют собой сигналы с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ). Спектр амплитуд сигнала с АИМ содержит бесконечно большое количество спектральных зон, расположенных на частотах, кратных частоте дискретизации. Информативной является нулевая спектральная зона, содержащая все частотные составляющие контролируемого процесса в полосе частот от нуля до $F_{с макс}$, где $F_{с макс}$ – максимальная частота в спектре контролируемого процесса. Выделить эти составляющие можно с помощью фильтра нижних частот (ФНЧ).

Для снижения интермодуляционных искажений при восстановлении непрерывных сигналов по дискретным отсчетам необходимо повышать требования к крутизне спада амплитудно-частотной характеристики ФНЧ, т.е. повышать порядок фильтра. Снизить требования к ФНЧ можно за счет преобразования дискретных отсчетов в импульсные сигналы сложной формы (ИССФ). На каждом интервале дискретизации ИССФ образуется путем добавления к исходному отсчету сигнала дополнительных отсчетов, имеющих соответствующие длительности и амплитуды, которые выбираются таким образом, чтобы в образованной последовательности ИССФ были подавлены заданные спектральные зоны [1].

Возможны два варианта формирования ИССФ. Дополнительные отсчеты могут перекрываться по времени с основным отсчетом или располагаться слева и справа от основного отсчета, не перекрываясь с ним. В ряде случаев применение перекрывающихся по времени отсчетов является более предпочтительным по причине того, что формирование результирующего сложного отсчета происходит в пределах времени существования исходного отсчета сигнала. Этим снимаются проблемы синхронизации ИССФ в многоканальных системах сбора, преобразования и передачи измерительных сигналов.

Анализ влияния на амплитуды составляющих нулевой спектральной зоны, т.е. составляющих полезного сигнала, амплитудно-временных параметров ИССФ, сформированных из перекрывающихся дискретных отсчетов сигнала, в настоящее время отсутствует.

Обобщенное условие подавления любых n спектральных зон, начиная с первой, в спектре ИССФ на основе перекрывающихся по времени отсчетов имеет вид следующей системы уравнений, число уравнений в которой равно числу n подавляемых спектральных зон, а число слагаемых в каждом уравнении равно $n+1$:

$$\sum_{i=1}^{n+1} \left(K_i \cdot \sin \left(\frac{k \cdot \pi \cdot \tau_i}{T} \right) \right) = 0, \quad (1)$$

где $k = \overline{1, n}$ - номера подавляемых спектральных зон,

τ_i - длительности дискретных отсчетов сигнала, из которых формируется ИССФ,

$K_i = \frac{U_i}{U_1}$ - масштабный коэффициент, показывающий соотношение ам-

плитуд U_i дополнительных отсчетов и амплитуды U_1 исходного отсчета,

T - период дискретизации.

Амплитуды спектральных составляющих в нулевой спектральной зоне ИССФ, содержащих информацию о контролируемом процессе, связаны с амплитудами соответствующих спектральных составляющих исходной последовательности дискретных отсчетов сигнала масштабным коэффициентом

$$K_0 = \frac{1}{T} \cdot (\tau_1 + K_2 \cdot \tau_2) \quad (2)$$

Чем больше значение масштабного коэффициента K_0 , тем больше амплитуды составляющих нулевой спектральной зоны ИССФ.

Решим (1) относительно K_2 и подставим полученное значение в (2).

Получим выражение, описывающее зависимость значения K_0 от различных сочетаний значений длительностей отсчетов τ_1 и τ_2 .

$$K_0 = \frac{1}{T} \cdot \left(\tau_1 - \frac{\sin \left(\pi \cdot \frac{\tau_1}{T} \right)}{\sin \left(\pi \cdot \frac{\tau_2}{T} \right)} \cdot \tau_2 \right). \quad (3)$$

Чем больше значение масштабного коэффициента K_0 , тем больше амплитуды составляющих нулевой спектральной зоны ИССФ.

Исходя из правил формирования ИССФ, всегда должно выполняться условие $\tau_1 < \tau_2$.

Таким образом, из (3) следует, что для увеличения масштабного коэффициента спектральных составляющих в нулевой спектральной зоне ИССФ, выделяемых с помощью ФНЧ, необходимо уменьшать длительность τ_2 дополнительного отсчета исходного сигнала.

Библиографический список

1 Карасев В.В. Измерительные системы для вращающихся узлов и механизмов/ Карасев В.В., Михеев А.А., Нечаев Г.И. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 176 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

А. А. Кузнецов

Научный руководитель – Митрошин А. А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При подготовке учебного курса преподаватели сталкиваются с проблемой составления содержания курса и создания документации, связанной с преподаваемой дисциплиной.

Чтобы решить эти проблемы, разрабатывается программное обеспечение, предназначенное для упрощения подготовки учебных дисциплин. Такое программное обеспечение поможет преподавателям автоматизировать создание рабочих программ по своим дисциплинам.

Перед подготовкой учебной дисциплины преподавателю известно определенное количество часов, отведенных на ее изучение, включая количество лекций, лабораторных работ и практических занятий. При непосредственном составлении содержания дисциплины преподавателю было бы удобно смоделировать структуру своего курса и разбить темы и понятия на лекции и лабораторные работы, чтобы потом, по готовой модели дисциплины, приложение позволило бы создать шаблон рабочей программы, тем самым упростив задачу преподавателя.

Кроме того, часто преподавателю при проведении конкретной лекции, состоящей из понятий, основанных на ранее изученной дисциплине, необходимо знать, в полной ли мере студенты усвоили материал смежной дисциплины, и можно ли продолжать ведение своего курса без повторения материала. Для решения этой проблемы программа позволит создавать логические связи как между понятиями разных дисциплин, так и между понятиями внутри одной дисциплины. Создание и визуализация этих связей поможет преподавателю при подготовке лекций.

Содержание курса предполагается моделировать следующим образом:

На первом этапе автор курса составляет древовидную структуру дисциплины (Рисунок 1).

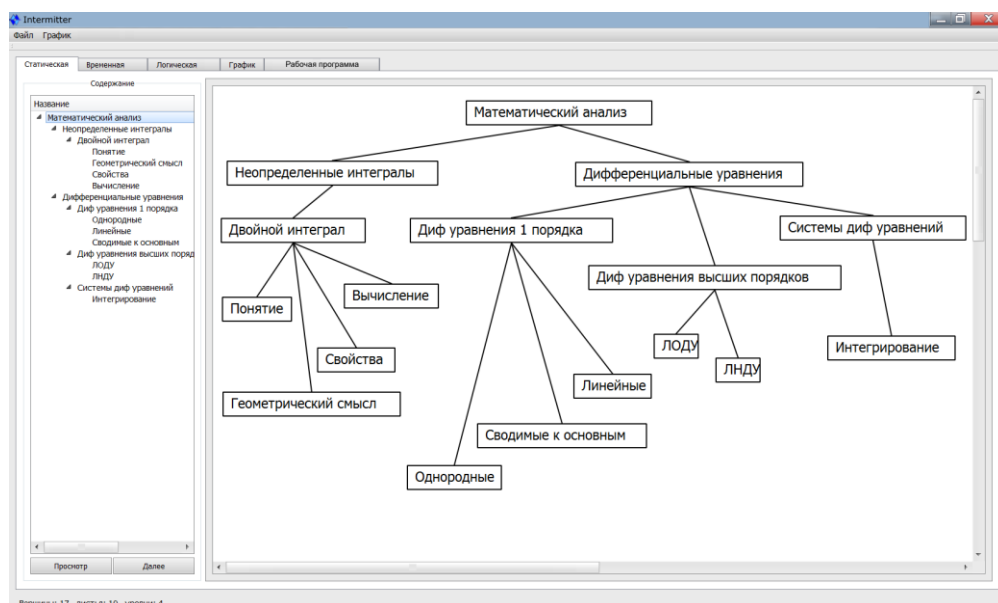


Рис. 1 – Окно программы

На втором этапе задается временная модель изучения дисциплины, то есть преподаватель разбивает понятия на лекции, лабораторные работы и т.д., расположенные во временной последовательности.

На следующем этапе можно будет задать логические связи между понятиями и выделить понятия, как наиболее важные, при составлении моделей проверки знаний обучающихся, например, выявление ключевых понятий при составлении контрольно-измерительных материалов.

Предполагается, что программа сможет, используя список изучаемых понятий, помочь преподавателю создать рабочую программу дисциплины.

Таким образом, система облегчит работу преподавателей и сделает доступным содержание дисциплин специальностей, по которым осуществляется подготовка бакалавров, специалистов и т.д. кафедрами вузов.

Программа разрабатывается на языке C++ в среде Qt Creator. Она хранит данные о структуре курса в формате XML.

В настоящее время реализовано: построение дерева понятий дисциплины, создание временной модели курса и хранение данных о дисциплине.

Кроме описанных выше возможностей, программа может использоваться для:

- предоставления информации о содержании учебных дисциплин абитуриентам
- визуализации «стратегии преподавателя», то есть графически показать, как количество понятий, приходящихся на лекцию, меняется от начала семестра к концу
- сравнения структур одинаковых дисциплин, преподаваемых в разных вузах.
- и многого другого.

УВЕЛИЧЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМНОГО КЛАССА ВІТМАР ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКАЗАТЕЛЕЙ

А.С. Тарасов

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

к.т.н. доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

C# - один из популярных современных языков программирования. В нём реализованы различнейшие механизмы для упрощения сетевых и файловых операций доступа, готовые механизмы доступа к БД позволяют не уделять много времени на разработку своих механизмов взаимодействия, гибкость настройки интерфейса и кроссплатформенность позволяют создавать приложения в едином стиле и дизайне для совершенно разных платформ, начиная с Windows и заканчивая Android.

Одним из недостатков этого языка, который ставит под вопрос работу с графикой, является его быстродействие в операциях чтения и записи пикселя. Дело в том, что для каждой операции выполняется вызов библиотеки GDI+ с дальнейшей передачей ей копии изображения, и уже из неё возвращается результат операции. Вызов внешней библиотеки и обработка данных в ней значительно увеличивает время выполнения простой операции в сотни раз.

Для того чтобы ускорить работу необходимо применять механизмы доступа к памяти. Реализовать это возможно с помощью встроенных методов доступа, однако при этом необходимо учитывать линейные размеры изображения и формат пикселя.

Целью данной работы было создать собственный класс FastBitmap, реализующий базовые конструкторы, методы доступа к пикселю, а также функции, возвращающие переменную класса Bitmap для обработки.

В результате аналогичный системному класс FastBitmap с переопределёнными методами GetPixel() и SetPixel() позволил увеличить производительность при работе с графикой более чем в 200 раз, тем самым значительно устраняя разрыв в быстродействии между C# и другими языками программирования.

Библиографический список

1. Дж. Рихтер, CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд., СПб:Питер, 2012 г.
2. Шилдт, Герберт, Полный справочник по C#. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 752 с.

ЗАЩИТА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ДУБЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

А.А. Бондарук

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Для повышения безопасности в компьютерных системах (КС) может применяться способ дублирования информации, что позволит избежать как случайных угроз, так и обеспечить защиту от преднамеренных воздействий. В зависимости от ценности информации, особенностей построения и режимов функционирования КС могут использоваться различные методы дублирования, которые классифицируются по различным признакам [1].

Автором рассматриваются особенности подходов к дублированию информации. Показано, что при использовании времени восстановления информации методы дублирования можно подразделить на оперативные, позволяющие использовать дублирующую информацию в момент следующего запроса при условии потери основной, и неоперативные, которые не выполняют данного условия.

По используемым для дублирования устройствам методы дублирования делятся на применяемые дополнительные внешние запоминающие устройства (блоки), специально выделенные области памяти на несъемных носителях, съемные носители информации.

По числу копий делятся на одноуровневые и многоуровневые.

В соответствии с процедурой дублирования различают методы: полного копирования; зеркального копирования; частичного копирования; комбинированного копирования.

При полном копировании дублируются все файлы. При зеркальном копировании любые изменения основной информации сопровождаются такими же изменениями дублирующей информации. При таком дублировании основная информация и дубль всегда идентичны. Частичное копирование предполагает создание дублей определенных файлов, например, файлов пользователя. Одним из видов частичного копирования, получившим название инкрементного копирования, является метод создания дублей файлов, измененных со времени последнего копирования. Комбинированное копирование допускает комбинации, например, полного и частичного копирования с различной периодичностью их проведения. Наконец, по виду дублирующей информации методы дублирования разделяются на: методы со сжатием информации; методы без сжатия информации.

По мнению автора на уровне предприятия (организации, фирмы) особый интерес представляют организационные методы, которые являются основными в комплексной системе управления информационными рисками. Только с помощью этих методов возможно объединение на правовой основе экономических, технических, программных и криптографических средств и методов обеспечения безопасности информации в единую комплексную систему.

В качестве внешних запоминающих устройств для хранения дублирующей информации используются различные накопители.

Наиболее простым методом дублирования данных в КС является использование выделенных областей памяти на рабочем диске. В этих областях дублируется наиболее важная системная информация. Например, таблицы каталогов и таблицы файлов дублируются таким образом, чтобы они были размещены на цилиндрах и поверхностях жесткого диска (пакета дисков), отличных от тех, на которых находятся рабочие таблицы. Такое дублирование защищает от полной потери информации при повреждении отдельных участков поверхности дисков.

Очень надежным методом оперативного дублирования является использование зеркальных дисков, т.е. жесткий магнитный диск отдельного накопителя, на котором хранится информация, полностью идентичная информации на рабочем диске. Достигается это за счет параллельного выполнения всех операций записи на оба диска. При отказе рабочего накопителя осуществляется автоматический переход на работу с зеркальным диском в режиме реального времени. Информация при этом сохраняется в полном объеме.

В компьютерных системах, к которым предъявляются высокие требования по сохранности информации (военные системы, АСУ технологическими процессами, серверы сетей, коммуникационные модули сетей и другие), как правило, используются два и более резервных диска, подключенных к отдельным контроллерам и блокам питания. Зеркальное дублирование обеспечивает надежное оперативное дублирование, но требует, как минимум, вдвое больших аппаратных затрат. Идеология надежного и эффективного хранения информации на жестких дисках нашла свое отражение в так называемой технологии RAID (Redundant Array of Independent Disks) [2].

Эта технология реализует концепцию создания блочного устройства хранения данных с возможностями параллельного выполнения запросов и восстановления информации при отказах отдельных блоков накопителей

на жестких магнитных дисках. Устройства, реализующие эту технологию, называют подсистемами RAID или дисковыми массивами RAID. В технологии RAID выделяется 6 основных уровней: с 0-го по 5-й. С учетом различных модификаций их может быть больше. Уровни RAID определяют порядок записи на независимые диски и порядок восстановления информации. Различные уровни RAID обеспечивают различное быстродействие подсистемы и различную эффективность восстановления информации. Для реализации RAID можно применять не только аппаратные средства, но и полностью программные компоненты. Например, в системах на ядре linux существуют специальные модули ядра, а управлять RAID устройствами в GNU/Linux можно с помощью утилиты mdadm. Программный RAID имеет свои достоинства и недостатки.

Библиографический список

1. Емельянова, Н.З. Защита информации в персональном компьютере: учеб. пособие / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — М. ФОРУМ, 2009. — 368 с.
2. Организация компьютерных систем: учеб. пособие/ С.П. Орлов, Н.В. Ефимушкина. — Самара: Самар.гос. техн.ун-т, 2011. — 203 с.

ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА С УЧЕТОМ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.А. Бондарук

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Развитие современных технологий (IT-технологий) характеризуется постоянным повышением значения информации. Широкое распространение IT-технологий привело к тому, что бизнес все более зависит от имеющихся у него автоматизированных систем (АС), обрабатывающих критически важную информацию.

Безопасность является одной из ведущих проблемных областей цифрового пространства. Постоянное увеличение сложности и объемов направленных атак требует комплексного подхода, а также необходимости решения компаниями вопросов, связанных с обеспечением соответствия требованиям регуляторов и законодательства.

Развитие рынка средств и систем информационной безопасности (ИБ) происходит опережающими темпами по отношению к развитию IT-технологий. Создание средств и систем программного обеспечения неизбежно сопровождается уязвимостями последних и ошибками реализации, что приводит к все новым возможностям потенциальных атак со стороны нарушителей.

Важнейшими способами защиты является обеспечение запрета несанкционированного доступа к ресурсам АС. Основным способом запрета несанкционированного доступа к ресурсам вычислительных систем является

подтверждение подлинности пользователей и разграничение их прав на доступ к определенным информационным ресурсам. Подтверждение подлинности пользователя обеспечивается выполнением процедуры его идентификации, проверкой аутентичности идентифицируемого лица и осуществлением контроля за всеми действиями, определяемыми приписанными данному пользователю полномочиями доступа [1, 2].

Для особо надежного опознания при идентификации и аутентификации пользователя иногда используются специальные технические средства, фиксирующие и распознающие индивидуализирующие человека физические и лингвистические характеристики (голос, отпечатки пальцев, структура зрачка, речевые особенности и т.д.). Однако такие методы требуют значительных затрат и поэтому используются редко, так что основным и наиболее массовым средством идентификации остается парольный доступ.

В ряде случаев при необходимости обеспечить высокую степень защиты информации, которая находится в компьютере, либо обрабатывается каким-то вычислительным устройством, используются также специальные криптографические методы защиты информации (шифрование, цифровая подпись, цифровые водяные знаки и т.д.). При шифровании информации происходит ее обратимое преобразование в некоторую кажущуюся случайной последовательность знаков, которая называется шифротекстом или криптограммой. Для создания и работы с криптограммой требуется знание алгоритма и ключа шифрования. Алгоритм шифрования представляет собой последовательность преобразований обрабатываемых данных в соответствии с ключом шифрования, ключ шифрования обеспечивает шифрование и дешифрование информации [2].

Способность шифра противостоять всевозможным атакам на него называют стойкостью шифра. Под атакой на шифр понимают попытку вскрытия этого шифра. Это объясняется тем, что до сих пор нет необходимых для решения такой проблемы математических результатов. Поэтому стойкость конкретного шифра оценивается только путем всевозможных попыток его вскрытия и зависит от квалификации криптоаналитиков, атакующих шифр. Такую процедуру иногда называют проверкой стойкости. Важным подготовительным этапом для проверки стойкости шифра является продумывание различных предполагаемых возможностей, с помощью которых противник может атаковать шифр. Появление таких возможностей у противника обычно не зависит от криптографии, это является некоторой внешней подсказкой и существенно влияет на стойкость шифра. Поэтому оценки стойкости шифра всегда содержат те предположения о целях и возможностях противника, в условиях которых эти оценки получены. Прежде всего, как это уже отмечалось выше, обычно считается, что противник знает сам шифр и имеет возможности для его предварительного изучения. Противник также знает некоторые характеристики открытых текстов, например, общую тематику сообщений, их стиль, некоторые стандарты, форматы и т.д. [2].

В настоящее время все большую популярность приобретает такое криптографическое средство защиты информации, как электронная цифровая подпись (ЭЦП). Она уже стала достаточно часто используемым способом идентификации и аутентификации пользователя в банковской и других сферах деятельности. Электронная цифровая подпись представляет собой

присоединенное к какому-либо тексту его криптографическое (зашифрованное определенным способом) преобразование, которое позволяет проверить получателю текста подлинность его авторства и аутентичность самого текста.

К такому же типу технологической защиты можно отнести и цифровые водяные знаки (англ. digital watermark), которые сегодня чаще всего используются против несанкционированного копирования мультимедийных файлов как один из эффективных способов защиты авторских прав.

Проблеме обоснованного построения СЗИ посвящено немало работ, обзор части из которых приведен в главе 2 настоящей работы. В данном направлении активно работали российские ученые Герасименко В.А., Малюк А.А., Зегжда П.Д., Щеглов А.Ю., Парахин В.Н. и др. Анализ упомянутых работ показывает, что они сохраняют свою востребованность. Вместе с тем, в этих работах не рассмотрено влияния менеджмента инцидентов ИБ на эффективность СЗИ.

Для уменьшения рисков, связанных с ИБ, автором предлагается следующая декомпозиция частных задач:

1) анализ требований правовых и нормативных документов в области задания требований по ИБ, анализа и управления рисками информационной безопасности;

2) построение модели защищенности АС от несанкционированного доступа;

3) разработка алгоритма оптимального выбора эффективного варианта средств защиты информации на основе многокритериального потокового ранжирования.

Библиографический список

1. Емельянова, Н.З. Защита информации в персональном компьютере: учеб. пособие / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. — М. ФОРУМ, 2009. — 368 с.

2. Жданов, О.Н. Методы и средства криптографической защиты информации: учеб. пособие / О.Н. Жданов, В.В. Золотарев – Красноярск: СибГАУ, 2007. – 217 с.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛАМ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

С.Ю. Кашалевич

Научный руководитель – Цырельчук И.Н.

к.т.н., доц.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В докладе рассматриваются методы защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений.

Информационная область играет все увеличивающую роль в обеспечении защищенности всех областей жизнедеятельности общества. Посредством данной области реализуется существенная доля опасностей защищенности информационного объекта.

Функционирование любого технического средства информации связано с протеканием по его токоведущим элементам электрических токов различных частот и образованием разности потенциалов между различными точками его электрической схемы, которые порождают магнитные и электрические поля, называемые побочными электромагнитными излучениями [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Защита информации — есть комплекс мероприятий, проводимых собственником информации, по ограждению своих прав на владение и распоряжение информацией, созданию условий, ограничивающих ее распространение и исключающих доступ к засекреченной информации и ее носителям [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Для защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений используются пассивные и активные методы.

Пассивные методы защиты информации направлены на [1]:

- ослабление ПЭМИ ТСПИ на границе контролируемой зоны до величин, обеспечивающих невозможность их выделения средством разведки на фоне естественных шумов;
- ослабление наводок ПЭМИ ТСПИ в посторонних проводниках и соединительных линиях вспомогательных технических средств и систем, выходящих за пределы контролируемой зоны, до величин, обеспечивающих невозможность их выделения средством разведки на фоне естественных шумов;
- исключение (ослабление) просачивания информационных сигналов ТСПИ в цепи электропитания, выходящие за пределы контролируемой зоны, до величин, обеспечивающих невозможность их выделения средством разведки на фоне естественных шумов.

Активные методы защиты информации направлены на [1]:

- создание маскирующих пространственных электромагнитных помех с целью уменьшения отношения сигнал/шум на границе контролируемой зоны до величин, обеспечивающих невозможность выделения средством разведки информационного сигнала ТСПИ;
- создание маскирующих электромагнитных помех в посторонних проводниках и соединительных линиях ВТСС с целью уменьшения отношения сигнал/шум на границе контролируемой зоны до величин, обеспечивающих невозможность выделения средством разведки информационного сигнала ТСПИ.

Результативным способом уменьшения уровня ПЭМИ считается экранирование их источников.

Различают следующие способы экранирования [3]:

- электростатическое;
- магнитостатическое;
- электромагнитное.

Электростатическое и магнитостатическое экранирование основаны на замыкании экраном (обладающим в первом случае высокой электропроводностью, а во втором - магнитопроводностью) соответственно электрического и магнитного полей. На высоких частотах применяется исключительно электромагнитное экранирование. Действие электромагнитного экрана основано на том, что высокочастотное электромагнитное поле

ослабляется им же созданным (вследствие возникающих в толще экрана вихревых токов) полем обратного направления [1,3,4].

Одним из важнейших условий по защите ТСПИ является правильное заземление этих устройств. В настоящее время существуют различные типы заземлений. Наиболее часто используются одноточечные, многоточечные и комбинированные (гибридные) схемы [5].

Один из способов локализации опасных сигналов, циркулирующих в технических средствах и системах обработки информации, считается фильтрация. В источниках электромагнитных полей и наводок фильтрация осуществляется с целью устранения распространения нежелательных электромагнитных колебаний за границы устройства - источника опасного сигнала. С целью фильтрации сигналов в цепях питания ТСПИ применяются разделительные трансформаторы и помехоподавляющие фильтры [1,4,5].

Осуществление пассивных методов защиты, основанных на использовании экранирования и фильтрации, приводит к ослаблению уровней побочных электромагнитных излучений, что в ряде случаев является не эффективным. В таких случаях применяются активные методы защиты, базирующиеся на формировании помех средствами разведки.

Для исключения перехвата побочных электромагнитных излучений по электромагнитному каналу используется пространственное зашумление, а для исключения съема наводок информационных сигналов с посторонних проводников и соединительных линий ВТСС- линейное зашумление [1].

Библиографический список

1. Хорев, А. А. Способы и средства защиты информации: учеб. пособие для студ. вузов / А. А. Хорев. – М.: МО РФ, 2000.
2. Большая энциклопедия промышленного шпионажа / Ю. Ф. Каторин [и др.]. – СПб.: Полигон, 2000.
3. Гавриш В.Ф. Практическое пособие по защите коммерческой тайны. - Симферополь: Таврида, 1994.
4. Хорев А.А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Ч.1. Технические каналы утечки информации. Учебное пособие. – М.: Гос-техкомиссия России, 1998.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ЛИНЕЙНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ

С.Ю. Кашалевич

Научный руководитель – Цырельчук И.Н.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе рассматриваются технические средства пространственного и линейного зашумления.

Функционирование любого технического средства информации связано с протеканием по его токоведущим элементам электрических токов различных частот и образованием разности потенциалов между различными точками его электрической схемы, которые порождают магнитные и элек-

трические поля, называемые побочными электромагнитными излучениями. Для исключения перехвата побочных электромагнитных излучений по электромагнитному каналу используется пространственное зашумление, а для исключения съема наводок информационных сигналов с посторонних проводников и соединительных линий ВТСС- линейное зашумление [1].

Цель пространственного зашумления является достигнутой, в случае если отношение опасный сигнал/шум на границе контролируемой зоны никак не превосходит определенного разрешенного значения, рассчитываемого согласно особым методам для каждой частоты информационного (опасного) побочного электромагнитного излучения ТСПИ [2].

По принципу действия все технические средства пространственного и линейного зашумления можно разделить на три большие группы [3]:

- средства создания акустических маскирующих помех (генераторы шума в речевом диапазоне, устройства виброакустической защиты и др.);
- средства создания электромагнитных маскирующих помех (средства создания маскирующих помех в коммуникационных сетях, средства создания маскирующих помех в сетях электропитания);
- многофункциональные средства защиты.

Генераторы шума в речевом диапазоне используют для защиты от несанкционированного съема акустической информации маскирование «белым» шумом с скорректированной спектральной характеристикой. Генераторы шума выполняются или в виде отдельного блока с питанием от сети 220 В, или в виде отдельной платы, вставляемой (встраиваемой) в свободный слот системного блока ПЭВМ и питанием от общей шины компьютера. Основные характеристики генераторов шума, используемых для пространственного зашумления: диапазон частот, спектральная плотность мощности шума, вид антенны, конструктивное исполнение [1, 3].

Устройства виброакустической защиты позволяют в некоторых случаях предотвратить возможное прослушивание с помощью проводных микрофонов, звукозаписывающей аппаратуры, радиомикрофонов и электронных стетоскопов, лазерного съема акустической информации с окон и т. д. Противодействие прослушиванию обеспечивается внесением виброакустических шумовых колебаний в элементы конструкции здания. Конструктивно аппаратура включает блок формирования и усиления шумового сигнала и несколько акустических и виброакустических излучателей. Передача акустических колебаний на ограждающие конструкции производится при помощи пьезоэлектрических (на основе пьезокерамики) или электромагнитных вибраторов с элементами крепления. Наряду с шумовыми помехами в целях активной акустической маскировки используют и другие помехи, например, «одновременный разговор нескольких человек», хаотические последовательности импульсов и т.д. Основные характеристики систем виброакустического зашумления: полоса частот эффективной защиты на перекрытии толщиной 0,25 м, максимальное количество вибродатчиков, тип и принцип действия вибродатчиков, эффективный радиус подавления вибродатчика на перекрытии толщиной 0,25 м, габариты вибродатчиков [1, 3].

Принцип действия средств создания маскирующих помех в коммуникационных сетях основан на генерации в линию шумоподобных сигналов, созданных аналоговым или цифровым способом. Данные средства могут вы-

ступать как самостоятельными средствами защиты, так и составной частью более сложных универсальных средств [3].

В целях защиты электросетей переменного тока 220 В, 50 Гц от их неразрешенного применения в целях передачи перехваченной с помощью специализированных инженерных средств акустической информации применяются сетевые генераторы шума. Устройство конструктивно представляет собой задающий генератор «белого» шума, усилитель мощности и блок согласования выхода с сетью 220 В. Чаще всего используется диапазон 50-500 КГц, но иногда он расширяется и до 10 МГц. Данные генераторы шума бесспорно представляют собой результативное средство борьбы с техническими средствами негласного съема информации [3].

Для эффективной организации защиты объекта от утечки информации по техническим каналам необходимо совместная эксплуатация различных приборов безопасности: акустических, виброакустических, сетевых генераторов шума и источников электромагнитного маскирующего излучения. Для получения наивысшего уровня защиты можно использовать один из следующих способов [3]:

- подбор различных устройств защиты информации и их автономное использование;
- объединение различных устройств защиты информации в единый комплекс путем применения универсального блока управления и индикации;
- использование готовых комплектов.

Библиографический список

1. Хорев, А. А. Способы и средства защиты информации: учеб. пособие для студ. вузов / А. А. Хорев. – М.: МО РФ, 2000.
2. Викторов А.Д., Генне В.И., Гончаров Э.В. Побочные электромагнитные излучения персонального компьютера и защита информации // Защита информации. – 1995. N 3.
3. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. Защита информации техническими средствами: Учебное пособие / Под редакцией Ю.Ф. Каторина – СПб: НИУ ИТМО, 2012.

Секция 7
Обработка изображений в системах управления

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ**

А.С. Романова

Научный руководитель – Никитин А.М.
старший преподаватель

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе анализируется модель цифровой автоматизированной системы управления виброиспытаниями, разработанная в среде Simulink/Matlab. Контур обратной связи включает в свой состав управляемый генератор (УГ) случайных процессов с регулируемой формой спектральной плотности, вибростенд с закреплённым на нём испытуемым объектом, анализатор спектра и блок управления. Цель управления в такой системе заключается в настройке УГ на режим близости фактической спектральной плотности в контролируемой точке объекта и заданной спектральной плотности.

В рассматриваемой модели УГ реализован во временной области на основе линейной свёртки весовой функции формирующего фильтра с входной равновероятной знаковой последовательностью, принимающей только два значения $+1$ и -1 . При этом достигается существенное сокращение вычислительных операций на формирование возбуждающего сигнала.

Целью моделирования является определение вероятностных характеристик управляемого генератора случайных процессов. УГ формирует реализации случайного процесса с заданным спектром, при этом закон распределения выходного процесса должен быть нормальным. Использование знакового метода сокращает вычислительные затраты, однако может привести к искажению закона распределения.

Оценка закона распределения выходного сигнала УГ производилась по реализации случайного процесса, полученной в ходе итеративной процедуры настройки АЧХ формирующего фильтра в блоке управления. При этом модель объекта управления представляется линейным динамическим звеном второго порядка. Объём выборки на каждой итерации составлял свыше 100000 отсчётов. В системе моделировалась широкополосная случайная вибрация в диапазоне частот до 2,5 кГц. Частота квантования составляла 10 кГц. Длина весовой функции формирующего фильтра 2048 отсчётов, что обеспечивает разрешение по частоте приблизительно в 5 Гц.

При решении поставленной задачи использовались обширные возможности системы Matlab для определения характеристик случайных процессов и параметров закона распределения, таких как построение вероятностных гистограмм, проверка статистических гипотез, функции skewness, kurtosis, normplot и др.

Моделирование было проведено при отработке различных по форме заданных спектральных плотностей в контролируемой точке объекта управления – в форме кусочно-линейных функций и гладких функций, заданных аналитически. Результаты моделирования показали, что во всех случаях закон распределения выходного процесса УГ является нормальным.

СЕТЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С КОМБИНАЦИЕЙ ПРЕДИКТОРА СМИТА И ЦИФРОВОГО КОРРЕКТОРА, ПОВЫШАЮЩЕГО ЗАПАЗДЫВАНИЕ ПРИНЯТОГО СИГНАЛА ДО ПЕРИОДА ДИСКРЕТИЗАЦИИ

Т.С. Бубнова

Научный руководитель – Бобиков А.И.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Сетевые системы управления (ССУ) стали очень актуальны в теории управления и инженерных приложениях после 1990-х годов. Сеть позволяет удаленным объектам обмениваться между собой данными, но существуют некоторые трудности связанные с сетевым управлением. Особенно остро стоит проблема потери устойчивости системы управления из-за наличия запаздывания в сети, возникающая в момент передачи данных.

Классические методы для устранения запаздывания не пригодны для борьбы с сетевыми задержками, так как величина сетевых задержек обладает случайным характером изменений и по предположению лежит в диапазоне $0 < \tau < T$, где T – один период дискретизации. С целью обеспечить устойчивость системы управления было предложено использовать цифровой корректор [1], который удерживает передаваемый сигнал до величины, равной максимально возможному времени запаздывания T . Такой подход гарантирует постоянную величину задержек при сетевом управлении и позволяет обеспечить устойчивость системы, но, однако не удастся обеспечить качество управления.

В целях повышения эффективности управления используют модифицированный предиктор Смита [2], который осуществляется на основе управления с внутренней моделью. Идея этого метода явно включить модель объекта в структуру системы управления (рис.1).

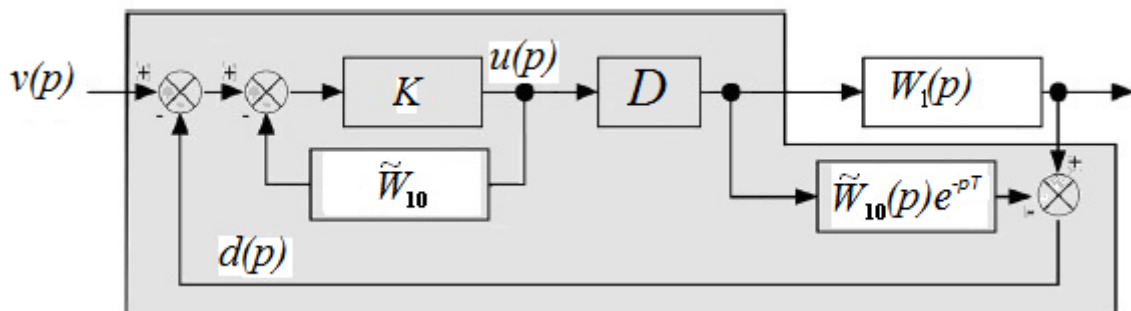


Рис. 1.

Здесь W_{10} – передаточная функция (ПФ) свободной от запаздывания части модели объекта управления, $W_1(p)$ – ПФ модели реального объекта, T – время запаздывания, K – это ПФ управляющего устройства или ПФ регулятора, который используется без учета запаздывания, D – цифровой корректор, повышающий запаздывание принятого сигнала до периода дискретизации. Серым цветом показан эквивалентный регулятор, который является внутренней моделью системы.

Предложенная Смитом система в значительной степени устраняет негативное влияние запаздывания и позволяет применять управляющее устройство без учета задержек.

В качестве примера была построена модель в пакете Matlab/Simulink для объекта с передаточной функцией вида:

$$W(p) = \frac{2e^{-p}}{(3p+1)(3p+1)(3p+1)}.$$

Величина запаздывания формировалась случайным образом в диапазоне $[0, T]$. В качестве управляющего устройства взят ПИД-регулятор, настроенный по методу Циглера-Николса.

В результате симуляции были получены реакции на постоянное задающее воздействие системы без устранения влияния случайного запаздывания (рис. 2, реакция 1), с применением цифрового корректора случайного запаздывания (рис. 2, реакция 3) и с использованием комбинации предиктора Смита и цифрового корректора случайного запаздывания (рис. 2, реакция 2).

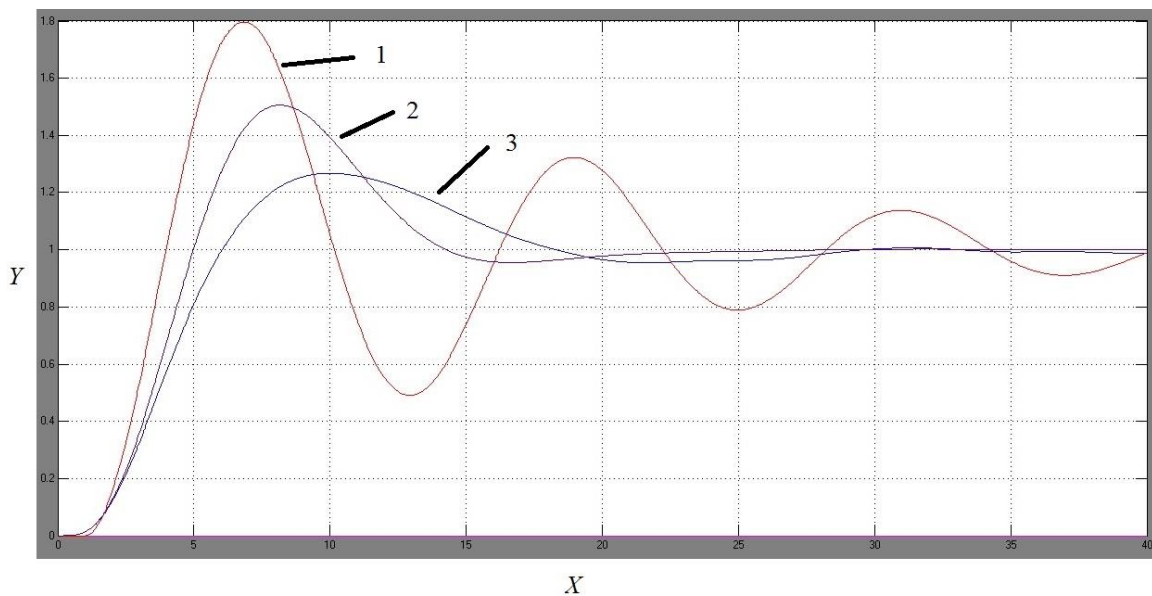


Рис. 2.

Результаты моделирования показали, что цифровой корректор случайного запаздывания помогает привести систему к устойчивому состоянию. Реакция системы на постоянное задающее воздействие имеет приемлемую величину перерегулирования и времени нарастания. Применение предиктора Смита вместе с цифровым корректором случайного запаздывания позволяет значительно улучшить реакцию системы.

Библиографический список

1. Daogang Peng, Hao Zhang, Hui Li, and Fei Xia, Research of Networked Control System Based on Fuzzy Adaptive PID Controller, Journal of Advances in Computer Networks, Vol. 2, No. 1, March 2014.
2. Zhang H., Li Zh. Fuzzy immune control based Smith predictor for networked control systems. LACSIT International journal of engineering and technology, vol., no. 1, 2011.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

М.С. Мальченко

Научный руководитель – Селяев А.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из задач обработки изображений является автоматическое слежение за движущимися объектами на последовательности изображений. Решение данной задачи осложняется из-за наличия различных возмущающих воздействий при наблюдении за объектом, например, перепадов освещения, шума на видеопоследовательности и других эффектов. Кроме того, препятствовать слежению за объектом могут другие объекты фоноцелевой обстановки. Например, объект слежения может быть частично заслонен другим объектом, что может способствовать срыву наблюдения.

В докладе рассматривается модифицированный корреляционно-экстремальный алгоритм (модуль разности) [1, 2], призванный обеспечить устойчивое слежение за объектом при его частичном заслонении другими объектами:

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i,j \in H} (|l(i+\alpha, j+\beta) - h(i, j)| * p(i, j) + m * (1 - p(i, j))),$$

где $l(i+\alpha, j+\beta)$ – элемент текущего изображения, $h(i, j)$ – элемент эталонного изображения объекта, $p(i, j) = \begin{cases} 1, & |l(i+\alpha, j+\beta) - h(i, j)| < T \\ 0, & |l(i+\alpha, j+\beta) - h(i, j)| \geq T \end{cases}$, T – задаваемый

порог, $m \in [0, 100]$ – задаваемая величина штрафа, значение яркости пикселя находится в диапазоне $[0, 255]$. Часть области поиска, для которой значение критериальной функции окажется минимальным, принимается за изображение наблюдаемого объекта на текущем кадре. При расчете значения критериальной функции данный алгоритм не учитывает точки (пиксели) рассматриваемой части области поиска, яркость которых слишком сильно отличается от яркости соответствующих точек эталонного изображения (абсолютное значение разности яркостей превышает заданный порог T): считается, что такие точки принадлежат заслоняющему объекту. Чем больше точек изображения отбрасывается, тем меньше информации используется для определения положения объекта на изображении – тем менее достоверны результаты. В случае, когда не учитывается слишком много точек, критериальная функция может принять ложное минимальное значение. Для того, чтобы снизить вероятность этого события, за каждую отброшенную точку к итоговому значению критериальной функции прибавляется задаваемый штраф m .

Чтобы повысить устойчивость алгоритма к возмущающим воздействиям и изменениям изображения объекта вследствие его приближения или поворота, производится постоянная корректировка эталонного изображения, а именно, получение усредненного изображения объекта с помощью предыдущего эталонного изображения и изображения объекта на текущем кадре.

Также в докладе рассматривается возможность повышения точности алгоритма путем использования дополнительной информации о наблюдаемом

объекте в виде его границ. Для получения границ на изображении необходимо найти его первую производную, например, с помощью масок Робертса, Превитта или Собеля.

С помощью экспериментальных исследований, в которых использовались несколько различных видеопоследовательностей, было показано, что данный алгоритм может хорошо справляться со своей задачей. Вместе с тем, его эффективность во многом зависит от правильного задания величин порога T и штрафа m для конкретной фоноцелевой обстановки. Также показаны достоинства и недостатки использования границ объекта наблюдения в качестве дополнительной информации для алгоритма. Разработка методики выбора порога T и штрафа m может быть одним из направлений совершенствования данного алгоритма.

Библиографический список

1. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, О.Е. Балашов, А.Е. Степашкин. – М.: Радиотехника, 2008. – 176с.: ил.
2. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения / В.К. Баклицкий – Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009. – 360 с.

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ OPENCV

А.С. Тюнин

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Растущая популярность малых и беспилотных летательных аппаратов (ЛА), необходимость выполнения полетов на малой высоте, в условиях городской или промышленной застройки делают крайне актуальными вопросы создания технических средств для автоматического обнаружения линий электропередач (ЛЭП). Такие средства могут основываться на различных физических принципах. Чаще всего рассматривают использование радиолокатора или лазерного локатора (лидара). Между тем, не меньшую пользу в задаче обнаружения линий электропередач при наблюдении с борта летательного аппарата могут принести бортовые системы технического зрения (СТЗ) [1, 2]. По сравнению с радиолокаторами и лидарами СТЗ обладают меньшими габаритами и энергопотреблением.

Стоит отметить, что к системам обнаружения препятствий предъявляются довольно жёсткие требования по скорости обнаружения и качеству работы в сложных погодных условиях. Следовательно, алгоритм анализа изображений для обнаружения ЛЭП с помощью бортовой СТЗ должен обеспечивать работу в режиме реального времени и в условиях низкого отношения сигнал/шум. Помимо этого алгоритм должен быть устойчивым к изменениям перспективы в связи с движением летательного аппарата. Высокая динамика изменения наблюдаемой сцены во время полета, а также малая

толщина линий электропередач представляют особую проблему для обеспечения надежной работы алгоритма.

В данной работе рассмотрен алгоритм обнаружения ЛЭП на видеоизображениях видимого или теплового диапазона, обладающий приемлемыми вычислительными затратами и ориентированный для применения в бортовых системах летательных аппаратов [2].

Алгоритм условно можно разделить на четыре этапа:

Этап 1. Предварительная обработка изображений. На этом этапе обеспечивается фильтрация малоразмерных шумовых и естественных образований, обладающих высоким контрастом, и подчеркивание малоконтрастных протяженных фрагментов.

Этап 2. Предварительное обнаружение сегментов ЛЭП. Для предварительного обнаружения используется особенность ЛЭП, которая состоит в том, что на изображениях они представляют собой линии некоторой толщины (т.е. образуют два перепада яркости).

Этап 3. Связывание сегментов ЛЭП. На данном этапе объединяются близкорасположенные и сонаправленные сегменты.

Этап 4. Пространственная и временная фильтрация. Для уменьшения вероятности ложных срабатываний на этом этапе анализируется время жизни и геометрические характеристики выделенных сегментов.

Представленный алгоритм реализован на языке C++ с использованием библиотеки OpenCV. Предварительные исследования показывают, что с его помощью можно успешно решать задачу обнаружения ЛЭП. Алгоритм включает операции нелинейной фильтрации изображений, однако его общая вычислительная сложность с учетом возможностей современной техники позволяет реализовать его в бортовых системах технического зрения летательных аппаратов.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. John N. Sanders-Reed, Dennis J. Yelton, Christian C. Witt, Ralph R. Galetti "Passive Obstacle Detection System (PODS) for Wire Detection", SPIE, 7328 April, 2009.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЛИНЕЙНОСТЯМИ

А.О. Бозванов

Научный руководитель – Бобиков А. И.,
к.т.н., доц

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается проблема проектирования ПИД-регулятора для системы управления (СУ) двигателем постоянного тока (ДПТ) с нелинейностями. ДПТ это один из основных компонентов системы управления. Однако, несмотря на интенсивные исследования всё ещё ДПТ до сих пор

обладают нелинейными свойствами и имеют параметры, влияющие на их качество и требующие разработки более сложных СУ.

В работе [1] для настройки параметров ПИД-регулятора используется метод Циглера-Николса, который представляет собой набор правил для определения значений пропорционального коэффициента усиления, времени интегрирования и времени дифференцирования, на основе переходных характеристик реакции системы управления. Регуляторы, параметры которых рассчитаны по методу Циглера-Николса, не всегда обеспечивают требуемое качество процесса регулирования. Как правило, требуется ручная подстройка их параметров.

Для оптимизации настройки параметров ПИД-регулятора в докладе предлагается метод с использованием пакета Simulink Response Optimization среды MATLAB. С помощью данного пакета можно найти оптимальные параметры настройки регулятора, которые обеспечивают требуемый переходной процесс по заданным графическим ограничениям во временной области. Задача оптимизации параметров ПИД-регулятора с учетом наложенных ограничений, сформулированная в пакете Simulink Response Optimization, последовательно вызывает симуляцию работы модели СУ в Simulink, сравнивает полученные результаты с заданными ограничениями переходного процесса и, используя градиентный метод, изменяет настраиваемые параметры для достижения заданной формы процесса. Схема с обратной связью для модели ДПТ представлена на рис. 1.

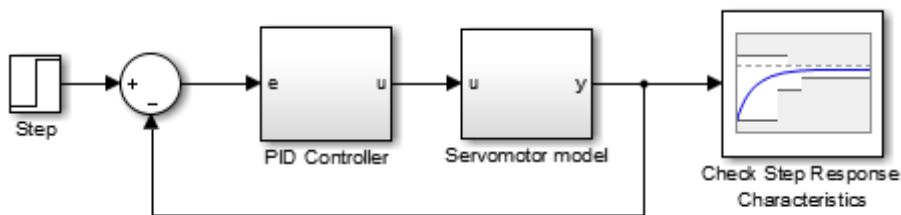


Рис. 1 – Схема с обратной связью для модели ДПТ

Для сравнение методов, предложенных в данном докладе, был использован ступенчатый входной сигнал с максимальным значением, равным 12 вольт, что является максимальным напряжением для используемого ДПТ. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

	Метод Циглера-Николса	Simulink Response Optimization
$\sigma, \%$	20.41	6.42
$t_p, \text{с}$	8.58	6.33

Как видно по характеристикам переходного процесса ПИД-регулятор, настроенный с помощью Simulink Response Optimization имеет меньшую ве-

личину перерегулирования и времени регулирования, что повышает качество переходного процесса.

Основным достоинством данного метода перед методом Циглера-Николса заключается в том, что процесс настройки ПИД-регулятора происходит автоматически, что дает оптимальные параметры и повышает точность воспроизведения задающего воздействия СУ ДПТ.

Библиографический список

1. Бобиков А.И., Сурков И.И. Нейросетевое управление скоростью двигателя постоянного тока // Вестник РГРТУ. № 2 (выпуск 52). Рязань, 2015.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С РАЗНЕСЕННЫМ ПРИЕМОМ ПО МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНОГО ЛИНЕЙНОГО СЛОЖЕНИЯ

Е.М. Попков

Научный руководитель – Гаврилов А.Н.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Предлагается модель для исследования помехоустойчивости передачи данных с использованием методов ортогонального частотного мультиплексирования и пространственного разнесения сигналов по методу оптимального линейного сложения

Характерной особенностью беспроводной передачи данных является многолучёвость распространения радиосигнала, обусловленная тем, что на приемную антенну аппаратуры потребителя может поступать не только прямой сигнал от источника, но и множество отраженных сигналов от близлежащих объектов. Это явление приводит к флуктуациям уровня и изменения фазы сигнала - замираниям, что существенно затрудняет его надежный прием. Повышение качества или уменьшение вероятности ошибок в этих условиях является достаточно сложной и актуальной задачей.

Одним из методов повышения качества приема в условиях замираний, предполагающим разнесенный прием на не-сколько антенн, является исследуемый в данной работе метод оптимального линей-ного сложения [1, 2, 4]. Благодаря разнесению создается возможность получения на приемной стороне нескольких копий передаваемых сигналов, что позволяет принимать сигналы даже тогда, когда некоторые копии сигналов претерпевают значительное ослабление.

В настоящее время широкое распространение получила обладающая рядом достоинств технология передачи с ортогональным частотным мультиплексированием данных, известная как OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) [2 - 4]. Поэтому представляет интерес исследование эффективности метода оптимального линей-ного сложения в комплексе с OFDM. В данной работе рассматривается моделирование такой технологии передачи данных.

Предлагаемая модель системы передачи данных с OFDM и обработкой копий сигнала по методу оптимального линейного сложения, выполненная

в среде визуального моделирования Simulink пакета для автоматизации научных исследования MATLAB предполагает статистическое исследование, что реализуется путем многократного запуска модели с разными параметрами моделирования. Моделирование выполняется для условия многолучевого распространения сигнала. Получаемые результаты отображаются в виде графиков зависимости оценки вероятности битовой ошибки BER от отношения сигнал/шум для разного числа приемных антенн. Получены результаты для случаев приема на одну, две и три антенны в системе с 8-ью ортогональными поднесущими при использовании 4-х-позиционной квадратурной модуляции поднесущих. Показано, что применение трех антенн с обработкой OFDM-сигналов по методу оптимального линейного сложения позволяет рассчитывать на выигрыш порядка 5 dB по сравнению с приемом на одну антенну.

Библиографический список

1. Brennan D. Linear diversity combining techniques. Proc. IRE, vol. 47, pp. 1075—1102, 1959.
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер с англ./ Под ред. Д.Д. Кловского. – М. Радио и связь. 2000. с. 670-672.
3. Еременко А.И., Пименов В.А. Этапы развития и преимущества применения технологии ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM) / Телекоммуникации. - 2007. - №12. - С. 18-21.
4. Шлома А.М., Бакулин М.Г., Крейнделин, В.Б., Шумов А.П. Новые алгоритмы формирования и обработки сигналов в системах подвижной связи. / Под ред. проф. А.М. Шломы. – М. Горячая линия – Телеком, 2008. - 344 с.

АЛГОРИТМЫ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ

С.А. Галкин

Научный руководитель – Селяев А.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время при решении многих практических задач используются системы компьютерного зрения. Системы видеонаблюдения широко применяются для обеспечения безопасности на различных территориях (вокзалы, аэропорты, торговые и промышленные комплексы и т.д.) для выделения и обнаружения различных объектов. Автоматизированные системы управления процессами (роботы, системы помощи водителю) используют методы визуального анализа изображений или видео в процессе принятия решений.

Самым простым способом определения движения в видеопоследовательности является нахождение разности между двумя соседними кадрами или вычитание фона с последующей пороговой обработкой для определения зоны в которых произошло движение [1]. Пороговая обработка – разбиение изображения на две области, одна из которых содержит все пиксели со значением ниже порога, а другая содержит все пиксели со значением выше этого порога. Такой подход имеет высокое быстродействие, но не под-

ходит для определения медленно движущихся объектов и условий с изменяющимся освещением и динамическим фоном.

Сегментация сложных изображений является весьма непростой задачей обработки изображений. Точность сегментации в основном определяется выбором алгоритма анализа изображения.

Алгоритмы сегментации монохромных изображений основаны на одном из двух базовых свойств яркости изображения: разрывности и однородности [1]. В первом случае подход состоит в разбиении изображения на части, исходя из резких перепадов значений яркости. Вторая группа методов осуществляет разделение изображения на области, однородные в смысле определенных, заранее заданных критериев.

Однако, единого, общепризнанного подхода, который бы лежал в основе большинства алгоритмов, нет. Нет также и единого алгоритма, который позволял бы проводить приемлемую сегментацию для любого изображения. В этом и заключается одна из сложностей сегментации, и это является причиной большого числа различных подходов при решении данных задач обработки изображений.

Глобальная пороговая обработка - самый простой метод пороговой обработки, основанный на анализе гистограммы изображения. Суть глобальной пороговой обработки состоит в разделении гистограммы изображения на две части с помощью единого глобального порога t .

Недостаток алгоритма заключается в том, что гистограмма редко поддается простому разделению и в большинстве реальных изображений такой подход не дает хороших результатов. Недостатком гистограммных методов в целом является то, что нет никакой гарантии в том, что пиксели, относящиеся к одной и той же моде распределения яркостей, лежат на изображении рядом и образуют связные области.

Одним из разновидностей методов, основанных на анализе гистограмм, является локальная пороговая обработка, но этот метод существенно отличается от глобального алгоритма, является более сложным и дает лучшие результаты. Данный метод применяется в основном тогда, когда гистограмма не поддается разделению с помощью единого глобального порога. Для решения данной проблемы изображение разбивается на некоторые подобласти, в каждой из которых используется свое значение порога. Естественно, в таком случае помимо проблемы выбора порога появляется новая проблема: как разбить исходное изображение и как на каждой области выбрать свой порог.

Недостатком такого подхода является более долгая работа по сравнению с глобальной пороговой обработкой и невозможность автоматического выбора параметров. Достоинством локальной пороговой обработки является то, что этот метод хорошо подходит для зашумленных изображений, для изображений, имеющих низкое качество, для изображений, характеризующихся сложной структурой фона, для изображений, яркости фона которых в различных местах достаточно сильно различаются.

В локальной пороговой обработке решение о принадлежности пикселя, к какому либо из классов принималось на анализе данных о пространственном положении этого пикселя. Но было напрямую неважно, какие по соседству с ним пиксели находятся, и какой характеристикой они обладают. Метод адаптивной пороговой обработки базируется на идее сопоставления

уровней яркости преобразуемого пикселя со значениями локальных средних, вычисленных в его окружении. Пиксели обрабатываются поочередно путем сравнения их интенсивности со средними значениями яркости в окнах определенной размерности.

Данный алгоритм позволяет выполнить сегментацию для изображений, содержащих шум, зависящих от чувствительного сигнала, изображений, имеющих сложную структуру фона или же малый контраст, и при этом практически без потерь полезной информации.

В докладе подробно поясняются идеи различных подходов к решению задачи и приводятся результаты работы соответствующих алгоритмов на реальных изображениях.

Библиографический список

1. Вудс, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Вудс, Р. Гонсалес. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2005. – 1072 с.
2. Алпатов Б.А. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление / Б.А. Алпатов, П.В. Баба-ян, О.Е. Балашов, А.И. Степашкин. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА»

Н.С. Лактюшин

Научный руководитель – Стротов В.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается работа, посвященная разработке лабораторной работы для специальности «Управление в технических системах», которая подразумевает разработку регулятора для физической системы (рис.1). Физическая система состоит из шара на наклонной плоскости, которая приводится в движение сервоприводом. Вход системы – задание угла поворота сервопривода, выход – показания ультразвукового дальномера до шара. Рассматривается задача регулирования положения шара на доске.

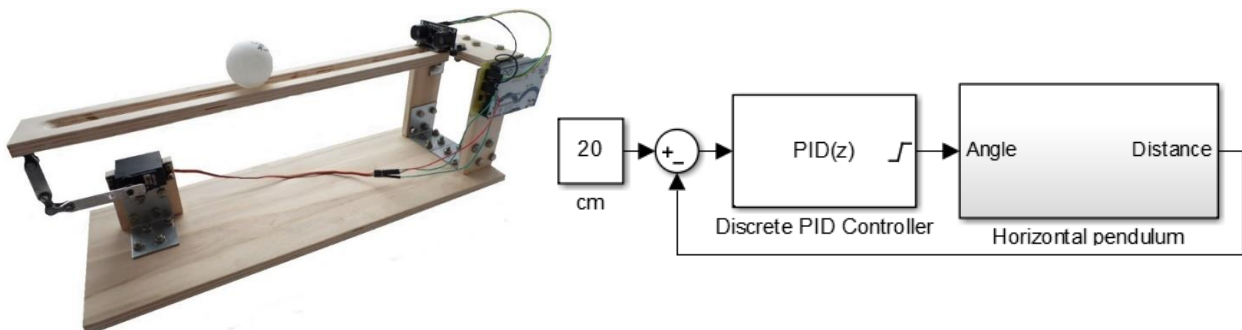


Рис. 1 – Физическая система

В связи с доступностью и простотой, в качестве регулятора был выбран модуль *Arduino Uno*, базирующийся на микроконтроллере компании *Atmel*. *Arduino* — это платформа для разработки различных устройств на базе

микроконтроллера. Все разновидности плат *Arduino* легко программируются без использования программаторов с помощью *USB*-порта.

Разработанная лабораторная работа включает в себя синтез регулятора для физической системы и учитывает все необходимые шаги для его реализации на плате *Arduino Uno*.

Рабочий процесс состоит из следующих этапов: сбор данных, выявление линейных и нелинейных частей в целевой системе, разработка регулятора с обратной связью и реализации регулятора на микропроцессоре.

Для идентификации системы был использован пакет расширения *System Identification Toolbox* системы *MATLAB & Simulink*. На основе найденной модели был произведён синтез регулятора в программе *PID Tuner*. Для реализации регулятора на микроконтроллере, была разработана схема с использованием средств *Matlab & Simulink*. Программирование платы осуществляется из *Matlab* с помощью *Embedded coder*.

В результате, с помощью ПИД-регулятора, реализованного на *Arduino*, проблема управления положением шара на доске была решена с использованием блочного программирования в *Simulink*.

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. Федин

Научный руководитель – Стротов В. В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Комплексы обработки изображений реального времени начали активно применяться в системах автоматического сопровождения воздушных объектов, наблюдаемых на фоне ясного или облачного неба, с целью решения задач их обнаружения и оценки параметров. Целью сопровождения является совмещения оптической оси видеодатчика с направлением на объект. В докладе рассматривается проблема разработки мультиспектрального алгоритма обнаружения воздушных объектов для систем автоматического сопровождения за счет одновременного использования видимого и инфракрасного диапазонов [1].

В работе используются последовательности полутоновых изображений, полученные при мультиспектральном наблюдении датчиками видимого и инфракрасного диапазонов.

Для решения задачи обнаружения воздушных объектов использовался следующий алгоритм:

$$l(i, j, n) = h(i, j, n)r(i, j, n) + g(i, j, n)(1 - r(i, j, n)) + \xi(i, j, n), \quad (1)$$

$$(i, j) \in R, n = \overline{1, N},$$

где N – количество наблюдаемых кадров, $g(i, j, n)$ и $h(i, j, n)$ – яркости точек фона и объектов соответственно в кадре n , $\xi(i, j, n)$ – шум с нулевым средним, не коррелированный в пространстве и во времени.

Бинарное изображение:

$$\hat{r}(i, j) = \begin{cases} 1, & \frac{d_1^2(i, j)}{\sigma_1^2} + \frac{d_2^2(i, j)}{\sigma_2^2} > k^2 \wedge d_1(i, j) \geq 0, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases} \quad (2)$$

где k – пороговый коэффициент, $\hat{r}(i, j)$ – бинарное изображение.

В случае если полученное значение в точке (i, j) превосходит порог, то принимается решение о принадлежности этой точки объекту, иначе – фону.

Для разработки алгоритма обнаружения объектов использовалась система MATLAB R2010b. Цель экспериментальных исследований состояла в анализе эффективности работы мультиспектрального алгоритма обнаружения объектов на основе количественных показателей и визуальной оценки.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о применимости рассмотренного алгоритма обнаружения воздушных объектов к реальным видеопоследовательностям содержащими облачный фон.

Библиографический список

1. Обработка и анализ изображений в системах автоматического обнаружения и сопровождения воздушных объектов: монография / Б.А. Алпатов, В.С. Муравьев, С.И. Муравьев; Рязан. гос. радиотехн. ун-т.- Рязань, 2012. 112с.

АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕДУРЫ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

В.А. Чебукин

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача слежения за объектами интереса является одной из базовых задач компьютерного зрения, на основе которых в рамках конкретных приложений могут строиться высокоуровневые процедуры семантического анализа наблюдаемых сцен. Следует отметить, что, несмотря на продолжающуюся работу ученых и инженеров по совершенствованию методов, алгоритмов и технических средств прослеживания объектов, данную задачу не всегда удастся решать с высокой степенью эффективности. Во многом это можно объяснить большим разнообразием визуальных образов.

Особенно трудным представляется решение задачи прослеживания объектов в случае, когда датчик изображений установлен на подвижном носителе, оперирующем в заранее неизвестной окружающей обстановке [1, 2]: автомобиле, летательном аппарате, мобильном роботе и т.п. В этом случае помимо разнообразия объектов интереса и фоновой составляющей необходимо учитывать фактор движения носителя и непредсказуемость условий внешней среды: изменение освещенности сцены, наличие погодных явлений, турбулентность атмосферы.

Ясно, что получение математических моделей, которые бы адекватно описывали всю совокупность условий формирования изображений, представляет собой чрезвычайно сложную задачу. С другой стороны, алгоритмы, основанные на более простых моделях и использующие минимум предположений о характере условий наблюдения, зачастую являются более надежными и универсальными. К примерам такого рода алгоритмов, можно отнести корреляционно-экстремальные алгоритмы слежения за объектами, основанные на принципе поиска точки наилучшего соответствия наблюдаемого изображения и эталонного изображения объекта интереса. Между тем известно, что классический корреляционный алгоритм является оптимальным только при условии постоянства фоновой составляющей [1].

В данной работе рассматривается непараметрический алгоритм слежения за объектом на основе байесовской процедуры классификации. Задача определения положения объекта в текущем кадре формулируется как задача разделения пикселей изображения на два класса – точки, относящиеся к объекту, и точки фона. Для этого в окрестности ожидаемого местоположения объекта выделяется прямоугольный участок – строб. Строб состоит из внутренней области – окна – и окружающей его рамки. Предполагается, что сегментируемый объект полностью попадает внутрь окна, т. е. в рамке находится только фон, а в окне – как фон, так и объект. Каждой точке строга (i, j) ставится в соответствие вектор признаков $(i, j) \rightarrow \mathbf{Z}^T = (z_1, z_2, \dots, z_n)$. Пусть $P(\Phi)$, $P(\Pi)$ – априорные вероятности принадлежности рассматриваемой точки фону или объекту; $p(\mathbf{Z}/\Phi)$ – плотность распределения признака $\mathbf{Z}$ в точках, принадлежащих фону; $p(\mathbf{Z}/\Pi)$ – плотность распределения признака $\mathbf{Z}$ в точках, принадлежащих объекту; $C(\Phi/\Phi)$, $C(\Phi/\Pi)$, $C(\Pi/\Phi)$, $C(\Pi/\Pi)$ – стоимости соответствующих решений. Обычно, можно принять, что $C(\Pi/\Pi) = C(\Phi/\Phi) = 0$. Условные плотности распределения признаков $p(\mathbf{Z}/\Phi)$ и $p(\mathbf{Z}/\Pi)$ неизвестны, поэтому их следует заменить гистограммными оценками: $\hat{p}(\mathbf{Z}/O)$ – гистограмма распределения признака в окне; $\hat{p}(\mathbf{Z}/P)$ – гистограмма распределения признака в рамке. Тогда в соответствии с байесовской теорией принятия решений [3] можно показать, что условие отнесения пикселя изображения к объекту имеет вид:

$$\hat{P}(\mathbf{Z}/O) > \left[\frac{C(\Pi/\Phi) + C(\Phi/\Pi)}{C(\Phi/\Pi)} \right] P(\Phi) \hat{P}(\mathbf{Z}/P).$$

Задание априорной вероятности $P(\Phi)$ и коэффициентов стоимости решений может явиться непростой задачей, поэтому целесообразно ограничиться одним коэффициентом $\alpha = P(\Phi)(C(\Pi/\Phi) + C(\Phi/\Pi))/C(\Phi/\Pi)$. Условие принятия решения в этом случае примет вид:

$$\hat{P}(\mathbf{Z}/O) > \alpha \hat{P}(\mathbf{Z}/P).$$

В результате классификации точек изображения возможны ошибки, для устранения которых применяются операции математической морфологии. В дальнейшем выполняется определение местоположения объекта в текущем кадре, в качестве которого рассматривается центр масс точек, классифицированных как точки объекта.

Были проведены исследования рассмотренного алгоритма с использованием в качестве признаков яркости и модуля градиента изображения. Ре-

зультаты показали, что с этими признаками алгоритм обеспечивает хорошее качество слежения как за наземными, так и за воздушными объектами. Учитывая невысокую вычислительную сложность, алгоритм может быть рекомендован для использования в системах обработки изображений, устанавливаемых на подвижном носителе.

Для улучшения результатов работы алгоритма в дальнейшем планируется усовершенствовать систему используемых признаков, обеспечить размещение строка на основе прогноза движения объекта, а также ввести процедуры межкадровой обработки для уменьшения влияния шумов при вычислении гистограмм.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах // Труды научно-технической конференции-семинара «Техническое зрение в системах управления мобильными объектами – 2010» – М., 2011. – С.11-44.
3. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 656 с: Ил. 104.

СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ИСКАЖЕНИИ

С.М. Ларионов

Научный руководитель - Селяев А.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Во многих системах обработки изображений необходимо решать задачу слежения за объектом, которая заключается в определении положения объекта наблюдения в каждом кадре рассматриваемой последовательности. Данная задача может быть решена с помощью различных алгоритмов анализа сцены. На практике зачастую применяют методы совмещения с эталоном. Суть этой группы методов в нахождении экстремума некоторой критериальной функции. В большинстве случаев требуется определять координаты объекта наблюдения на неоднородном по яркости фоне в масштабе реального времени. Поэтому в качестве критериальной принимают функцию вида (1), представляющую собой сумму модулей разностей яркостей сравниваемых точек:

$$F(a, \beta) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |G(a+i, \beta+j) - H(i, j)|, \quad (1)$$

где $F(a, \beta)$ – значение критериальной функции для области анализируемого кадра G с координатами (a, β) ;

$G(a+i, \beta+j)$ – значение яркости точки исходного изображения G с координатами $a+i$ и $\beta+j$;

$H(i, j)$ – значение яркости точки эталонного изображения H искомого объекта с координатами i и j ;

$n \times m$ – число точек эталона H .

Функция вида (1) характеризуется отсутствием операций умножения (как следствие, относительно невысокими вычислительными затратами) и независимостью от колебаний яркости фона по сравнению с яркостью объекта (наличие областей фона ярче объекта не влияет на точность алгоритма).

Так как данная критериальная функция показывает меру отличия анализируемого участка текущего кадра G и эталонного изображения H , координаты (α^*, β^*) , соответствующие её минимуму $F(\alpha^*, \beta^*)$, будут приняты в качестве искомых координат объекта наблюдения на изображении G .

Метод сопоставления с эталоном на основе разностной функции (1) позволяет довольно точно решать задачу слежения при условии, что изображение H в достаточной степени соответствует текущему изображению объекта. Однако в процессе сопровождения объект может быть частично искажен (из-за вспышек, дыма, пыли, сложных погодных условий, атмосферных явлений и т.п.) или, к примеру, частично скрыт другими элементами сцены.

В докладе приводится возможная модификация рассмотренного выше алгоритма для случая искажения объекта слежения. Предлагается вначале вычислить разность f_{ij} между точкой текущего кадра G и соответствующей точкой эталона H согласно формуле (2):

$$f_{ij} = |G(\alpha + i, \beta + j) - H(i, j)| \quad (2)$$

Если данная разность f_{ij} меньше некоторой пороговой величины T , то сравниваемая пара точек не будет учитываться при вычислении значения критериальной функции для анализируемой позиции (α, β) возможного расположения объекта интереса.

Однако таким образом может быть исключено из рассмотрения довольно большое число обрабатываемых пар точек, что повлечет за собой значительную потерю информации об объекте. Тогда минимум критериальной функции будет соответствовать не точке наилучшего совмещения изображений G и H , а некоторой позиции (α, β) , для которой было исключено наибольшее число пар точек. Поэтому в рассмотрение вводится параметр N_{max} , который показывает максимально допустимое число отбрасываемых пар точек. При $N > N_{max}$, алгоритм переходит к анализу следующей пары точек текущего кадра G и эталона H , где N – число исключенных пар точек для текущих координат (α, β) . Таким образом, возникает необходимость нормировки используемой критериальной функции F по числу учитываемых пар точек. Тогда выражение (1) можно переписать в виде (3):

$$F(\alpha, \beta) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f_{ij}}{n \times m - N}, \forall f_{ij} < T, \text{ при условии } N \leq N_{max} \quad (3)$$

В докладе рассматриваются способы выбора порога T (исходя из уровня шума на изображениях рассматриваемой последовательности) и параметра N_{max} . Также приводятся результаты тестирования модифицированного метода совмещения с эталоном для случая частичного искажения объекта слежения при различных отношениях сигнал/шум и различной степени искажения.

КАЛИБРОВКА ТЕПЛОВИЗИОННОГО КАНАЛА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ЛОКОМОТИВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА

П.А. Фурсов

Научный руководитель – Бехтин Ю. С.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время система технического зрения локомотива содержит тепловизионный канал, который строится на матричных фотоприемниках. Одной из главных проблем неохлаждаемых матричных фотоприемников (МФП) является наличие геометрического шума, физическая природа появления которого заключается в неоднородности фоточувствительных элементов и электрических схем первичной обработки сигналов МФП.

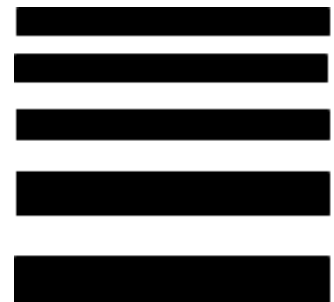
Для измерения геометрического шума МФП требуется однородное калибровочное поле, что невозможно реализовать при движении локомотива. В качестве эталонного изображения, которое сохраняет свои основные характеристики при любой скорости движения локомотива, погодной обстановки и времени суток, предлагается использовать железнодорожное полотно (рис.1), которое всегда находится в фокусе объектива МФП, и расстояние между шпалами которого известно по ГОСТ. Сначала при «низкой температуре», соответствующей темным полосам бинаризованного изображения (рис.1, в), в ОЗУ записываются значения темнового тока. Далее при «высокой температуре», соответствующей темным полосам бинаризованного изображения (рис.1, в), осуществляется измерение коэффициентов передачи фотоэлементов и на их основе расчет поправочных коэффициентов, необходимых для последующего выравнивания неоднородности вольтовой чувствительности элементов МФП. Затем происходит отображение текущего кадра тепловизионного изображения с одновременным выполнением операций, необходимых для подавления структурной помехи (вычитание) и выравнивания вольтовой чувствительности (умножение на поправочный коэффициент).



а)



б)



в)

Рис.1 – Изображение железнодорожного полотна (а), его фрагмент (б) и бинаризованное изображение фрагмента (в)

Проведенные эксперименты показали, что при неоднородности синтезированного таким образом оптического калибровочного поля порядка 7 % удается добиться приемлемой погрешности измерения вольтовой чувствительности не более 10 %. При этом погрешность измерения геометрического шума темнового тока остается на прежнем уровне.

ПОИСК ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

А.И. Шарипов

Научный руководитель – Шубин Н.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Цифровая обработка изображений находит широкое применение в большом количестве областей человеческой деятельности. Она используется в медицине, военной сфере и многих других. Известны такие задачи обработки изображений, как сегментация изображений, фильтрация, поиск фигур, границ, углов и т.д. В данной работе рассматривается задача поиска прямолинейных границ на изображении.

Одним из распространенных алгоритмов поиска прямолинейных границ является алгоритм на основе преобразования Радона.

На практике существует ряд проблем возникающих при применении данного алгоритма. В результате некорректной работы может происходить ложное выделение либо пропуск прямолинейных границ. Алгоритм на основе преобразования Радона базируется на соответствии прямолинейных границ на изображении пикам на матрице проекций. В результате дискретизации наиболее яркие локальные максимумы преобразования могут порождать вокруг себя так называемые ложные пики, что приводит к некорректности работы алгоритма [1]. Очевидно, что этап отбора пиков преобразования Радона требует дополнительного внимания.

В данной работе рассматривается вариант модификации алгоритма на основе преобразования Радона, реализующий фильтрацию экстремумов. Первым этапом фильтрации является сортировка локальных максимумов по мере убывания яркости. Далее в рассмотрение вводится некоторая окрестность вокруг локального максимума, в пределах которой исключаются все менее яркие пики. Таким образом, значительно понижается риск идентификации ложных прямолинейных границ на изображении.

Экспериментальные исследования разработанного алгоритма были проведены для 30-ти изображений. Осуществлено сравнение работы с результатами обычного алгоритма на основе преобразования Радона без модификации этапа поиска локальных максимумов на матрице проекций. Было посчитано количество ошибок второго рода, а именно количество ложно выделенных прямых. В результате экспериментально подтверждено, что разработанный алгоритм в значительной мере снижает риск выделения ложных прямых на изображении.

Основным недостатком разработанного алгоритма является отсутствие внимания к ошибкам первого рода.

Дальнейшее совершенствование алгоритма поиска прямолинейных границ на основе преобразования Радона следует проводить в направлении исключения ошибок первого рода.

Библиографический список

1. Шарипов А.И. Поиск прямолинейных границ на изображении. В кн.: СНТК: материалы. Рязань: Рязан. гос. университет, 2016. С. 2–5.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ДЕСКРИПТОРА ВНЕШНЕГО КОНТУРА

П.В. Бабаян, Е.А. Масленников, С.А. Смирнов

Научный руководитель – Алпатов Б.А. д.т.н., проф

Рязанский государственный радиотехнический университет

Одной из актуальных задач, возникающих при обработке изображений, является задача распознавания типа наблюдаемого воздушного объекта. Под распознаванием понимается определение типа воздушного объекта из известного набора объектов: самолёты, вертолёты, беспилотные аппараты.

Особый интерес представляет проблема создания систем распознавания, работающих в реальном масштабе времени. Разработка таких систем может быть полезна для решения таких задач, как поиск и спасение в чрезвычайных ситуациях, контроль воздушного движения, предотвращение аварийных ситуаций на транспорте.

Наибольшее распространение получили методы распознавания, основанные на классификации контуров объектов, присутствующих на изображении. Среди них можно выделить методы на основе дескрипторов Фурье, сравнения контуров с помощью инвариантных моментов Ху, вычисления дескриптора внешнего контура.

Для распознавания воздушных объектов целесообразно использовать метод, основанный на вычислениях дескриптора внешнего контура. Для использования этого метода необходимо обладать информацией о контуре объекта.

Предлагаемый в этой работе алгоритм состоит из двух этапов: этап обучения и этап распознавания. Предполагается, что для всех объектов, из рассматриваемого множества, известна 3D-модель, которая используется в вычислениях на этапе обучения. Непосредственно на этапе распознавания объектов используются вычисленные дескрипторы внешнего контура для каждого возможного объекта, при этом информация о 3D-модели объектов уже не требуется.

На этапе обучения алгоритма с помощью 3D-модели объекта интереса генерируются изображения объекта, достаточно полно охватывающие все возможные ориентации объекта. Для получения такого набора изображений объект интереса необходимо разместить в центре сферы и сгенерировать его изображения из точек, равномерно распределенных на этой сфере [1]. Для всего набора полученных изображений для всех объектов вычисляются эталонные дескрипторы. Для этого вначале производится бинаризация наблюдаемого изображения объекта, после чего осуществляется преобразование точек внешнего контура объекта в полярную систему ко-

ординат с началом координат в центре масс объекта. Полученный вектор подвергается дискретизации, в результате чего получается дескриптор конечного размера. Таким образом, формируется база эталонных дескрипторов изображений.

На этапе распознавания происходит нахождение наилучшего совпадения дескриптора наблюдаемого изображения с эталонным дескриптором. Для этого осуществляется вычисление меры сходства, которая представляет собой минимум разностной критериальной функций между эталонным дескриптором и наблюдаемым [2]. Инвариантность данного дескриптора к повороту изображения достигается циклическим сдвигом наблюдаемого изображения относительно дескриптора эталонного изображения. В результате вычисления меры сходства для каждого дескриптора из эталонной базы получается вектор значений. Этот вектор характеризует степень соответствия объекта интереса n -му объекту из базы эталонов. Таким образом, распознавание типа объекта осуществляется путем поиска минимального значения данного вектора.

Предложенный алгоритм был реализован на языке Matlab. Были проведены экспериментальные исследования на ряде реальных и синтезированных по 3D-моделям изображениях различных самолётов, вертолетов и беспилотных летательных аппаратов. Исследования показали, что предлагаемый алгоритм позволяет правильно распознавать воздушные объекты. Данный алгоритм обладает невысокой вычислительной сложностью. Также экспериментально было подтверждено, что используемый дескриптор внешнего контура обладает высокой устойчивостью к шуму на наблюдаемом изображении.

Публикация подготовлена в рамках выполнения научных исследований, осуществляемых ФГБОУ ВО «РГРТУ» в соответствии с государственным заданием (№ гос. регистрации НИР 115011560084).

Библиографический список

1. Б.А. Алпатов, П.В. Бабаян, Е.А. Масленников Алгоритмы оценивания ориентации объекта по его двумерному изображению в бортовых системах видеослежения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — Рязань, 2013. — №45. — С. 3-8.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Смирнов С.А., Масленников Е.А., Алгоритм предварительного оценивания пространственной ориентации объекта с помощью дескриптора внешнего контура // Цифровая обработка сигналов. – 2014. -№3. – С.43-46.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Д.Ю. Ерохин

Научный руководитель – Фельдман А.Б.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В последние годы в системах технического зрения для решения задачи распознавания образов все чаще используются алгоритмы, основанные на глубоких свёрточных нейронных сетях.

В данной работе исследуются нейросетевые алгоритмы обнаружения и распознавания изображений. Общую схему решения задачи обнаружения и распознавания в рамках нейросетевого подхода можно разделить на три этапа:

1. Выбор областей интереса на изображении.
2. Выделение характерных признаков при помощи глубокой свёрточной нейронной сети.
3. Классификация областей интереса по соответствующим им векторам признаков.

Существуют различные подходы к выделению областей интереса: использование скользящего окна на карте характерных особенностей, полученной с использованием свёрточной нейронной сети [1], применение выборочного поиска для распознавания объектов [2], [3] и т.д. В данной работе используется подход, предложенный в работе [4]. Результат работы приведен на рис. 1:



Рис. 1 – Обнаружение объектов с помощью нейронной сети

Суть идеи, представленной в [4], заключается в использовании нейронной сети, которая принимает на вход изображение и на выходе генерирует области интереса, в которых предположительно находятся объекты. Для построения сети, генерирующей области интереса, используется модификация сети из статьи [5]. Сеть содержит два дополнительных слоя: первый кодирует каждую позицию карты признаков в виде вектора, второй генерирует степень принадлежности области к какому-либо из заданных классов. Использование такого подхода позволяет существенно сократить временные затраты на обработку изображений на этапе распознавания путем существенного уменьшения количества областей интереса. В результате чего среднее время обработки одного изображения составляет на графической карте nvidia gtx 970 составляет 0.1 с.

Представленный подход можно применять в различных областях: например, в задачах мониторинга, для обнаружения людей в запретных зонах, для обнаружения оставленных предметов, в задачах транспортной аналитике для подсчета автомобилей.

Работа выполнена на средства гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-3732.2015.10.

Библиографический список

1. Sermanet P. et al. Overfeat: Integrated recognition, localization and detection using convolutional networks //arXiv preprint arXiv:1312.6229. – 2013.
2. Uijlings J. R. R. et al. Selective search for object recognition //International journal of computer vision. – 2013. – Vol 104. – №. 2. – С. 154-171.
3. Girshick R. et al. Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation //Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2014. – С. 580-587.
4. Ren S. et al. Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks //Advances in neural information processing systems. – 2015. – С. 91-99.
5. Girshick R. Fast r-cnn //Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. – 2015. – С. 1440-1448.

ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

М.Д. Ершов, Н.Ю. Шубин

Научный руководитель – Бабаян П.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При управлении беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) возникает ряд сложных технических задач, одной из которых является предупреждение возможных столкновений с другими воздушными или наземными объектами. Особого внимания заслуживает проблема обнаружения линий электропередач (ЛЭП) на изображении, так как она обладает следующими особенностями:

1. ЛЭП являются малоконтрастными протяжёнными объектами (один провод может занимать всё изображение, а его толщина быть многократно меньше одного пикселя);
2. ЛЭП могут наблюдаться как на фоне объектов естественного происхождения со сложной неоднородной текстурой, так и в городских условиях на фоне, содержащем большое количество прямолинейных перепадов яркости;
3. в зависимости от формы и точки наблюдения ЛЭП могут быть изображены как практически прямые, так и кривые линии.

Данный ряд особенностей позволяет говорить о ЛЭП, как о важных элементах окружения БПЛА, которые с одной стороны являются сильно отличающимися от других возможных препятствий (зданий, птиц, других летательных аппаратов), а с другой – представляют проблему для пилотирования БПЛА в ручном и автоматическом режимах. Таким образом, задача обнаружения ЛЭП на изображении является актуальной.

В данной работе ЛЭП предлагается детектировать по достаточно малым их частям, которые можно считать прямолинейными. В этом случае применимо широко используемое в задачах обнаружения прямолинейных границ преобразование Радона [1]. Изображение одного провода можно представить как сочетание двух близко расположенных параллельных границ, градиенты в которых одинаковы по модулю, но противоположны по

направлению. Для детектирования подобных объектов предлагается определённым образом обработать градиентное поле исходного изображения, предположительно содержащего прямой участок провода. Данный способ позволяет не только обнаруживать ЛЭП на изображении, но и оценивать толщину провода в пикселях.

Использование преобразования Радона позволяет достигать высоких показателей точности и помехоустойчивости разработанного на его основе алгоритма обнаружения проводов на изображении. Программная реализация преобразования Радона использует быстрое преобразование Фурье, что позволяет говорить также о высокой вычислительной эффективности подхода.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных МК-5331.2016.9.

Библиографический список

1. Grigoryan A.M. (1984) An algorithm of the two-dimensional Fourier transform, *Izves-tiya Vuzov SSSR, Radioelectronica*, vol. 27, no. 10, USSR, Kiev, 52 – 57

ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРЫ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВИДЕОКАМЕР

М.Н. Князев, А.Б. Фельдман

Рязанский государственный радиотехнический университет

Стереоскопические системы технического зрения, включающие пару синхронизированных между собой датчиков изображений, часто используются в робототехнике с целью формирования картины окружающей обстановки и обнаружения препятствий. В докладе рассматривается актуальная для робототехники задача установления геометрического соответствия между изображениями, формируемыми каждой из камер стереосистемы, и восстановления на этой основе трехмерной геометрии наблюдаемой сцены.

Данную задачу можно условно разделить на несколько частей:

1. Калибровка камер.
2. Ректификация изображений.
3. Построение карты глубины.
4. Построение карты препятствий.
5. Устранение влияния шумов и ошибок.

Пусть в результате калибровке известны внутренние и внешние параметры видеокамер и получены ректифицированные изображения наблюдаемой сцены. На основе этих данных может быть построена карта глубины. Для каждой точки на изображении от левой видеокамеры необходимо найти соответствующую ей пару на изображении от правой видеокамеры. Далее для каждой из пар точек решается задача триангуляции, в результате чего будет вычислено расстояние до плоскости камеры [1]. Выполнив подобные действия для каждой пары точек, получим карту глубины (Рис.1). Имея карту глубины, можно получить трехмерное облако точек, которое используется для построения карты препятствий. В качестве карты препятствий в данной работе рассматривается проекция облака точек на

горизонтальную плоскость, выполненная с заданным шагом пространственной дискретизации.

Ключевым моментом работы является обработка карты препятствий. Полученная в результате описанных выше манипуляций карта не является вполне пригодной для понимания структуры наблюдаемой сцены, так как содержит некоторое количество шумовых точек (рис. 2). Для их устранения применяются операции математической морфологии и ряд оригинальных эвристических процедур.

В ходе исследований проведены эксперименты на натурных сюжетах, отснятых как внутри, так и вне помещений. Результаты показывают, что рассмотренный в докладе алгоритм обеспечивает приемлемое качество работы и позволяет определять положение препятствий

Публикация подготовлена в рамках выполнения научных исследований, осуществляемых ФГБОУ ВО «РГРТУ» в соответствии с государственным заданием (№ гос. регистрации НИР 115011560084).



Рис.1 – Пара ректифицированных изображений и их карта глубины

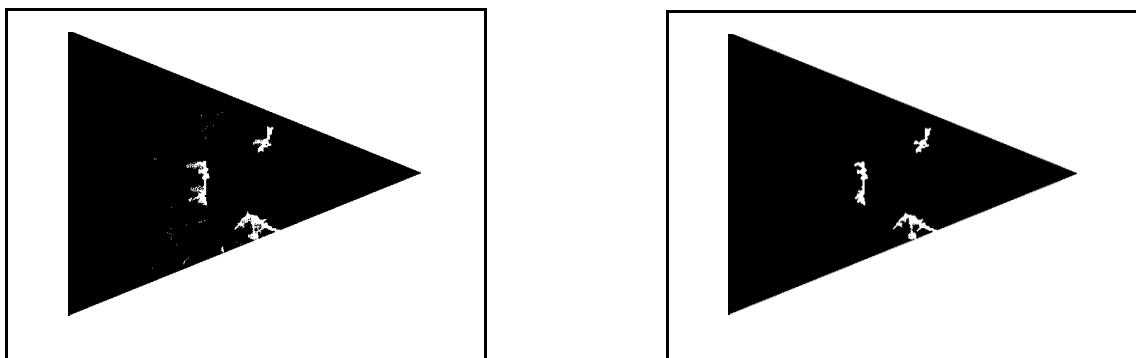


Рис.2 – Изначальная карта препятствий и результат ее обработки

Библиографический список

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход. – М. : ИД Вильямс, 2004. – 928 с.

**БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА
И ЕГО ФИЛЬТРАЦИЯ**

Д.А. Писарев

Научный руководитель - Паршин Ю.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Актуальной проблемой автоматического слежения за движущимися объектами является точность определения координатной информации, выставка физических и виртуальных стробов по дальности, радиальной и угловым скоростям и управление положением диаграммы направленности антенны в процессе сопровождения объекта.

Для определения траектории движения объекта использование простейших маневров недостаточно. Для решения задач соответствующего выбора модели движения подходит многомерный базис в виде совокупности координат объекта в инерциальной системе координат, скорости, траекторного и курсового углов объекта. Для описания изменения во времени координат базиса используется следующая система разностных уравнений, описывающая траекторию движения наблюдаемого объекта [1]:

$$y_1(k+1) = y_1(k) + \Delta t y_4(k) [\cos y_3(k) \cos y_5(k) \cos [y_6(k) + y_2(k)] + \sin y_3(k) \sin y_5(k)] + v_1(k),$$

$$y_2(k+1) = y_2(k) - \Delta t \frac{y_4(k) \cos y_5(k) \sin [y_6(k) + y_2(k)]}{y_1(k) \cos y_3(k)} + v_2(k),$$

$$y_3(k+1) = y_3(k) + \Delta t \frac{y_4(k)}{y_1(k)} [\sin y_5(k) \cos y_3(k) - \sin y_3(k) \cos y_5(k) \cos [y_6(k) + y_2(k)]] + v_3(k),$$

$$y_4(k+1) = y_4(k) + \Delta t [n_x - \sin y_5(k)] g + v_4(k),$$

$$y_5(k+1) = y_5(k) + \Delta t \frac{[n_y - \cos y_5(k)] g}{y_4(k)} + v_5(k),$$

$$y_6(k+1) = y_6(k) - \Delta t \frac{n_z g}{y_4(k) \cos y_5(k)} + v_6(k),$$

где $y_1(k)$, $y_2(k)$, $y_3(k)$ – дальность, азимут и угол места объекта; $y_4(k)$ – скорость движения объекта; $y_5(k)$, $y_6(k)$ – траекторный и курсовой углы; n_x , n_y , n_z – поперечная и ортогональные поперечные перегрузки объекта в скоростной системе координат; g – ускорение свободного падения; $\mathbf{v}(k)$ – вектор возмущений с корреляционной матрицей $\mathbf{Q}$. Для получения указанных параметров необходимо произвести решение данной системы разностных уравнений с заданными начальными условиями.

В качестве алгоритма фильтрации и получения оценок координат базиса предлагается использовать квазилинейный вариант фильтра Калмана следующего вида [2]:

$$\begin{aligned}\hat{\mathbf{y}}(k+1) &= \mathbf{y}^*(k) + \mathbf{f}(\mathbf{y}^*(k)) \cdot \Delta t \\ \hat{\mathbf{P}}(k+1) &= \left[\mathbf{I} + \left(\frac{d\mathbf{f}}{d\mathbf{y}} \right)_{\mathbf{y}_i} \Delta t \right] \mathbf{P}^*(k) \left[\mathbf{I} + \left(\frac{d\mathbf{f}}{d\mathbf{y}} \right)_{\mathbf{y}_i} \Delta t \right]^T + \mathbf{Q} \\ \mathbf{W}(k+1) &= \hat{\mathbf{P}}(k+1) \mathbf{H}^T (\mathbf{H} \hat{\mathbf{P}}(k+1) \mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1} \\ \mathbf{y}^*(k+1) &= \hat{\mathbf{y}}(k+1) + \mathbf{W}(k+1) (\mathbf{z}(k+1) - \mathbf{H} \hat{\mathbf{y}}(k+1)) \\ \mathbf{P}^*(k+1) &= (\mathbf{I} - \mathbf{W}(k+1) \mathbf{H}) \hat{\mathbf{P}}(k+1)\end{aligned}$$

Используемый в данных соотношениях процесс измерений дальности, азимута и угла места задается уравнением $\mathbf{z}(k+1) = \mathbf{H}\mathbf{y}(k+1) + \boldsymbol{\xi}(k+1)$, где $\boldsymbol{\xi}(k+1)$ – вектор погрешностей измерений с корреляционной матрицей $\mathbf{R}$, $\mathbf{H}$ – диагональная матрица, число единичных элементов которой равно числу измеряемых параметров движения.

Элементы матрицы $\frac{d\mathbf{f}}{d\mathbf{y}}$, соответствующие выбранному многомерному базису динамики движущегося объекта, имеют достаточное количество ненулевых элементов, обеспечивающих высокую степень заполнения корреляционных матриц $\hat{\mathbf{P}}$ и $\mathbf{P}^*$. Последнее позволяет получить эффективный матричный коэффициент усиления $\mathbf{W}$ для быстрой реакции на изменение параметров движения объекта. Информация о размерах физических и виртуальных стробов содержится в диагональных элементах матрицы $\mathbf{P}^*$ (фильтрационная) и $\hat{\mathbf{P}}$ (прогнозная).

В результате проведения моделирования получены траектории движения объекта и проведено тестирование модели. Промоделирован алгоритм фильтрации, получены оценки элементов многомерного базиса. На основе результатов моделирования рассчитаны дисперсии ошибок оценивания траектории движения.

Библиографический список

1. Голубев И.С., Светлов В.Г. Проектирование зенитных управляемых ракет. – М.: МАИ, 1999. – 728 с.
2. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОЭТАЛОННОГО АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ

С.Е. Корепанов, С.А. Смирнов, В.В. Стротов

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время интеллектуальные системы анализа изображений получили широкое распространение при решении задач наземной и воздуш-

ной навигации, при разработке мобильных роботов, в охранных системах видеонаблюдения.

Основным классом задач, решаемых в таких системах, является обнаружение и измерение координат объектов интереса. Для измерения координат крупноразмерных объектов в работе [1] используется многоэталонный алгоритм. В основе алгоритма лежит принцип, построенный на выборе нескольких опорных участков на изображении и определении их положения от кадра к кадру. Для слежения за опорными участками используется алгоритм оценки положения на основе разностной корреляционной функции [2]. Особенность многоэталонного алгоритма заключается в том, что опорные участки могут быть выбраны только на изображении объекта, согласно критерию:

$$(\hat{\alpha}_k, \hat{\beta}_k) = \arg \min_{\alpha, \beta} \left(\frac{1}{\sum_{(i,j) \in S_k} (\Delta_i l(i, j, n))^2} + \frac{1}{\sum_{(i,j) \in S_k} (\Delta_j l(i, j, n))^2} \right), \quad (1)$$

где запись вида $\Delta_i l$ означает операцию численного дифференцирования изображения l по координате i , а S_k – множество точек k -го участка s_k , расположенного в точке с координатами (α, β) .

В том случае, когда на наблюдаемом изображении объекта нет необходимого количества опорных участков с достаточным контрастом, многоэталонный алгоритм может выдавать координаты объекта с повышенной ошибкой. Оценить целесообразность применения этого алгоритма в текущих условиях наблюдения можно на основании подхода, базирующегося на введении критериев работоспособности [3].

Для корректной работы данного алгоритма требуется определенное минимальное количество опорных участков. Следовательно, для оценки эффективности алгоритма необходимо, чтобы критерий работоспособности выполнялся для каждого опорного участка.

Критерий работоспособности основан на анализе градиентного изображения. По данному изображению можно судить о контрасте опорного участка. Критерий работоспособности можно рассматривать как отношение оценки сигнал-шум. Поскольку выбор положения опорных участков производится в областях с максимальным контрастом по яркости в соответствии с формулой (1), то в качестве сигнала можно рассматривать величину:

$$L_Z = \sqrt{\left(\frac{1}{\sum_{(x,y) \in Z} (Z_{\Delta_x, \delta}(x, y, n))^2} + \frac{1}{\sum_{(x,y) \in Z} (Z_{\Delta_y, \delta}(x, y, n))^2} \right)^{-1}}, \quad (2)$$

где $Z_{\Delta_x, \delta}(x, y, n)$, $Z_{\Delta_y, \delta}(x, y, n)$ – градиентные изображения зоны поиска, сглаженные усредняющим фильтром. Размер маски фильтра соответствует размеру эталона. В качестве характеристики, определяющей шум, будем рассматривать его среднеквадратическое отклонение (СКО) σ_ξ . Подход к оценке СКО шума приведен в работе [2]. Использование данной величины

позволяет нормировать оценку отношения сигнал-шум. Таким образом, критерий работоспособности можно определить следующим образом:

$$KF = \frac{L_z}{\sigma_\xi}. \quad (3)$$

Для принятия решения о работоспособности многоэталонного алгоритма необходимо сравнить значение критерия, рассчитанного по формуле (3), с пороговым значением, полученным экспериментальным путем по методике, подробно описанной в [3].

Для экспериментальных исследований использовались сюжеты продолжительностью от 1000 до 1400 кадров. На видеосюжетах объекты были неподвижны. В процессе съемки диафрагма камеры постепенно закрывалась и открывалась вновь, что обеспечивало изменение освещенности сцены. Экспериментальная проверка, проведенная на данных видеосюжетах согласно методике, описанной в [3], показала высокую эффективность предложенного критерия работоспособности.

Исследования выполнены при использовании Стипендии Президента РФ СП-2598.2016.5.

Библиографический список

1. Стротов В.В., Корепанов С.Е. Слежение за объектом, размеры которого значительно изменяются со временем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — Рязань, 2012. — №39. — С. 9-14.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. — М.: Радиотехника, 2008. — 176 с.
3. Бабаян П.В., Смирнов С.А. Оценивание ожидаемой работоспособности алгоритмов измерения координат объектов // ГрафиКон' 2010: 20-я Международная конференция по компьютерной графике и зрению.— Санкт-Петербург.— 2010.— С. 329-330.

МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

М.Д. Ершов, Н.Ю. Шубин

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Большинство задач технического зрения связано с распознаванием образов. При этом наиболее информативными структурными элементами практически любой сцены являются границы объектов. Большинство объектов на изображении могут быть представлены и распознаны как объединения таких границ в структуры различной сложности. Однако, если обнаружение границ является успешно решаемой задачей [1] на сегодняшний день, то работы по структурному анализу изображений только в процессе своего развития. В данной работе для построения структур из обнаруженных элементов предлагается использовать мультиагентные системы.

Мультиагентные системы воплощают идеи самоорганизации систем в синергетике. При этом предполагается, что задача объединения элементов в структуры лежит на самих элементах. Для решения этой задачи в качестве наиболее подходящей модели мультиагентной системы предлагается использовать концепцию сетей потребностей-возможностей [2]. Согласно ей существует два типа агентов: агенты потребности и агенты возможности. Применяя данную концепцию к задаче построения структур, получаем следующие правила:

1. каждому элементу ставится в соответствие агент потребности, реализующий стремление элемента стать частью структуры;
2. каждому возможному соединению двух (и более) элементов ставится в соответствие агент возможности;
3. соединение двух (и более) агентов потребности в структуру производится посредством агента возможности.

Все агенты встречаются и взаимодействуют друг с другом (объединяясь и конкурируя) на так называемом виртуальном рынке. Образовавшиеся в результате структуры можно интерпретировать как распознанные объекты на изображении.

Описанный подход может быть использован для любых структурных элементов. При этом необходимо, во-первых, обнаружить структурные элементы на изображении; во-вторых, составить подходящие правила объединения агентов в структуры.

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных МК-5331.2016.9.

Библиографический список

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Шубин Н.Ю. Алгоритм оценки координат объектов на основе преобразования Радона // Цифровая обработка сигналов. – 2011. – №3. – С. 17-20.
2. В. А. Виттих, П. О. Скобелев, "Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах", Автомат. и телемех., 2003, № 1, 177–185

АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЛЯ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ В ВОЗДУХЕ

В.С. Муравьев

Рязанский государственный радиотехнический университет

Проблема своевременного обнаружения летательных аппаратов является крайне актуальной для предупреждения их столкновения в воздухе. Данное направление начало более активно развиваться в последнее десятилетие в связи с широким использованием небольших мобильных беспилотных роботов для патрулирования и мониторинга воздушного пространства [1].

Международная организация гражданской авиации разработала международные стандарты для бортовых систем предупреждения столкновений. Среди многих предложений системы TCAS и ADS-B стали наиболее популярными и широко используются на авиалайнерах. Основной недостаток

обусловлен тем, что они работают совместно с другими авиационными устройствами, а для обеспечения безопасности все участники воздушного движения должны быть ими оборудованы. Альтернативный подход заключается в установке радиолокаторов и оптико-электронных датчиков. Радиолокационные комплексы очень надежны, но, к сожалению, они не могут устанавливаться на малые летательные аппараты из-за большого веса, размера и потребления энергии. Поэтому для того, чтобы предотвратить столкновение в воздухе БПЛА и небольших самолетов чуть ли не единственным разумным вариантом является применение видеодатчиков с широким полем зрения. При этом часто для предотвращения описного сближения одна или несколько камер наблюдения устанавливаются в передней полусфере по направлению движения носителя.

В данной работе предполагается, что изображения формируются одним видеодатчиком, установленным на поворотной платформе. Сложность задачи хорошо описывает тот факт, что размеры объектов на изображении, отношение сигнал/шум и характер фоновой составляющей могут значительно меняться за время наблюдения. Однако многие существующие подходы ориентированы на обнаружение малоразмерных объектов и не всегда инвариантны к изменению масштаба.

Основная идея предлагаемого подхода заключается в создании многоэтапного алгоритма, основанного на предварительном обнаружении объектов-кандидатов с последующим восстановлением формы объектов и их межкадровом сопоставлении по контурным дескрипторам. На первом этапе выполняется построение гауссовской пирамиды изображений и выполняется предварительный поиск объектов-кандидатов на каждом масштабном уровне с использованием разработанного ранее алгоритма [2]. Этап предварительного обнаружения необходим для подавления шума и уменьшения вычислительной трудоемкости на последующих этапах обработки. Как правило, при несоответствии формы объекта и размеров пространственного оператора наблюдается образование множественных близкорасположенных сегментов на бинарных изображениях. Анализируя характер фрагментации сегментов на разных уровнях, можно построить зону интереса, содержащую искомый объект. В данной области затем выполняется более трудоемкая процедура контурной сегментации. Для этого предложены два альтернативных подхода: первый построен на основе метода активных контуров без предварительного нахождения границ [3], второй – на основе детектора границ Канни. Первый вариант требует выполнения нескольких проходов изображения, но гарантирует замкнутость контура, второй – более простой, но нуждается в дополнительном прослеживании границ объекта. Для уменьшения избыточности полученного контурного описания вычисляются контурные дескрипторы, на основе которых выполняется межкадровое сопоставление объектов. Сформированный дескриптор инвариантен к повороту, сдвигу и изменению масштаба изображения и могут использоваться для классификации летательных аппаратов.

Зная положение объекта на изображении и навигационные параметры носителя, становится возможным оценить расстояние и время до столкновения с объектом-нарушителем в случае опасного сближения. Для этого требуется задать модель движения и решить систему уравнения, связывающую координаты объекта на изображении и в трехмерном простран-

ве. Как правило, на коротком интервале времени движение объекта можно считать равномерным, что позволяет аппроксимировать траекторию его движения прямой.

Были проведены экспериментальные исследования алгоритма обнаружения на тестовых видеосюжетах продолжительностью в 2-3 тысячи кадров при изменении линейных размеров объектов от нескольких пикселей до нескольких сотен пикселей. В качестве объектов интереса выступали самолеты, вертолеты и БПЛА. Измерялись эффективности обнаружения и локализации объектов на изображении. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности выбранного способа построения алгоритма. Также получены предварительные оценки точности оценивания дальности и времени до столкновения на модельных данных. На основании полученных результатов был сделан вывод о возможности обнаружения летательных аппаратов на расстоянии не менее 3км, что при скорости сближения в 150 м/с соответствует времени до столкновения в 20с. Этого запаса времени вполне достаточно для экстренного изменения курса движения воздушного судна [1]. Разработанный подход вычислительно несложен и может использоваться в области обеспечения безопасности полетов, оптической локации, контроля и мониторинга воздушного движения, для классификации типов летательных аппаратов.

Публикация подготовлена в рамках выполнения научных исследований, осуществляемых ФГБОУ ВО «РГРТУ» в соответствии с государственным заданием (№ гос. регистрации НИР 115011560084).

Библиографический список

1. Nussberger A. and others. Aerial Object Tracking from an Airborne Platform // International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS). – 2014. – pp. 1284-1293.
2. Алпатов Б.А., Блохин А.Н., Муравьев В.С. Алгоритм обработки изображений для систем автоматического сопровождения воздушных объектов // Цифровая обработка сигналов. – 2010. – №4. – С. 12-17.
3. Wang X.F., Huang D.S., Xu H. An efficient local Chan–Vese model for image segmentation // Pattern Recognition 43(3). – 2010. – pp. 603-618.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

А.Б. Фельдман, М.Д. Ершов, Е.В. Герман
Научный руководитель – Алпатов Б.А.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

С расширением области применения малой и беспилотной авиации предъявляются все более высокие требования к средствам информационного обеспечения пилота (оператора) и безопасности выполнения полетов. Это во многом объясняется тем, что подобные летательные аппараты (ЛА) зачастую эксплуатируются в режиме маловысотного полета, в условиях городской или гористой местности, вблизи оживленных воздушных трас [1].

Разработчики технических средств для повышения информационной осведомленности и обеспечения безопасности полетов зачастую сталкиваются с проблемой, связанной с невозможностью установки оборудования, обладающего большими массогабаритными показателями и энергопотреблением, такого, как, например, радиолокаторы или лазерные дальномеры. В то же время, достаточно большие перспективы в части наблюдения и понимания закабинной обстановки предоставляют оптико-электронные системы технического зрения (ОЭСТЗ) [2, 3]. Широкое применение ОЭСТЗ в решении задач информационного обеспечения и повышения безопасности полетов во многом затруднено отсутствием достаточно надежных и быстродействующих алгоритмов анализа видеоизображений, осуществляющих функции обнаружения, оценки параметров и распознавания объектов интереса и потенциально опасных объектов (препятствий).

В рамках решения указанной проблемы в Рязанском государственном радиотехническом университете при поддержке Индустриального партнера – Государственного Рязанского приборного завода (АО ГРПЗ) – выполнены прикладные научные исследования (ПНИ), направленные на создание технологии анализа изображений для ОЭСТЗ ЛА [4, 5]. Разработанная технология направлена на решение следующих основных задач:

- обнаружение заранее заданных объектов и визуальных ориентиров с целью привязки к местности;
- обнаружение заранее неизвестных наземных объектов и возвышений на местности;
- обнаружение и оценка параметров (положения, направления и скорости движения) посторонних воздушных объектов;
- обнаружение скоплений птиц;
- обнаружение линий электропередач;
- анализ обстановки и распознавание опасных ситуаций.

В ходе выполнения ПНИ проведены экспериментальные исследования элементов разработанной технологии на натурных сюжетах и с помощью полунатурного моделирования, которые показывают следующее:

- частота правильного обнаружения наземных объектов и визуальных ориентиров при отношении сигнал/шум 6 и более может достигать 91,2% при частоте ложных тревог 0,07%;
- частота правильного обнаружения воздушных объектов при отношении сигнал/шум 6 и более составляет 97,5% при частоте ложных тревог 0,06%;
- частота правильного обнаружения опасных ситуаций достигает 96,2% при частоте ложных тревог 0,7%;

Полученные данные позволяют сделать обоснованный вывод о целесообразности использования бортовой оптико-электронной системы технического зрения для повышения информационной осведомленности и обеспечения безопасности пилотирования летательных аппаратов. В настоящее время в рамках завершающего этапа ПНИ выполняется анализ возможностей реализации разработанной технологии в системах обработки видеоизображений, разрабатываемых и производимых АО ГРПЗ, а также разработка технического задания на выполнение ОКР по созданию программного обеспечения ОЭСТЗ ЛА.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (проект RFMEFI57414X0056, соглашение о предоставлении субсидии №14.574.21.0056).

Библиографический список

1. Беспилотные авиационные системы: безопасность полетов и критические факторы / В. Шibaев, А. Шнырев., В. Буня // Аэрокосмический курьер. – 2011. – №1. – С. 55-58.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
3. Визильтер Ю. В., Желтов С. Ю. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах // Труды научно-технической конференции-семинара «Техническое зрение в системах управления мобильными объектами - 2010» – М., 2011. – С.11-44.
4. Алпатов Б.А., Фельдман А.Б. Бортовая система технического зрения для обнаружения опасных объектов и визуальных ориентиров // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 18-й Международной науч.-техн. конф.: Горячая-линия Телеком, 2015. – С. 100-102.
5. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Баранцев А.А., Фельдман А.Б. Технология анализа изображений для систем технического зрения летательных аппаратов // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – Таганрог, 2016. -- №2. – С.148-158.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

М.Д. Ершов

Научный руководитель – Бабаян П.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время существует ряд актуальных задач в области транспортной аналитики, связанных с постоянно растущим числом автотранспорта на дорогах. Недостаточная безопасность движения и дорожные заторы приводят к значительному увеличению экономических и социальных издержек и являются прогрессирующей проблемой в городах по всему миру. Исходя из этого, одной из перспективных задач является создание систем транспортной аналитики, позволяющих определять плотность автомобильного потока на автотрассах, перекрестках и улицах города для рационального управления транспортной инфраструктурой [1].

Таким образом, возникает научная проблема, связанная с необходимостью поиска новых методов и средств для повышения эффективности систем транспортной аналитики. С целью совершенствования управления дорожным движением предлагается проводить анализ дорожно-транспортной обстановки с применением оптических видеодатчиков, что связано с появлением все более совершенных устройств получения изображений, вычислительных средств и каналов коммуникаций.

Необходимо разработать качественно новые адаптивные алгоритмы обработки изображений, позволяющие обнаруживать, классифицировать и отслеживать движущиеся объекты, так как для оценки параметров транспортных потоков требуется постоянно и с достаточно большой точностью вести подсчет транспортных средств, определять их тип и направление движения на перекрестках или участках дорог.

Обнаружение, классификацию и оценку параметров транспортных средств необходимо выполнять в сложных условиях: разное время суток, сложные погодные условия, плотный поток автомобилей и транспортные заторы, различные ракурсы съемки, слабая освещенность, тени, большое число моделей автомобилей и их цветового исполнения.

Для создания алгоритмов обработки изображений, решающих поставленные задачи, подходят методы машинного обучения: сверточные нейронные сети с глубоким обучением, методы на основе типовых классификаторов и специально-разработанных дескрипторов изображений, решающие деревья и другие.

Имеется прогресс в области корреляционных методов слежения за объектами, который связан с появлением эффективных способов адаптации эталона к изменению размеров и ракурса съемки в спектральной области. Также эффективность корреляционных методов можно повысить, имея информацию о геометрии наблюдаемой сцены, выполнив предобработку ранее записанного видеосюжета (офлайн обработка) или применив межкадровую и многомасштабную обработку изображений [2].

Для разработки прототипа программного обеспечения системы транспортной аналитики и проведения экспериментальных исследований разрабатываемых алгоритмов была выбрана среда Matlab. На рисунке 1 показан пример работы: обозначены выезды с перекрестка, отмечен текущий обнаруженный автомобиль и траектория его движения.

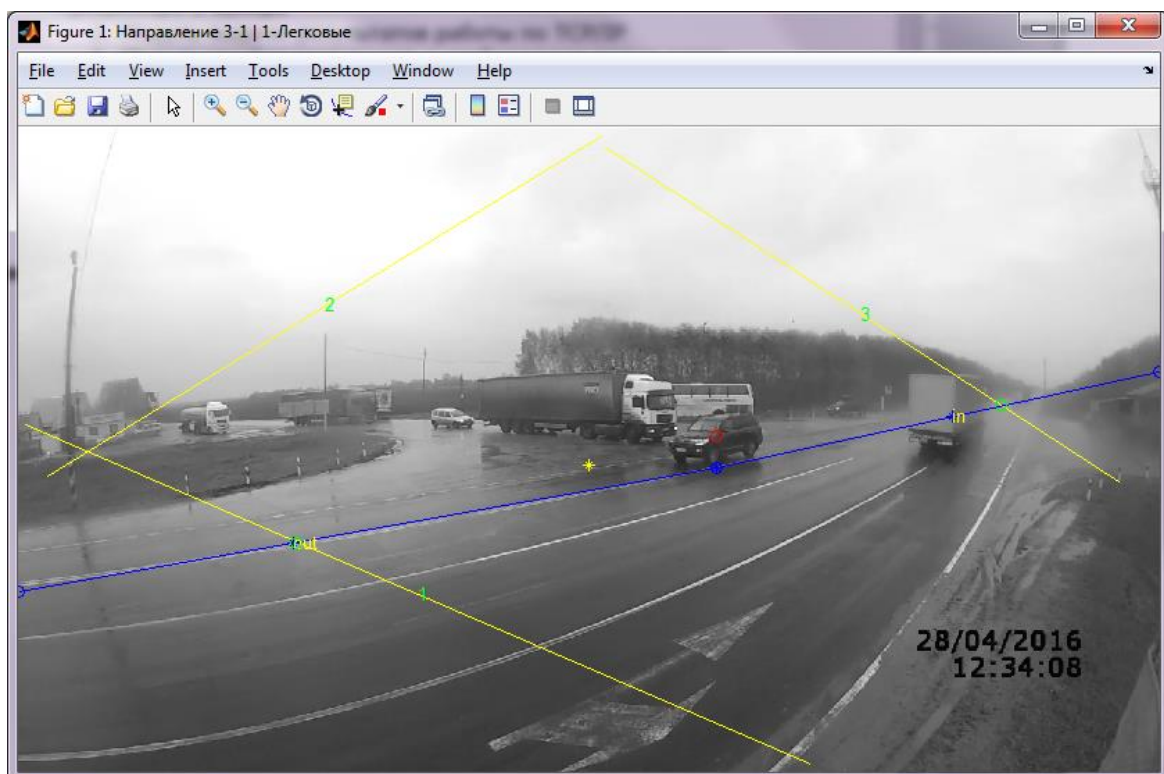


Рис. 1 – Пример работы прототипа ПО «Анализ транспортных потоков»

Разработанный в среде Matlab прототип программного обеспечения позволяет загружать исходные данные (видеосюжеты), проводить настройку и экспериментальные исследования алгоритмов обработки изображений, предназначенных для решения проблем обнаружения, классификации, прослеживания, подсчета и определения направления движения наземных транспортных средств.

Публикация подготовлена в рамках выполнения научных исследований, осуществляемых ФГБОУ ВО «РГРТУ» в соответствии с государственным заданием (№ гос. регистрации НИР 115011560084).

Библиографический список

1. Маркуц В.М. Транспортные потоки автомобильных дорог и городских улиц. – Тюмень, 2008. – 108 с.
2. Бабаян П.В., Ершов М.Д. Алгоритмы устранения рассогласования разнородных изображений в бортовой системе видения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2015. – №4 (54). Часть 2. – С. 15-20.

Секция 8
Геоинформационные технологии

**АНСАМБЛЬ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО
АНАЛИЗА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ
БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ**

В.А. Конев, М.С. Конева
Научный руководитель – Демидова Л.А.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В задачах интеллектуального анализа информации для обнаружения в данных неизвестных ранее закономерностей зачастую применяются вычислительные процедуры кластерного анализа. Известно множество методов и алгоритмов кластерного анализа данных. Однако применение большей части методов требует, чтобы признаки, описывающие объект, были количественного типа. Значительно меньше разработано методов, которые позволяют работать с качественными признаками. Наибольшую сложность при кластеризации объектов представляет обработка гетерогенных признаков, - совокупности количественных и качественных, - причем при кластеризации необходимо учесть все признаки. Данные также могут содержать пропущенные значения [1], что требует применения не стандартных подходов к анализу, в том числе, теорий нечетких множеств [5, 6] или модификаций существующих алгоритмов. Дополнительную трудность вызывает необходимость выбора наиболее информативного набора признаков, что позволит снизить размерность анализируемой информации и учесть только наиболее статистически значимые признаки [2 – 4].

В докладе представлен алгоритм кластеризации гетерогенных данных, основанный на комплексном использовании набора алгоритмов: модифицированного алгоритма CLOPE [7], модифицированного алгоритма роевого интеллекта [8], модификации алгоритма fcm [9]. По результатам работы алгоритмов формируется бинарная матрица подобия [10], используемая в качестве исходных данных для иерархического алгоритма с целью получения итогового согласованного решения.

Библиографический список

1. Demidova L.A., Konev V.A., Suhov N.Yu. Aspects of development of the intellectual software complex for anomalies detection in the data stream//Modern informatization problems: proc. of the XIX-th Int. Open Science Conf. Yelm, WA, USA, 2014. С. 160-166.
2. Konev V.A. An adequate tools selection for data analysis of heterogeneous type//Modern informatization problems in economics and safety Proceedings of the XX-th International Open Science Conference. Yelm, USA, 2015. P. 98-102.
3. Конев В.А. Проблемы подготовки исходной информации для решения задач кластеризации данных большой размерности//В сборнике: Задачи системного анализа, управления и обработки информации Межвузовский

сборник научных трудов. Под общей редакцией Е. В. Никульчева. Москва, 2015. С. 63-67.

4. Конев В.А. Реализация алгоритма отбора значимых характеристик при анализе гетерогенных данных большой размерности с использованием теории нечетких множеств // В сборнике: Международная научная школа "Парадигма". Лето-2015 сборник научных статей в 8 томах. 2015. С. 99-104.

5. Демидова Л.А., Кираковский В.В. Оценка технического состояния здания и сооружений на основе инструментария теории нечетких множеств // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2008. Т. 2. № 55. С. 163-169.

6. Демидова Л.А., Кираковский В.В. Методы кластеризации объектов на основе нечетких множеств второго типа и генетического алгоритма // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2008. Т. 6. № 69. С. 136-142.

7. Конев В.А. Модификация алгоритма CLOPE с целью улучшения качества кластеризации больших объемов транзакционных данных // В сборнике: Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании "НИТ 2014" материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2014. С. 174-175.

8. Конев В.А. Применение алгоритма роевого интеллекта для решения задачи кластеризации больших объемов гетерогенных данных // В сборнике: Новые информационные технологии в научных исследованиях материалы XX Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2015. С. 284-286.

9. Демидова Л.А., Коняева Е.И. Кластеризация объектов с использованием fcm-алгоритма на основе нечетких множеств второго типа и генетического алгоритма // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2008. № 26. С. 46-54.

10. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Формирование обучающей выборки для SVM-алгоритма с использованием ансамбля алгоритмов кластеризации на основе матрицы подобия векторов меток кластеров // В сборнике: Устойчивость и процессы управления Материалы III международной конференции. 2015. С. 571-572.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

В.В. Аванесян

Научный руководитель – Шестеркин А.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Цифровая стеганография — разновидность стеганографии, ориентированная на внедрении информации в цифровые контейнеры. При этом контейнеры претерпевают некоторые визуальные искажения, однако они находятся ниже порога чувствительности человека, что не допускает про-

явления заметных изменений контейнера. Кроме того, в оцифрованных объектах, изначально имеющих аналоговую природу, зачастую уже присутствует шум.

В настоящее время наиболее распространенным является метод замены наименьших значащих битов или LSB-метод [1]. Данный метод заключается в преобразовании внедряемой информации в поток битов и замену ими младших битов контейнера. В случае с изображениями, производится запись в наименьший бит одного или нескольких цветовых каналов. Это приводит к незаметному для наблюдателя искажению изображения и позволяет внедрить информацию, равную по объему 12,5% от объема контейнера (при использовании одного бита в каждом цветовом канале).

Для распространенного формата JPEG используется модифицированный LSB-метод – DCT LSB [2] (Discrete Cosine Transform – дискретное косинус-преобразование). Вектора исходного изображения умножаются на матрицу преобразования. Для извлечения сообщения, используют матрицу обратного преобразования – транспонированная матрица преобразования [3]. Существуют также методы быстрого дискретного косинус-преобразования.

Библиографический список

1. Грибунин В.Г., Оков И.Н., Туринцев И.В. Цифровая стеганография – 2002. – С.16-18.
2. Dr. Ekta Walia, Payal Jain An Analysis of LSB & DCT based Steganography // Global Journal of Computer Science and Technology. – 2010. – T.10 – C. 4-8.
3. C. Loeffler, A. Ligtenberg and G. Moschytz. Practical Fast 1-D DCT Algorithms with 11 Multiplications // Proc. Int'l. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing. – 1989. – C. 988-991.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ ДОСТУПА АБОНЕНТОВ

И.В. Гринь, Р.А. Ершов

Научный руководитель – Морозов О.А.

д.ф.-м.н., проф.

**Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского**

Переход к многопозиционным системам и использованию в качестве элементов таких систем искусственных спутников Земли (ИСЗ) является одной из основных тенденций развития современной радионавигации. Многопозиционные пассивные системы обладают рядом преимуществ, такими как высокая точность определения пространственного положения объектов, повышенная разрешающая способность. Одним из наиболее распространенных методов определения местоположения источников излучения, используемым в пассивных многопозиционных системах, является разностно-дальномерный метод, требующей оценки взаимных временных задержек распространения сигнала многопозиционной системой приемных устройств [1].

без задержки. Выделенная компонента может быть существенно ослаблена путём формирования «разностного сигнала» $s_{dif}(t)$ на сумматоре. Временная задержка τ_{3i} может быть вычислена на основании того факта, что в сформированном «разностном сигнале» не содержится (существенно ослаблена) компонента i -го источника. Искомую задержку τ_{3i} можно определить путём сравнения корреляционных функций $R_{dif3}(\Delta t)$ («разностного» сигнала с сигналом третьего спутника) и $R_{13}(\Delta t)$.

Исследование алгоритма показало его устойчивость к аддитивным шумам и доплеровским сдвигам вплоть до 200 Гц. При больших доплеровских сдвигах возможна модификация предложенного алгоритма с применением методов компенсации доплеровских сдвигов, например, на основе вычисления взаимной функции неопределённости [3], либо на основе предварительной нелинейной фильтрации гармонического заполнения принимаемых сигналов [4].

Библиографический список

1. Гришин Ю. П., Казаринов Ю. М., Ипатов П. В. Радиотехнические системы. – М.: Высш. шк., 1990. – 496 с.
2. Ершов Р.А., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Оценка взаимной временной задержки сигналов с псевдослучайной скачкообразной перестройкой частоты. // Известия вузов. Радиофизика, Т.58, №2, 2015. – с. 157-166.
3. Stein S. Algorithms for Ambiguity Function Processing // IEEE Transactions on acoustics, speech, and signal processing. Vol. ASSP-29, N. 3, 1981. – P. 588-599.
4. Морозов О.А., Солдатов Е.А., Фидельман В.Р. Определение временной задержки сигналов методом адаптивной цифровой фильтрации. // Автоматизация, №2, 1995. – с. 108-113.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СМАЗА И РАСФОКУСИРОВКИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Н.А. Егошкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современных системах дистанционного зондирования Земли применяется достаточно сложная съёмочная аппаратура. Для регистрации изображений используется несколько линеек или матриц фотоприёмников, работающих в режиме временной задержки и накопления сигнала (ВЗН) [1]. Из-за погрешностей управления угловым движением космического аппарата в процессе съёмки может возникать заметный скоростной смаз [2]. Также из-за деформаций фокальной плоскости и конструкции объектива в процессе вывода спутника на орбиту возможно ухудшение качества фокусировки изображений. Таким образом, при наземной обработке возникает необходимость коррекции смаза и расфокусировки спутниковых изображений.

Явления смаза и расфокусировки изображений математически описываются свёрткой сигнала с некоторой функцией рассеяния точки [3]. Задача коррекции тогда сводится к известной задаче «обратной свертки», для решения которой разработано множество методов. Однако при обработке спутниковых изображений возникает ряд специфических проблем. Во-первых, из-за изменения параметров движения спутника величина и направление смаза изменяются. Во-вторых, в отечественных съёмочных системах часто смаз и расфокусировка довольно значительные, и задача инверсной фильтрации становится не корректно поставленной. В-третьих, предъявляются жесткие требования к скорости обработки больших объёмов информации. В-четвертых, изображения в современных съёмочных системах обычно формируются в виде отдельных частей – сканов, что значительно усугубляет проблему краевых эффектов.

В докладе рассматриваются методы коррекции смаза и расфокусировки, наиболее подходящие для автоматической коррекции спутниковых изображений. Выполнено сравнительное исследование различных подходов. Показано, что наиболее перспективно использовать фильтр Винера [3] и его модификации [2] в комбинации с методами вейвлет-преобразования для уменьшения шумов [4, 5]. Предложен простой эвристический алгоритм регуляризации некорректно поставленной задачи инверсной фильтрации путем мягкого ограничения вейвлет-коэффициентов.

Представлены результаты практической апробации алгоритмов коррекции смаза и расфокусировки на изображениях от спутников «Ресурс-ДК», МКА «Аист-2Д» и «Электро-Л» №2.

Библиографический список

1. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под. ред. В.В. Еремеева. М.: Физматлит, 2015. 460 с
2. Егошкин Н.А., Еремеев В.В. Коррекция смаза изображений в системах космического наблюдения земли // Цифровая обработка сигналов, 2010. №4. С. 28 - 32.
3. Pratt W.K. Digital Image Processing. Hoboken, New Jersey, 2007. 807pp.
4. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing. Academic Press, 1998. 550p.
5. Neelamani R., Choi H., Baraniuk R. Wavelet-based deconvolution for ill-conditioned systems // IEEE Transactions on Image Processing, 1999.

ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В РЕЖИМЕ СКОЛЬЖЕНИЯ СПУТНИКА

В.А. Зенин

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современные съёмочные устройства на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС) имеют разброс характеристик по полю зрения. В результате изображение содержит яркостные неоднородности в виде «полосатости».

Устранение таких искажений называют относительной радиометрической калибровкой. Для выполнения высокоточной относительной радиометрической калибровки необходимо обеспечить формирование эталонного изображения высокой степени яркостной однородности. Эта задача решается различными способами: установкой специальной калибровочной бортовой аппаратуры, статистическими методами, а также путем съемки однородных участков земной поверхности.

В настоящее время в комплексе обработки информации от космических аппаратов серии «Ресурс-П» применяется технология радиометрической коррекции на основе съемки однородных участков земной поверхности (опорных сюжетов). При этом точное вычисление коэффициентов требует использования нескольких маршрутов съемки, что значительно снижает оперативность процесса радиометрической калибровки.

Зарубежный опыт космической системы «Плеяды» (Франция) предлагает метод формирования однородного изображения путем разворота съемочного устройства вдоль направления полета космического аппарата. Таким образом обеспечивается подача одинаковых входных сигналов на каждый фотоприемный элемент, а по различию выходных сигналов оценивается различие их чувствительностей. Такой режим съемки называют режимом «скольжения».

В настоящее время аналогичная технология апробирована в процессе радиометрической коррекции информации от отечественного спутника дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П». Совместно с Научным Центром оперативного мониторинга Земли выполнена съемка участков земной поверхности (пустыня на Аравийском полуострове) в режиме «скольжения». С помощью экспериментального программного обеспечения оценены коэффициенты относительной радиометрической коррекции видеоданных. В качестве контрольных изображений были выбраны маршруты съемки с различным сюжетом: пустыня, городская застройка, лесные массивы. Применение экспериментальных коэффициентов показало удовлетворительное качество яркостной нормализации во всех случаях.

Выполненные эксперименты позволяют сделать выводы о том, что новая технология относительной радиометрической коррекции позволяет повысить точность и одновременно сократить время выполнения калибровки видеодатчика. При этом также снижаются требования по однородности опорных сюжетов.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗКИХ КРАЕВ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

П.А. Князьков

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

При настройке параметров работы съемочной аппаратуры, каталогизации и распространении изображений дистанционного зондирования Земли остро стоит вопрос оценки их линейного разрешения на местности как основного информационного параметра. Определение резких краев на изображениях является важнейшей задачей при оценке их линейного разреше-

ния на местности. Классический способ определения резких краев заключается в последовательном просмотре оператором всего изображения, выделением контрастных границ однородных объектов и измерением их характеристик. Недостатком такого подхода является затраты времени и влияние человеческого фактора, который проявляется в пропуске подходящих объектов. В докладе представлен алгоритм автоматического выделения на изображении резких краев, подходящих для оценки по ним линейного разрешения изображений.

Алгоритм предполагает выполнение 5-ти этапов:

Этап 1. Осуществляется бинаризация изображения на основе статистического дифференцирования изображения масками специальной формы и размера. Использование таких масок позволяет контролировать величину яркостного перепада, однородность объектов на границе и направление выделяемых границ. В результате получается изображение, элементы со значением «1» которого являются признаком наличия контрастной границы между однородными объектами.

Этап 2. Производится маркировка смежных элементов бинарного изображения со значением «1» с использованием двухпроходного алгоритма разметки связных компонент изображения [1] и вычисление их геометрических характеристик размера и описывающего прямоугольника.

Этап 3. Выполняется отбраковка выделенных областей границ по размеру и степени линейности. При этом анализируются все связанные компоненты, из которых для последующей обработки остаются только те, которые имеют размер (количество элементов) больше задаваемого порогового значения. Степень линейности контролируется путем вычисления коэффициента, который представляет собой отношение размера диагонали описывающего его прямоугольника к размеру связанного компонента. Вычисленный таким образом коэффициент сравнивается с пороговым, который определяет минимальную допустимую степень линейности. В результате после завершения проверок отбираются связанные компоненты, удовлетворяющие условиям по размеру и линейности.

Этап 4. По координатам отобранных в результате выполнения этапов 1–3 связанных компонент выполняется определение функции рассеяния края с вычислением точной ориентации границы, погрешности аппроксимации границы прямой линией и относительной резкости RER. Связанные компоненты, для которых погрешность аппроксимации границы прямой превышает заданный порог, отбраковываются. Оставшиеся связанные компоненты группируются по 4-м направлениям развертки изображения, в каждом из которых отбирается заданное количество связанных компонент с максимальным значением RER.

Этап 5. Отобранные в результате выполнения этапов 1–4 связанные компоненты принимаются за резкие края изображений, координаты которых далее передаются оператору и могут быть использованы для оценки линейного разрешения на местности.

Использование предложенного алгоритма позволяет значительно снизить нагрузку на оператора путем снятия необходимости последовательного просмотра всего изображения и измерения характеристик всех визуально подходящих областей.

В заключении доклада приведены результаты тестирования предложенного алгоритма с привлечением изображений, полученных от космических аппаратов «Ресурс-ДК» и «Ресурс-П».

Библиографический список

1. Л. Шапиро, Дж. Стокман, Компьютерное зрение, М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006.

СИСТЕМА ЗОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

О.К. Головнин

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н., проф.

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Проблема оперативного управления транспортными процессами актуальна, особенно в мегаполисах. Используемые в настоящее время подходы к управлению транспортными процессами имеют ряд недостатков, таких как отсутствие интеграции моделей транспортных потоков и управляющих устройств, отсутствие автоматизации мониторинга значительного количества исходных данных об объектах транспортной инфраструктуры и отсутствие принятых критериев управления [1-3]. Разработана система, обеспечивающая повышение эффективности зонального управления транспортными процессами с учетом геоинформационной и атрибутивной составляющих объектов транспортной инфраструктуры.

Разработаны атрибутивно-ориентированные модели, описывающие структуру и поведение объектов предметной области «Управление транспортными процессами». Решены задачи зонального управления транспортными процессами, выполнена декомпозиция предметной области, основанная на принципах однородности имманентных свойств объектов классов с учетом атрибутивной, топологической, функциональной составляющих [4].

Построена структурно-параметрическая модель зонального управления, сформированная по принципу атрибутивной, топологической, знаковой и функциональной однородности объектов классов предметной области. Атрибутивная декомпозиция основана на идентичности зон, характеризующихся величиной влияния объектов одного класса на другие, и позволяет получить набор тематических слоев электронной карты геоинформационной системы, обеспеченной топологической декомпозицией. Функциональная декомпозиция подразумевает функциональную идентичность объектов, характеризующую вид функции влияния атрибутов объекта на выбор алгоритма управления транспортными процессами в зоне. Декомпозиция по этому признаку определяет локальное, координированное или системное управление.

Разработаны паттерны синтеза системы управления, формируемой на основе геоинформационной системы с электронной картой урбанизированной территории [5]. Описаны паттерны, обеспечивающие формирование атрибутивных, топологических, знаковых и функциональных зон управления

в синтезируемой системе. Описаны используемые при синтезе общесистемные паттерны, паттерны структурирования данных, паттерны визуализации пространственно-координированных данных и инструментальные паттерны, предназначенные для решения вспомогательных задач.

Описана многоуровневая архитектура системы управления транспортными процессами, которая также построена на основе теории паттернов. Построена иерархия архитектурных уровней системы (на рисунке 1), описана структура взаимодействия компонентов системы и сформирована общая схема системы управления транспортными процессами.

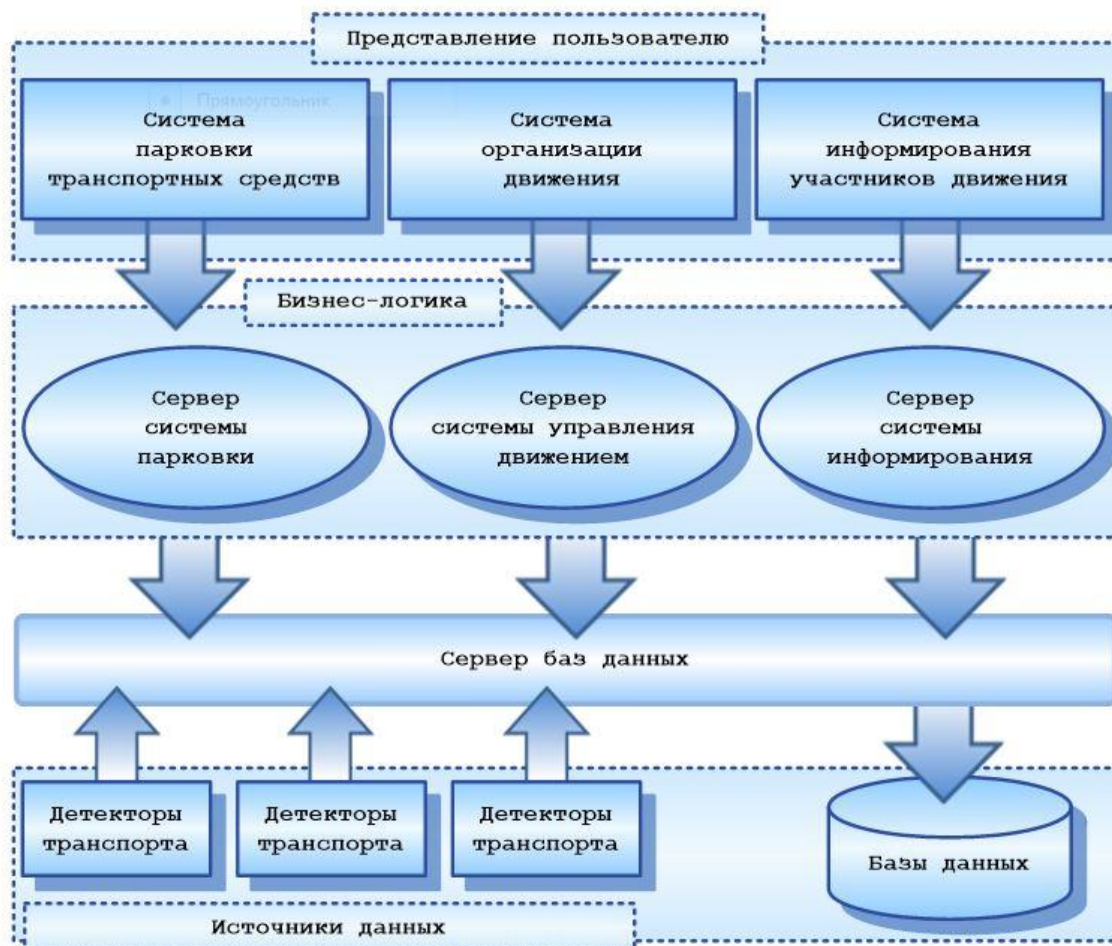


Рис. 1 - Иерархия архитектурных уровней системы

Разработанная система предназначена для поддержки принятия решения по формированию зон сетцентрического управления транспортными процессами. Результаты работы использованы в работе НПЦ «Интеллектуальные транспортные системы», в подразделениях ГИБДД УМВД по г. Сургут, в администрациях городов Саранск, Трехгорный, Октябрьск.

Библиографический список

1. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т.17, №2(5). – С. 1058–1062.

2. Кочерга В.Г., Зырянов В.В., Коноплянко В.И. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении. – Ростов н/Д.: РГУ, 2001. – 108 с.

3. Жанказиев С.В. Обоснование определения зоны оптимальной установки для интеллектуальной транспортной системы // Вестник МАДИ. – 2010. – № 2. – С. 100–106.

4. Головнин О.К. Оценка влияния мультиколлинеарных атрибутов улично-дорожной сети на транспортный поток // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2015): труды Международной научн.-техн. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2015. – Т.2. – С. 51–55.

5. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, О.Н. Сапрыкин. – Самара: Интелтранс, 2015. – 216 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

А.М. Кочергин, А.А. Воронин, Е.П. Козлов

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для задачи картографирования территорий на основе данных ДЗЗ с высоким пространственным разрешением в «Научно-исследовательском и производственном центре «Природа» необходимы предварительные действия по отбору и оценке имеющихся данных ДЗЗ для целевого региона. Имеющиеся на рынке программные решения не позволяют решить эту задачу достаточно эффективно. Поэтому возникла потребность в программной системе, которая бы позволила:

а) оперировать с растровыми и векторными слоями в необходимой картографической проекции;

б) выделять на изображениях облачность и автоматически находить участки целевого региона, требующие повторной съемки;

в) разбивать исходные маршруты на участки соответствующие разным зонам целевого региона.

Для решения этой задачи разработано программное обеспечение (ПО) отображения разнородных геоданных в заданной картографической проекции. В основе ПО заложена многослойная тайловая организация построения изображений. Заполнение тайлов осуществляется в подключаемых модулях. На данный момент реализованы следующие модули:

Модуль нанесения растровых изображений. При его разработке необходимо было решить задачу оперативной перетрансформации произвольного участка исходного изображения в систему координат текущей 2D-сцены. Решение этой задачи через применение формулы обратного преобразования к каждому элементу формируемого тайла приводит к недопустимо большому времени отклика при отображении 2D-сцены. Для решения этой проблемы на растре текущего тайла строится решетка, для узлов которой вычисляется обратное координатное соответствие, координаты элементов изображения между узлами решетки вычисляются на основе би-

линейной интерполяции. Все вычисленные таким образом координаты на исходном изображении сортируются по мере возрастания номера строки, таким образом достигается дополнительное ускорение доступа к данным исходного изображения, т.к. каждая строка исходного изображения гарантированно будет читаться один раз.

Модуль отображения векторных объектов. Все отображаемые контура отсортированы отдельно по каждому из четырех граничных значений, такой подход позволяет эффективно отбраковывать контуры не пересекающиеся с текущим формируемым тайлом.

Модуль отображения разграфки и номенклатуры топографических карт в проекции Гаусса-Крюгера. Это наиболее распространенные на территории России деление земной поверхности на отдельные листы (разграфка) и система нумерации листов (номенклатура). Особенностью задачи является постоянно изменяемый географический регион и разрешение раstra, задаваемые тайлом, и необходимость комплексирования номенклатурной сетки с другой информацией тайла (изображения, векторные объекты). Для решения этих вопросов, модуль реализует динамическое формирование координат листов и наименований для заданного тайла, одновременное отображение разграфки и номенклатуры листов разных масштабов, управление отображением листов.

В докладе приводятся примеры работы макета данного программного обеспечения с тестовыми данными.

Библиографический список

1. В.И. Побаруев, П.Н. Светелкин. Хеш-тейловая пирамидальная реорганизация изображений в системах обработки данных дистанционного зондирования Земли // Цифровая обработка сигналов. 2010. № 4. С. 33-38.
2. В.В. Еремеев, А.М. Кочергин, А.Е. Кузнецов. Automatic detection of clouds in multispectral images subjected to interchannel parallax // Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. IGARSS. 2015.

ВОПРОСЫ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «РЕСУРС-П»

В.А. Зенин, А.А. Макаренков
Научный руководитель – Еремеев В.В.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В состав космических аппаратов серии «Ресурс-П» (головной разработчик – АО «РКЦ «Прогресс») входит гиперспектральная съемочная аппаратура (разработчик – ПАО «Красногорский механический завод имени С.А. Зверева» [1]). В ходе гиперспектральной съемки фиксируется распределение энергии излучения, отраженного от поверхности Земли, в зависимости от длины волны – так называемая спектральная характеристика (СХ). Знание СХ позволяет анализировать физико-химический состав объектов наблюдаемой сцены.

К гиперспектральной съемочной аппаратуре (ГСА) предъявляются повышенные требования радиометрической точности, поскольку достоверность

регистрируемых СХ напрямую определяет эффективность решения целевых задач с применением гиперспектральных данных [2].

Для выполнения оперативного определения радиометрических параметров ГСА в ее состав включен блок калибровки – лампы, излучающие эталонный сигнал. В процессе эксплуатации ГСА, в ходе выполнения калибровочных режимов съемки, выполняется регистрирование этого эталонного сигнала, что позволяет рассчитать коэффициенты радиометрической коррекции видеоданных.

В докладе рассматривается подход по модернизации технологии радиометрической калибровки ГСА космической системы «Ресурс-П». Предлагается совместное применение данных от блока калибровки и снимков однородных участков Земли. Привлечение последних позволяет решать задачу уточнения коэффициентов относительной и абсолютной радиометрической коррекции.

На основе снимков однородных участков Земли выполняется расчет поправочных коэффициентов, целью которых является устранение остаточных искажений, возникающих при радиометрической обработке видеоданных по штатной технологии (основанной на применении блока калибровки).

В докладе демонстрируется радиометрическая обработка натурной информации от ГСА космической системы «Ресурс-П», проводится анализ эффективности предлагаемой технологии радиометрической калибровки.

Библиографический список

1. С.А. Архипов, А.Ю. Ляхов, А.П. Тарасов Работы ОАО "Красногорский завод им. С.А. Зверева" по созданию гиперспектральных приборов дистанционного зондирования // Матер. научн.-техн. конф. "Гиперспектральные приборы и технологии". М.: ОАО "Красногорский завод им. С.А.Зверева", 2013. С. 25-30.
2. В.Н. Остриков, О.В. Плахотников. Влияние предварительной обработки данных гиперспектральной съемки на качество их тематического анализа. // Исследование Земли из космоса. М.: Наука, 2014. №1. С. 29-34.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СЕРИИ «КАНОПУС»

В.И. Побаруев, А.М. Кочергин, А.С. Рыжиков

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В июле 2012 года был осуществлен успешный запуск двух идентичных малых космических аппаратов (КА), российского «Канопус-В» и белорусского «БКА», осуществляющих съемку земной поверхности в полосе обзора 920 км с высоты 510 км на восходящей стороне витка. Целевая аппаратура спутников представлена многозональной (МСС) и панхроматической (ПСС) съемочными системами, разработанными ОАО «Пеленг» Республики Беларусь, которые впервые в практике дистанционного зондирования реализу-

ют кадрово-сканерный принцип съемки земной поверхности. В соответствии с этим принципом в фокальной плоскости съемочных систем устанавливаются кадровые ПЗС-матрицы, формирующие непрерывный маршрут съемки из набора перекрывающихся микрокадров. ПЗС-матрицы функционируют в режиме ВЗН (временной задержки и накопления заряда) и формируют микрокадры размером 1920x985 пикселей с радиометрическим разрешением 8 бит. В аппаратуре МСС используются четыре матрицы, по одной на каждый спектральный диапазон, расположенные в фокальной плоскости последовательно вдоль направления полета КА.

Навигационное обеспечение целевой аппаратуры представлено приемниками Глонасс/GPS и двумя звездными датчиками, обеспечивающими измерения углового положения КА с погрешностью не более 30". Передача целевой и телеметрической информации на приемный центр осуществляется по двум радиолиниям со скоростью до 122 Мбит/с.

Для наземной обработки, поступающей со спутников информации, Рязанский государственный радиотехнический университет по заказу ОАО «Российские космические системы» разработал многофункциональный программный комплекс NormSatB, представляющий собой приложение для ОС Windows 7. Комплекс взаимодействует с базой данных электронного каталога, функционирующей под управлением СУБД MS SQL Server, и обеспечивает выполнение всего набора технологических операций, начиная от первичной обработки и заканчивая получением выходных информационных продуктов стандартных уровней обработки.

В настоящее время, в связи с планируемым увеличением группировки КА серии «Канопус» проводятся работы по совершенствованию программного комплекса в части увеличения автоматизации и производительности.

В докладе рассматриваются новые технологии повышения производительности и автоматизации наземного комплекса обработки данных от существующих и планируемых к запуску КА серии «Канопус». Рассматриваемые технологии могут быть использованы и для других КА с аппаратурой высокого и сверхвысокого разрешения.

АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТОСИНТЕЗИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПО ВЫСОКОТОЧНОЙ МОДЕЛИ СЪЕМКИ

П.Н. Светелкин

Научный руководитель - Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Съемочная аппаратура космического аппаратов (КА) высокого пространственного разрешения «Ресурс-П» обеспечивает съемку земной поверхности в панхроматическом и нескольких спектральных диапазонах. Оптико-электронная аппаратура КА «Ресурс-П» выполняет панхроматическую съемку с разрешением около одного метра и спектральную – около трех метров. Прежняя технология получения цветосинтезированных изображений [1] содержала совмещение изображений по геопривязке, а затем корреляционное уточнение совмещения по триангуляционной модели и загущения триангуляционной сети до точности совмещения 0,5 пикселя. Не-

достатком такой технологии является невозможность точного совмещения областей, где невозможно идентифицировать одноименные точки снимков (например, пустыни, леса, водная поверхность). С целью повышения качества снимков была разработана высокоточная модель съемки с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР). В результате получение цветосинтезированных снимков по такой модели происходит без использования триангуляционной модели. Однако такие объекты как здания не описываются в ЦМР и имеют параллактические искажения, вследствие чего на цветосинтезированном изображении они отображаются с рассогласованиями. Для устранения несведений зданий предложен алгоритм, в соответствии с которым по цветосинтезированному изображению строится карта диспарантности. С учетом того, что параллактические искажения присутствуют только в кадровом направлении, карта диспарантности строится только в вертикальном направлении. Затем на основе полученной карты диспарантности устраняются остаточные рассогласования на зданиях.

В докладе приводятся примеры иллюстрирующие результат работы рассмотренного алгоритма на видеоданных от космического аппарата «Ресурс-П».

Библиографический список

1. Кузнецов А.Е., Светелкин П.Н. Формирование цветных снимков по спутниковым изображениям среднего и высокого пространственного разрешения. Цифровая обработка сигналов. 2009. №3. С. 36–40

ФОРМИРОВАНИЕ ОПОРНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ НИЗКОДЕТАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Интерферометрическая обработка радиолокационной информации практически на всех этапах требует приближенного знания рельефа земной поверхности. В качестве опорной информации о рельефе могут выступать глобальные низкодетальные цифровые модели рельефа (ЦМР).

В настоящее время в открытом доступе имеются следующие глобальные ЦМР: GMTED2010, ASTER GDEM v.2, SRTM1 v.3, AW3D 30. Размер проекции пикселя указанных ЦМР составляет: для GMTED2010 – 7,5 угловых секунд (около 250 м на экваторе), для ASTER GDEM v.2, SRTM1 v.3 и AW3D 30 – 1 угловая секунда (около 30 м на экваторе). Реальное пространственное разрешение ЦМР в отдельных регионах может быть значительно ниже, чем размер проекции пикселя.

Несмотря на то, что все указанные ЦМР считаются глобальными, всю поверхность суши из них покрывает только GMTED2010 (со значительным уменьшением точности высоты и снижением пространственного разрешения в полярных районах). ASTER GDEM v.2 и AW3D 30 не охватывают рай-

оны близкие к 90° северной или южной широты, а SRTM1 v.3 охватывает только территории между 56° ю.ш. и 60° с.ш. Кроме того, в ASTER GDEM v.2 и AW3D 30 имеются пропуски, вызванные наличием облачности при стереосъемке отдельных территорий. Исходная версия SRTM1 также содержит пропуски, но в версии 3 они заполнены по другим источникам.

Среди ASTER GDEM v.2, SRTM1 v.3 и AW3D 30 наибольшей средней точностью обладает AW3D 30. Однако, помимо пропусков, она также содержит небольшое количество артефактов, вызванных недовыделением облачности и неправильным наложением маски воды на исходных данных для построения ЦМР. Поэтому для конкретной точки земной поверхности более точной может оказаться ASTER GDEM v.2 или SRTM1 v.3.

В связи с этим возникает задача комплексирования данных нескольких глобальных ЦМР с целью устранения пропусков и уменьшения количества артефактов на результате комплексирования по сравнению с каждой из исходных ЦМР.

В докладе представлены алгоритмы комплексирования глобальных ЦМР GMTED2010, ASTER GDEM v.2, SRTM1 v.3, AW3D 30 и приведены примеры их результатов для отдельных регионов Земли.

СТРУКТУРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ «АВРОРА» МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «АИСТ-2Д»

О.А. Пресняков

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

28 апреля 2016 года в ходе первой пусковой кампании с космодрома «Восточный» был успешно выведен на рабочую орбиту малый космический аппарат (МКА) «Аист-2Д». На МКА установлена широкозахватная мультиспектральная оптико-электронная аппаратура (ОЭА) видимого диапазона «Аврора», в состав которой входят оптико-электронные преобразователи панхроматического и мультиспектрального диапазонов (ОЭП АПХ и ОЭП АМС). Для достижения полосы захвата 39,6 км при шаге между проекциями центров пикселей 1,48 м изображение ОЭП АПХ формируется 18 ПЗС матрицами, работающими в режиме временной задержки и накопления. ПЗС матрицы размещены в шахматном порядке и содержат по 1536 элементов в строке. В ОЭП АМС используются 12 ПЗС матриц с длиной строки 768 элементов, разрешение составляет 4,44 м. ПЗС матрицы формирует в процессе съемки незначительно перекрывающиеся изображения, т.н. сканы. Задача структурного восстановления («сшивки») состоит в объединении сканов в плоскости единого кадра. Соседние ПЗС матрицы снимают один и тот же объект в разное время под разным углом, поэтому смещение одноименных объектов в перекрывающихся областях изменяется по сложному закону в зависимости от орбитального и углового движения спутника, рельефа местности, конструктивных параметров съемочного устройства.

На основе анализа существующих методов структурного восстановления [1] была создана технология, предлагаемая в докладе.

«Сшитое» изображение создается эквивалентным по характеристикам снимку, полученному одной ПЗС линейкой, перекрывающей совокупную полосу захвата ПЗС матриц. Геометрическое соответствие между сканами и «сшитым» изображением устанавливается на основе геопривязки. Поскольку между сканами и «сшитым» изображением имеются параллактические искажения, при трансформировании используется ЦМР. Для достижения высокой скорости обработки для каждого скана строится трехмерная прямоугольная аппроксимационная решетка в системе координат с осями: номер пикселя «сшитого» снимка, номер строки «сшитого» снимка, высота. В узлах решетки рассчитываются координаты на скане. Решетка условно разбивается на треугольные пирамиды. ЦМР трансформируется в плоскость структурно восстановленного изображения. Согласно расчетам, ошибка «сшивки» в 1 пиксель вызывается перепадом высот около 2,6 км, поэтому возможно использование достаточно грубой ЦМР, обработка которой незначительно снижает быстродействие. При формировании точки «сшитого» снимка к ее пиксельным координатам добавляется высота, извлеченная из трансформированной ЦМР. По полученным трем координатам определяется треугольная пирамида, и координаты точки исходного скана определяются путем трехмерной линейной интерполяции по вершинам пирамиды. Линия стыка сканов ретушируется, что позволяет сделать ошибки «сшивки» менее 0,5 пикселя визуально совершенно незаметными.

Технология реализована в составе специального программного обеспечения создания стандартного продукта (СПО ССП) из состава наземных средств управления, получения и обработки информации (НСУ ПОИ) МКА «Аист-2Д» и демонстрирует высокую эффективность. В докладе приводятся примеры обработанных снимков.

Библиографический список

1. Кузнецов А.Е., Пресняков О.А., Мятлов Г.Н. Структурное восстановление изображений от многоматричных сканерных датчиков дистанционного зондирования Земли // Цифровая обработка сигналов. 2015. №3. С. 29–36

АЛГОРИТМ ИНТЕРАКТИВНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАЧНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА

Д.А. Корячко

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Рассматривается алгоритм сегментации с использованием клеточного автомата, позволяющий контролировать оператору процесс сегментации и уточнять, при необходимости, контурное описание облачного объекта

В системах дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения облачность мешает получать информацию об объектах земной поверхности. Поэтому съёмку заданных территорий планируют с учётом ясной погоды. Несмотря на это, снимки земной поверхности часто

содержат изображения облачных образований. Для получения изображений, не закрытой облаками земной территории, необходимо выполнить сегментацию облачности.

В случае панхроматической съёмки сегментация выполняется в ручном режиме. При этом применяются два широко распространенных пороговых алгоритма сегментации, это алгоритм "жучка" и волновой алгоритм. В первом алгоритме воображаемый "жук" проследивает контур облачного объекта, двигаясь вдоль его границы (Рис 1.а). Вторым алгоритмом, более устойчивым к "дыркам" внутри выделенного объекта, это волновой алгоритм (Рис 1.б). Общим недостатком этих двух алгоритмов является проблема редактирования формируемого контура, в случае ошибок решающего правила, отделяющих облачность от земной территории.

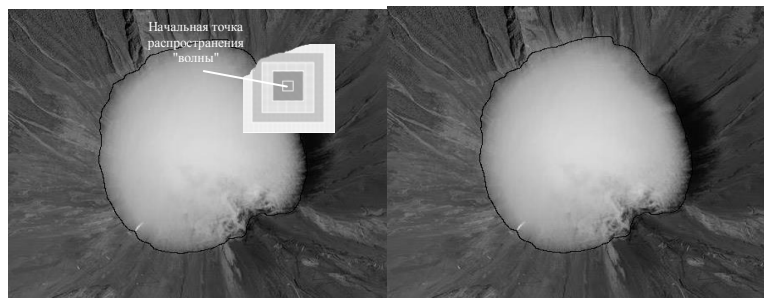


Рис. 1. а.

Рис. 1. б.

В связи с этим рассматривается алгоритм сегментации с использованием клеточного автомата, позволяющий контролировать оператору процесс сегментации и уточнять, при необходимости, контурное описание облачного объекта.

УТОЧНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ПРИ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКЕ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Интерферометрическая радиолокационная космическая съемка предназначена для построения высокдетальных цифровых моделей рельефа (ЦМР) земной поверхности и заключается в получении двух изображений с близких точек, расположенных на линии, перпендикулярной к траектории космического аппарата [1]. Под пространственной интерферометрической базой понимается вектор, соединяющий положения фазовых центров антенн радиолокаторов в моменты времени, когда они снимают одну и ту же точку земной поверхности.

Существует три варианта организации интерферометрической съемки: с жесткой базой, тандемный и межвитковый. В докладе показано, что при межвитковой интерферометрической съемке орбитальные данные не позволяют получить значение пространственной базы требуемой точностью, поэтому требуется уточнение базы по сигналу интерферограммы – матрицы

разностей фаз сигнала в одноименных точках изображений, полученных при интерферометрической съемке.

В докладе задача уточнения базы декомпозируется на три этапа: предварительное уточнение фазы плоского рельефа, уточнение перпендикулярной пространственной базы и окончательное уточнение фазы плоского рельефа.

В докладе предлагаются алгоритмы выполнения каждого из указанных выше этапов уточнения базы, не требующие развертывания фазы интерферограммы [2]. Для обеспечения высокой точности оценки интерферометрической базы предложенными алгоритмами требуются низкодетальная опорная ЦМР [3], высокая когерентность сигнала на большей части интерферограммы и относительно большие перепады высоты рельефа снятого участка земной поверхности.

В докладе представлены результаты отработки предложенных алгоритмов уточнения пространственной интерферометрической базы на натурной информации от современных зарубежных космических радиолокационных систем TerraSAR-X, Radarsat-2, Sentinel-1A.

Библиографический список

1. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / под. ред. В.С. Вербы. М.: Радиотехника, 2010. 680 с.
2. Егошкин Н.А., Ушенкин В.А. Интерферометрическая обработка радиолокационной информации на основе комбинации методов развертывания фазы // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 54-2. С. 21-31.
3. Егошкин Н.А., Ушенкин В.А. Совмещение высокодетальных изображений с использованием опорной цифровой модели рельефа при интерферометрической обработке радиолокационной информации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 51. С. 72-79.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЗЗ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ МАЛОЙ ПЛОЩАДИ ВОЗГОРАНИЯ

Р.С. Пронченко

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Мониторинг лесных пожаров на территории нашей страны является достаточно сложной задачей, так как, во-первых, леса занимают огромные площади (около двух третей территории), а во-вторых, для своевременного тушения и недопущения дальнейшего распространения пожаров, необходимо обеспечить высокую оперативность их обнаружения.

В настоящее время основным источником данных для мониторинга лесных пожаров являются зарубежные метеоспутники TERRA и AQUA с датчиком MODIS, которые обеспечивают несколько снимков в сутки на любой регион России с пространственным разрешением в ИК диапазоне 1 км.

На ближайшее время запланирован запуск перспективного отечественного космического аппарата «Канопус-В-ИК», на котором будет установлен многоканальный радиометр МСУ-ИК-СРМ, работающий в среднем и дальнем инфракрасных диапазонах и обладающим пространственным разрешением 200 м.

В докладе исследуется возможность использования известного алгоритма MOD14 [1,2] для обнаружения лесных пожаров по данным от радиометра МСУ-ИК-СРМ. На предварительном этапе обработки выполняется прецизионное совмещение ИК каналов и создание стандартной продукции уровня 2А. Далее алгоритм MOD14 анализирует температуру каждого пиксела в двух инфракрасных спектральных каналах и предполагает, что фоновая температура понижается с удалением от пожара. В первую очередь алгоритм учитывает интенсивность средневолнового инфракрасного излучения — чем выше температура в этом канале, тем больше вероятность пожара. Во вторую очередь рассматривается разность температур в дальнем и среднем инфракрасных каналах — чем она выше, тем также больше вероятность пожара. Дополнительным условием признания пиксела изображения пожаром является существенное отличие его температуры от окружающих пикселей. Таким образом, чтобы пиксел изображения считался пожаром, он должен удовлетворять следующему условию:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 > \bar{T}_1 + 4\sigma_1 \text{ или } T_1 > 320\text{K}(315\text{K для ночи}) \\ \Delta T > \bar{\Delta T} + 4\sigma_{\Delta} \text{ или } \Delta T > 20\text{K}(10\text{K для ночи}) \end{array} \right\} ,$$

где T_1 – температура пиксела в среднем ИК диапазоне; ΔT – разность температур в дальнем и среднем ИК диапазонах; $\bar{T}_1, \sigma_1$ – средняя температура и её стандартное отклонение для окрестностей пиксела; $\bar{\Delta T}, \sigma_{\Delta}$ – средняя разность температур и её стандартное отклонение для окрестностей пиксела.

Более высокое пространственное разрешение МСУ-ИК-СРМ по сравнению с MODIS позволит обнаруживать пожары малой площади возгорания на ранней стадии их возникновения. Для отсеивания ложных срабатываний алгоритма MOD14, таких как солнечные блики, участки береговой линии, объекты техногенного характера и т.п. в докладе предлагается использовать маску растительности, полученную на основе векторных данных проекта OpenStreetMap.

Для каждого снимка динамически создается растровая маска растительности, коды яркости пикселей которой позволяют определить принадлежность соответствующих пикселей снимка лесам, паркам, кустарникам и т.д. Привлечение такой маски конкретизирует состав и сужает объем исходных данных для алгоритма поиска лесных пожаров, тем самым позволяя повысить скорость и точность его работы. Источником данных для построения маски являются полигоны векторных слоев данных OpenStreetMap, принадлежащих растительности. Исходный набор полигонов пересекается с географическим регионом снимка. Полигоны, полученные в результате пересечения, обрабатываются алгоритмом Дугласа-Пекера для уменьшения избыточности точек и соответствия разрешению снимка.

В докладе приводятся примеры работы алгоритма MOD14 с использованием маски растительности. Рассматривается макет автоматизированной системы мониторинга лесных пожаров по данным радиометра МСУ-ИК,

формирующей список обнаруженных пожаров с указанием их географических координат, площади возгорания и максимальной температуры.

Библиографический список

1. Christopher, J., Louis, G., Luigi, B., David, R., Ivan, C., Jefferey, M., & Yoram, K. S. N. (2006). Algorithm Technical Background Document MODIS Fire Products, Version 2.3, MODIS Fire Products. modis.gsfc.nasa.gov
2. А.А. Галеев, С.А. Барталев, Д. В. Ершов, Ю.С. Крашенинникова, Е.А. Лупян, А.А. Мазуров. Построение адаптивного алгоритма детектирования пожаров. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. В.5. Т.1.

Секция 9
Космические информационные технологии

**ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КОНФИГУРИРОВАНИЯ
РАЗРЯДНОСТИ НЕЙРОНОВ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТНО-
ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ**

А.П. Барсуков

Научный руководитель – Антоненко А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Основными компонентами преобразователей формы представления информации (ПФИ) основанных математическом аппарате искусственных нейронных сетей (ИНС-преобразователей) являются нейроны-преобразователи (НП) и аналого-цифровые синаптические связи между ними [2]. Под нейроном-преобразователем понимается математический нейрон с гибридной формой представления информации и возможностью ее преобразования из одного вида в другой с совместным выполнением несложной математической операции.

Функциональную модель НП удобно представить как операционное устройство на основе типовых элементов и узлов вычислительной техники (ВТ). Такой подход позволяет перейти к программной реализации этих моделей на языках описания аппаратуры (HDL) таких как VHDL и Verilog.

Нейроны-преобразователи оперируют гибридными (аналого-цифровыми) сигналами на входах и выходах. Это порождает большое многообразие типов НП, выполняющих операции над сигналами разных форм представления информации. НП определяются следующими характеристиками: формой представления информации на входах и выходах, видом выполняемого преобразования, составом элементов и узлов ВТ, разрядностью базового узла ВТ. Для НП частотно-временных параметров сигналов в качестве базового узла ВТ, как правило выступают счетчики, сумматоры, регистры и т.п.

Целью данной работы являлось решение проблемы конфигурирования НП в зависимости от требуемой разрядности и вариантов включения (загрузок). Решение заключается в разработке программного приложения, осуществляющего конфигурацию компонентов преобразователя (модулей) с заданной разрядностью и вариантом включения. Такая программа позволяет производить требуемые изменения компонентов преобразователя для построения преобразователя в соответствии с решением новой поставленной задачи. Разрабатываемое программное приложение целесообразно рассматривать как часть более крупного проекта, осуществляющего синтез ИНС-преобразователей на основе НП, полученных с помощью разрабатываемого в данной работе приложения. Такой подход к проектированию функциональных преобразователей ПФИ позволяет формализовать проектные процедуры, что приведёт к значительному уменьшению времени разработки конечного устройства.

В таком приложении пользователю предоставляется выбор программной конфигурации НП в зависимости от выполняемых им функций математического преобразования и разрядности цифрового кода. Также добавлена

возможность выбора имени генерируемого программного файла и каталога для его расположения (рисунок 1).

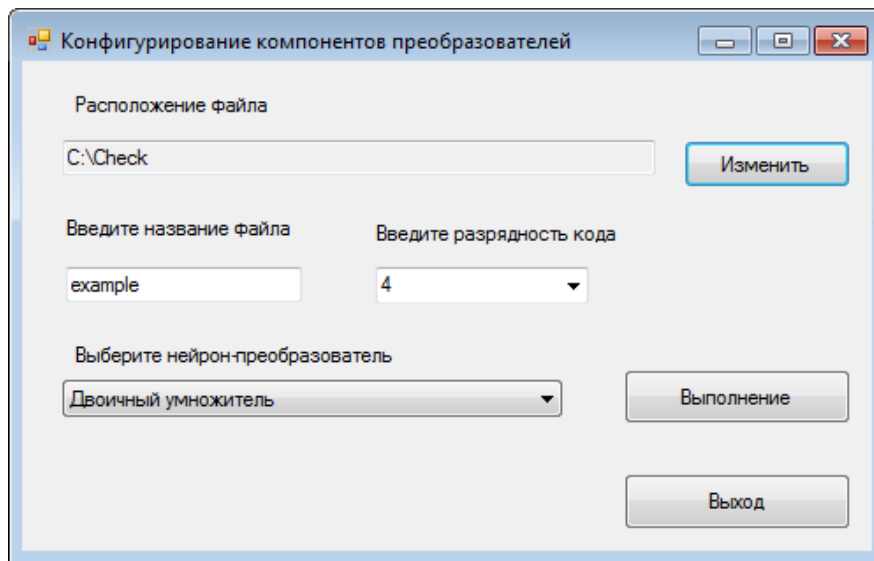


Рис. 1 – Внешний вид программного приложения

Также доступны различные варианты начальных загрузок, связанных с особенностями внутренней организации (рисунок 2).

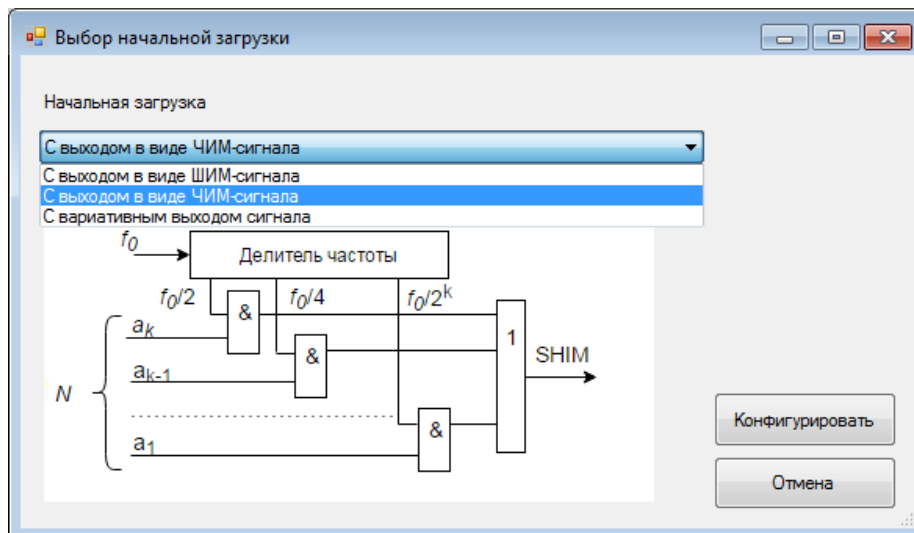


Рис. 2 – Варианты начальных загрузок для НП «двоичный умножитель»

Программное приложение, осуществляющее автоматическое генерирование программного кода на основе предустановленных пользователем параметров, является удобным и функциональным решением поставленной задачи. Такой подход к программной реализации НП позволяет широко использовать способность ПЛИС к реконфигурированию, что увеличивает возможный спектр решаемых задач.

Библиографический список

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация // Пол общей редакцией А.И. Галушкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 144 с.

2. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В., Антоненко А.В. Нейросетевые преобразователи информации: синтез и программирование на ПЛИС. – Рязань: Изд-во «Сервис», 2011. – 128 с.

АППАРАТУРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

В.С. Котельников

Научный руководитель – Калаев М.П.

К.Т.Н., доц.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

В системе обеспечения теплового режима подсистема терморегулирования является основным звеном, обеспечивающим управление тепловыми процессами. Она предназначена для отвода тепловой энергии, выделяющейся в гермоотсеках, подготовки теплоносителей и хладагентов с требуемой температурой и влажностью, регулирования теплового режима при переменных внешних и внутренних тепловых нагрузках. Для решения некоторых задач терморегулирования используются терморегулирующие покрытия (ТРП), они наносятся на внешнюю часть космического аппарата и благодаря своим коэффициентам отражения и поглощения устанавливают баланс между выделением тепла внутри КА, энергией, поглощаемой из космоса (от солнечного излучения), и энергией, излучаемой в космическое пространство. Однако агрессивная среда космического пространства изменяет оптические характеристики (ОХ) ТРП покрытий.

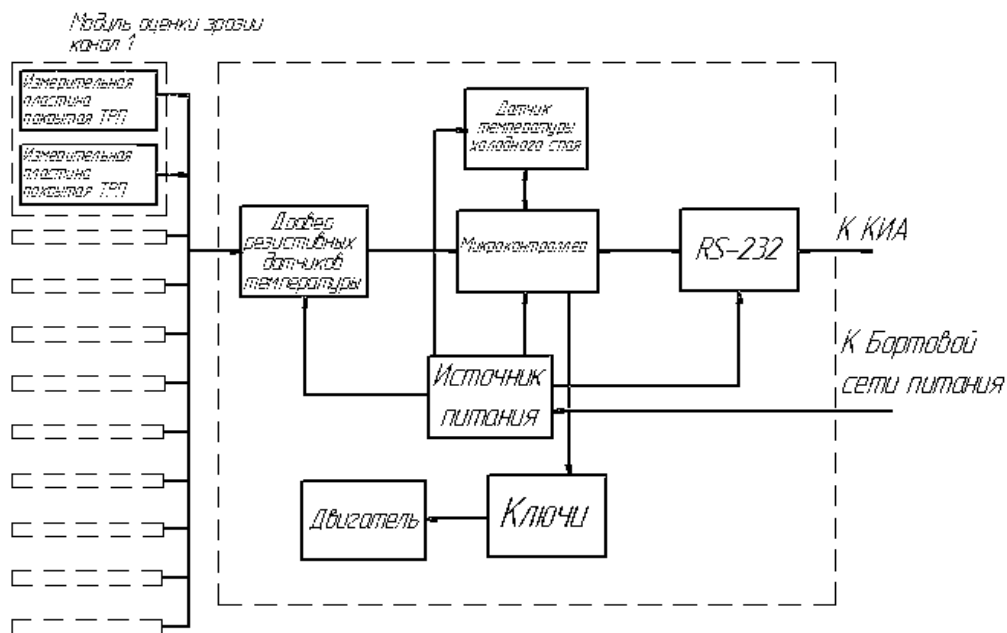


Рис.1 - Структурная схема прибора

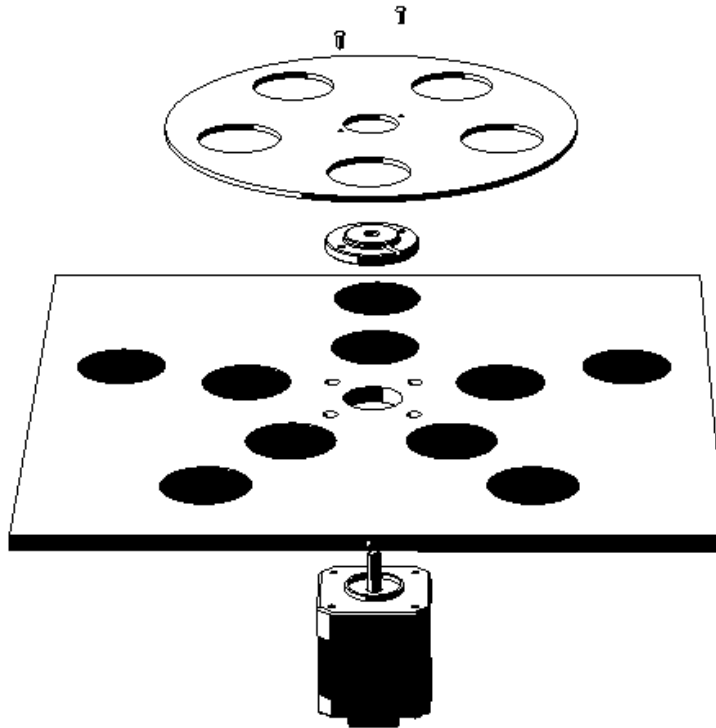


Рис. 2 - 3D модель аппаратуры

Аппаратура исследует отклонение ОХ образцов от эталонных. В связи с трудностями реализации оптических измерений в космическом пространстве, для оценки отклонений используется косвенный метод, который подразумевает получение сведений об ОХ при помощи измерения температуры образцов. Структурная схема аппаратуры приведена на рисунке 1. Для проведения эксперимента используются пластины с высоким коэффициентом теплопроводности, термически изолированные от корпуса изделия. На поверхность этих платин нанесено ТРП. Часть пластин изолирована от воздействия ФКП, оставшиеся же принимают на себя все разрушающие факторы и изменяют свои оптические свойства. Изолированный от ФКП образец принимается за эталон. Температура на регистрируемом образце берётся как отношение к эталонной. Получив эти данные можно судить о состоянии ТРП на момент измерения. На рисунке 2 можно рассмотреть 3D модель макета устройства, которое было испытано при помощи ускорителя высокоскоростных пылевых частиц [2] и доказало практическую возможность использования косвенного метода измерений оптических характеристик образца.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения контракта по Соглашению №14.575.21.0107 от «28» ноября 2014г.

Библиографический список

1. Н.Д. Сёмкин. Испытания материалов и элементов конструкций радиоэлектронных средств космических аппаратов [Текст] / Н.Д. Сёмкин. - Самара: Изд-во СГАУ, 2010. - 311 с.

2. Н. Д. Семкин, К. Е. Воронов, А. В. Пияков, И. В. Пияков. Имитация микрометеоритов с помощью электродинамического ускорителя // Приборы и техника эксперимента. - 2009. - №4. - С. 159-165.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА HARD C-MEANS ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Д. А. Мелкова

Научный руководитель – Тишкин Р.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Геоинформационные системы являются одним из стремительно развивающихся направлений информатизации общества. Они представляют собой комплекс электронных карт и баз геоданных в единой технической оболочке с приложениями, осуществляющими выполнение запросов к базам и последующее отображение результатов на карте. Применяются такие системы в задачах, связанных с выявлением факторов, влияющих на процессы окружающего мира, прогнозированием их последствий и планированием предпринимаемых действий [1].

Для обработки космических снимков широко используются методы кластеризации данных. Целью кластеризации является упрощение обработки данных, для чего исходное множество объектов (пикселей) разбивается на группы.

Задача кластеризации заключается в том, чтобы проанализировать каждый пиксель изображения и отнести его к тому или иному кластеру так, чтобы элементы одного кластера были как можно более схожи, а элементы из разных кластеров существенно различались по заданному критерию сходства. В данном случае критерием выступает цвет пикселя.

Для кластеризации больших объемов данных используется алгоритм hard c-means (НСМ).

Описание алгоритма.

1. Задается число кластерных центров c_i ($i = 1..c$) и их начальные значения. Значения могут быть выбраны случайным образом.

2. Определяется, к какому кластеру относится каждый объект (пиксель) x путем вычисления его удаленности от центров кластеров согласно формуле:

$$\|x_k - c_i\|^2 \leq \|x_k - c_j\|^2$$

для всех $i \neq j$, $i=1..c$, $k=1..n$, где c – количество кластеров, n – число пикселей изображения.

На этом шаге вычисляется матрица M размерностью $c \times n$, где c – число строк, равное количеству кластеров, n – число столбцов, равное числу пикселей изображения. Матрица состоит из нулей и единиц. Единицы определяют принадлежность пикселя к тому или иному кластеру.

3. Определяются новые центры кластеров, как средние значения координат пикселей, соответствующих каждому кластеру, по следующей формуле:

$$c_{new_i} = \frac{\sum_{k=1}^n m_{ik} \times x_k}{\sum_{k=1}^n m_{ik}}$$

4. Проверяется условие остановки работы алгоритма по формуле:

$$\|c_{new_i} - c_i\| \geq eps$$

Если это условие выполняется, осуществляется возврат ко второму шагу, при этом центры кластеров будут равны новым полученным значениям $c_i = c_{new_i}$ для всех $i = 1..c$. Если разница между новыми и старыми значениями центров кластеров меньше eps , то работа алгоритма прекращается.

Алгоритм HCM может давать различные результаты при разных начальных значениях кластеров [2].

Полученные экспериментальные данные.

При выполнении данной работы в качестве аппаратного средства использовалась ПЭВМ с процессором Intel Core i5-4440 3.10 ГГц и оперативной памятью 4 Гб.

Таблица 1 - Полученные экспериментальные данные

Размер изображения, пикс	Город, исходные данные									
	Калуга1, $c_1=1,$ $c_2=255,$ $eps=1$		Калуга2, $c_1=1, c_2=255,$ $eps=1$		Москва1, $c_1=1,$ $c_2=255,$ $eps=1$		Москва2, $c_1=1, c_2=255,$ $eps=1$		Москва3, $c_1=1, c_2=255,$ $eps=1$	
	Количество итераций	Время, мс	Количество итераций	Время, мс	Количество итераций	Время, мс	Количество итераций	Время, мс	Количество итераций	Время, мс
64	1	22	7	157	1	23	1	26	2	52
128	1	27	8	204	1	27	1	29	10	312
256	2	77	9	336	6	236	2	83	11	467
512	2	179	7	614	5	449	6	543	9	839

К достоинствам данного алгоритма можно отнести легкость реализации и вычислительную простоту, к недостаткам — необходимость задания количества кластеров и отсутствие гарантии в получении оптимального решения.

Библиографический список

1. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123
2. Rutkowski L. Computational Intelligence. Methods and techniques. Springer, 2008.

СИСТЕМА КАТАЛОГИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ И СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

А.Н. Колесенков, Д.В. Цегельник
Научный руководитель – Таганов А.И.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Спутниковые снимки с большинства космических аппаратов содержат в себе метаданные, для эффективного использования которых целесообразно разработать систему [1], имеющую следующие возможности:

- систематизация данных;
- быстрое извлечение информации о хранимых в архиве данных;
- поиск и выборка данных;
- каталогизация данных и связанных с ними снимков.

По каталогизацией спутниковых снимков будем понимать создание архива изображений и привязанным к ним метаданным с дополнительными характеристиками [2].

Целью данной работы является проектирование такой системы, которая будет производить архивацию и пополнение базы метаданных и снимков, содержащих в себе эти данные [3].

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать функциональную схему данной системы;
- разработать физическую структуру базы географических данных (геоданных) и снимков.

В работе представлена структура базы геоданных и структурная схема системы, которая состоит из следующих модулей:

- Поиск, передача и сохранение данных из внешних источников.
- Проверка оригинальности загруженного снимка.
- База геоданных.
- Поиск и выдача данных информации.

Данная система в процессе своей работы должна производить каталогизацию географических данных и спутниковых снимков, а также обеспечивать быстрый доступ пользователей к данной информации посредством поиска.

Библиографический список

1. Пестунов И.А. Распределенная сервис-ориентированная система для интеграции спутниковых и натурных данных. Электронное издание. Ссылка: http://www.sbras.ru/win/elbib/data/dinamo_cat/14.pdf.
2. Мачнева Е.И. Применяемые методы индексации спутниковых изображений при формировании каталогов данных дистанционного зондирования земли.
3. Шагарова Л.В. Структура и базовое программное обеспечение управления архивом цифровых космических изображений.
4. Колесенков А.Н., Цегельник Д.В. Математические методы распознавания аэрокосмических изображений в геоинформационных системах // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-29: сб. трудов XXIX Междунар. науч. конф.: Т.5. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т; Санкт-

Петербург: СПбГТИ(ТУ), СПбПУ, СПИИРАН; Самара: Самарск. гос. техн. ун-т, 2016. С. 68-71.

5. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123.

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ

А.А. Козлова

Научный руководитель – Калаев М.П.

К.Т.Н., доц.

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»
(Самарский университет)**

Для прогнозирования ресурса элементов конструкции космического аппарата проводятся ударные испытания с использованием различных ускорителей пылевых частиц. Воздействие потока высокоскоростных частиц приводит к ухудшению оптических характеристик, в частности коэффициента пропускания солнечного излучения ($\tau_{\text{эл}}$) защитных покрытий солнечной батареи (СБ). Снижение $\tau_{\text{эл}}$ приводит к уменьшению количества, генерируемых носителей заряда и соответственно к уменьшению тока короткого замыкания $J_{\text{кз}}$. Для измерения характеристик солнечной батареи используется экспериментальная установка, показанная на рис.1. В вакуумной камере ускорителя установлены две солнечных батареи. Первая батарея BAT1 находится в зоне воздействия частиц, вторая BAT2 смещена в сторону. Выходы обеих солнечных батарей подключены ко входам дифференциального усилителя, а также к резисторам, имитирующим режим нагрузки, близкий к короткому замыканию (КЗ). На некотором расстоянии от батарей расположена мощная галогеновая лампа, которая включается во время измерения тока и напряжения. Результат измерений передаётся в ЭВМ. Такая схема включения позволяет получить высокую точность измерения и уменьшить влияние температуры, так как поверхность обеих солнечных батарей находится в одинаковых условиях.

Были составлены графики изменения вольт-амперной характеристики солнечной батареи в зависимости от количества частиц, относительно батареи в опорном канале, вызванное воздействием частиц размером $0,5 \div 3$ мкм и скоростями $1 \div 8$ км/с и плотностью 10^3 частиц на см².

Были получены фотографии типовых кратеров с данных образцов. Мишень – СБ, частицы – Al диаметром 2-3 мкм, наиболее вероятная скорость удара – 5 км/с. Также была сделана фотография участка поверхности размером $0,12 \times 0,12$ мм, полученная с помощью электронного микроскопа. Участок содержит около 12 крупных кратеров размером 2-5 мкм, и 2—30 мелких, размером 0,5-1 мкм и менее.

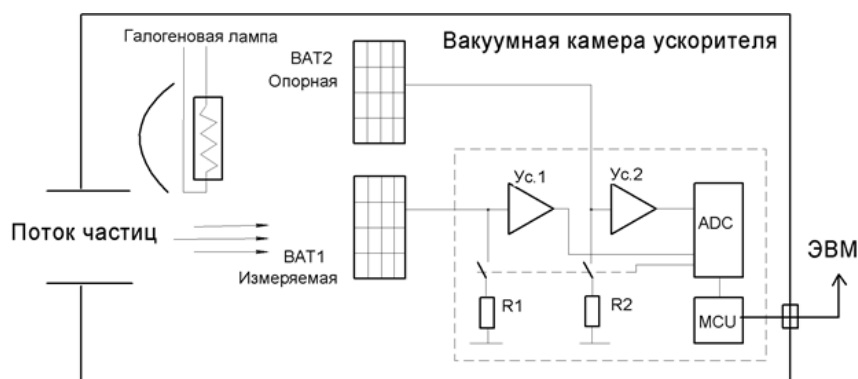


Рис. 1 - Схема проведения эксперимента

По результатам испытания прототипа прибора, была разработана конструкция лётного образца, предназначенного для установки на малый космический аппарат. Прибор имеет четыре пары испытуемых солнечных батарей, при этом эталонные солнечные батареи закрыты подвижной шторкой, и открываются только на время измерения (рис. 2).

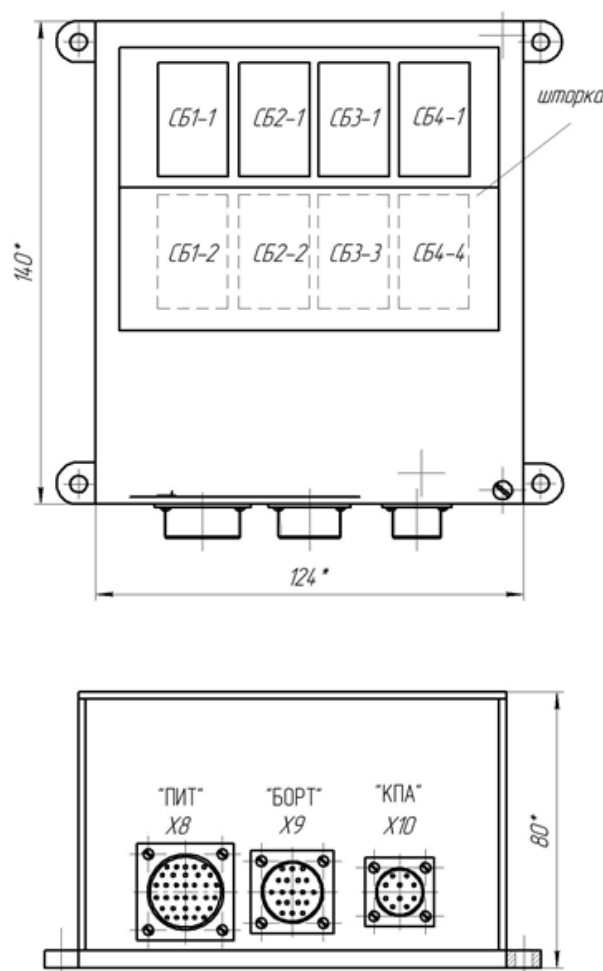


Рис. 2 - Внешний вид лётного прибора

Заключение

Описанная методика и разработанный прибор позволяют производить испытания солнечных батарей и делать прогноз относительно их ресурса на орбите при воздействии потоков микрометеоритов и частиц космическо-

го мусора. Полученная информация имеет важное значение для оценки надежности и срока службы космических аппаратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения контракта по Соглашению №14.575.21.0107 от «28» ноября 2014г.

Библиографический список

1. Сёмкин Н.Д., Пияков А.В., Воронов К.Е. и др. // ПТЭ. 2007. № 2. С. 140.
2. Сёмкин Н.Д., Калаев М.П. //ПТЭ. 2011. № 1. С. 136

АНАЛИЗ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР УПРАВЛЕНИЯ НАУКОЕМКИМИ ПРОЕКТАМИ

С.Г. Захаров

Научный руководитель – Таганов А.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Управление проектами нуждается в автоматизированной поддержке, для чего можно использовать разнообразные CASE-средства. Средства поддержки необходимы для выполнения следующих операций:

1. Хранение требований. Информация о требованиях должна быть защищена, процесс хранения должен быть управляем, требования должны быть доступны для каждого участника процесса разработки требований.

2. Управление изменениями требований. Процесс управления изменениями упрощается, если есть эффективные средства поддержки.

3. Управление оперативным контролем. Средства поддержки оперативного контроля позволяют обнаруживать взаимосвязанные требования.

Для небольших программных систем нет необходимости использовать специализированные средства управления требованиями. Здесь для поддержки процесса управления можно обратиться к текстовым процессорам, электронным таблицам и обычным компьютерным базам данных. Однако для больших наукоемких проектов требуются специализированные средства поддержки.

В настоящее время широкое распространение получили такие системы как IBM Rational RequisitePro, Telelogic DOORS и Borland Caliber RM.

IBM Rational Requisite Pro

Программное обеспечение Rational представляет лучшие практические методы определения требований и управления ими, которые обеспечивают экономию времени и средств. Rational RequisitePro помогает проектным группам управлять требованиями, создавать качественные сценарии использования, расширять возможности отслеживания, повышать эффективность совместной работы, уменьшать потребность в доработках и повышать качество.

IBM Rational/Telelogic DOORS

IBM Rational/Telelogic DOORS – семейство решений для управления требованиями и создания сложных наукоемких изделий (авиа, судостроение, поезд, ракеты, автомобили т.п.). Первоначально DOORS разрабатывался

только как средство управления требованиями в процессе разработки программного обеспечения. Однако идеи, заложенные в DOORS, оказались успешными и, в настоящий момент, система используется даже в кампаниях, которые не имеют отношения к разработке программного обеспечения, но вынуждены контролировать большой объем взаимосвязанной информации, например, при разработке инженерных систем.

Borland Caliber RM

Borland Caliber RM – это корпоративная система управления требованиями, которая облегчает совместную работу, что позволяет группам разработчиков подходить к вехам проекта вовремя и с запланированными затратами. Borland Caliber RM также помогает командам разработчиков удостовериться, что разрабатываемое приложение удовлетворяет пожеланиям конечных пользователей за счет непрерывного сбора пожеланий на всех этапах жизненного цикла от аналитиков, разработчиков, тестировщиков и других заинтересованных в проекте лиц.

Как можно понять из приведенного выше обзора программного обеспечения всё оно базируется на одном принципе – человек, а в данном случае, это аналитик. Это обстоятельство приводит к использованию на различных этапах разработки требований экспертной информации, задаваемой вербальным способом. При этом, с одной стороны упрощается процесс анализа, но с другой стороны аналитики по-разному могут трактовать слова, в смысле тех величин, которые они интерпретируют, а это в свою очередь приводит к неточности в результатах анализа, и в итоге к неправильным выводам.

Предлагаемая концепция нового формализованного подхода предполагает, использовать для анализа теорию нечетких множеств (ТНМ). Так использование в ТНМ такого понятия как «лингвистическая переменная», позволяет адекватно отразить приблизительное словесное описание важных параметров задачи принятия решений в условиях нечеткости, когда точное описание либо отсутствует, либо является слишком сложным, либо требует больших временных затрат.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Инженерный вестник: Информатика, радиофизика, управление. 2004. № 1 (17). С. 168-169.
2. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2006. Т. 24. № 2. С. 34-39
3. Захаров С.Г. Представление правил нечетких продукций в системе анализа требований проекта на основе нечетких сетей Петри // Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XX Юбилейной Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. РГРТУ. 2015г.
4. Захаров С.Г. Подсистема анализа требований программного проекта на основе процедуры нечеткого вывода // XXV Международная научно-практическая конференция "Актуальные проблемы в современной науке и

пути их решения". Евразийский союз ученых. Ежемесячный научный журнал. №5(26) / 2016 Часть 2.

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОИСКА, ДОБЫЧИ И ОХРАНЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

А.Н. Колесенков, Д.В. Фетисов
Научный руководитель – Таганов А.И.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются вопросы, связанные с космической деятельностью, а именно с разработкой геоинформационной системы, которая позволит регулярно обрабатывать информацию по недропользованию [1], т.е. по поиску, добыче и охране полезных ископаемых.

Целью научного исследования является разработка такой системы космического мониторинга земли, с помощью которой решается широкий круг задач процессов поиска, добычи и охраны полезных ископаемых. Были определены основные задачи, заключающиеся в формировании и ведении статистических данных, реестров и кадастров состояния недр земли, анализе геологических информационных ресурсов на различных уровнях управления, обработке космических снимков участков земной поверхности, полученных со спутников LandSAT в режиме реального времени, наглядном представлении результатов исследования при поиске, добыче и охране полезных ископаемых.

При разработке геоинформационной системы была построена формализованная модель процесса мониторинга [2], состоящая из четырех этапов, которая является основой для создания геоинформационной системы, включающей в себя:

- получение разновременных космических снимков со спутников;
- обработка полученных изображений в режиме реального времени;
- получение результатов в виде изображения, отображающего различия в полученных снимках.

Для того чтобы система могла обрабатывать полученные на входе изображения, их необходимо представить в градациях серого в виде матрицы цветов, использующей фильтр. Затем производится спектральный анализ изображений, который включает в себя разложение «черно-белой» матрицы в спектр, используя матрицу преобразования Уолша [3], которая автоматически генерируется относительно размерности исходной матрицы. Затем матрица в градациях серого умножается на матрицу преобразования Уолша, полученный результат умножается на транспонированную матрицу Уолша.

Данная процедура проделывается для каждого из разновременных космических снимков. Полученные матрицы, отражающие спектр изображений, «накладываются» друг на друга, то есть находится алгебраическая разность между матрицами. Результирующий спектральный двумерный массив данных декодируется в цветное изображение согласно алгоритму [4, 5], описанному выше в обратном порядке. В результате работы геоинформационной системы получается изображение, отражающее области

различия разновременных космических снимков на предмет наличия или отсутствия объектов недропользования при поиске, добыче и охране полезных ископаемых.

Таким образом, разработанная геоинформационная система помогает решать широкий круг задач космического мониторинга недропользования и обладает рядом преимуществ, среди которых можно выделить простоту и наглядное отображение результатов наблюдения за изменением состояния земной поверхности с течением времени, возможность обработки разноформатных космических снимков, высокая скорость обработки изображений, достигнутая за счет распараллеливания алгоритмов кодирования и декодирования двумерных массивов данных.

Библиографический список

1. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. //«Советское радио». – 1979. С.134-139.
2. Колесенков А.Н. Фетисов Д.В. Математическое моделирование в задачах космического мониторинга процессов недропользования // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-28: сборник трудов XXVIII Международной научной конференции. Том 9. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2015. С. 142-144.
3. Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях.//«Наука. Главная редакция физико-математической литературы». – 1989. С.494-495.
4. Дворкович В. П., Дворкович А. В. Цифровые видеоинформационные системы.//«Техносфера». -2012. С.214-217.
5. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. //«Техносфера».- 2006. С.28-29

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ЖИЛЫХ И НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

А.Н. Колесенков, А.А. Мельников
Научный руководитель – Таганов А.И.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Каждому человеку свойственно стремление сделать свой дом, квартиру или офис комфортным и уютным. Технический прогресс изменил стандарты для этого комфорта за счет технологии автоматизации рутинных процессов управления объектами жилых и нежилых помещений [1].

На первый взгляд, такая востребованная технология должна иметь множество реализаций и широкое распространение. Однако данное распространение происходит за счёт внедрения различных отдельных элементов «умных систем», такие как световые датчики движения или датчики протечки воды, которые не являются чем-то особенным и повсеместно распространены.

Последнее время популярностью стали пользоваться разнообразные системы безопасности, управления освещением, «мультирум» и «домашний кинотеатр». По сути, это всего лишь отдельные подсистемы «умного дома», которые не могут называться единой системой [2]. Данные системы явля-

ются технически сложными и неподготовленному человеку затруднительно с ними работать.

Однако существуют и системы, которые могут обеспечить полноценный мониторинг и контроль жилого помещения. Для рядового пользователя наиболее доступными являются системы, построенные на технологии Z-wave, которая является запатентованным беспроводным протоколом связи, разработанным для домашней автоматизации [3].

Среди недостатков Z-Wave отдельно отмечается обязательная сертификация, которая составит большую часть стоимости конечного устройства. Немаловажным фактором является и то, что данная система не позволяет установить информационное взаимодействие с устройствами стороннего разработчика.

Целью работы является проектирование интеллектуальной информационной системы мониторинга, контроля и управления объектами жилых и нежилых помещений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- сформировать структуру проектируемой системы;
- провести анализ имеющихся на рынке аналогов;
- спроектировать аппаратную часть;
- спроектировать программную часть;
- описать сферы применения разрабатываемой системы.

Информационная система мониторинга, контроля и управления объектами жилых и нежилых помещений обеспечивает:

- повышение безопасности объекта;
- повышение комфортабельности условий проживания;
- экономию энергии.

Подсистемы должны быть реализованы модулями, каждый из которых нацелен на решение собственной задачи. Для формирования системы из группы разрозненных устройств необходимо обеспечить между ними обмен данными и условия, в которых устройства могли бы влиять на состояния друг друга [4].

В качестве основы системы предлагается использовать принципы построения mesh-сетей. Mesh-сеть это сеть, построенная с использованием «ячеистой топологии».

Для реализации аппаратной части системы предполагается использование схем, построенных на управлении микроконтроллерами. Разделение программной и аппаратной части позволит унифицировать элементную базу, что приведет к снижению стоимости производства [5].

Информационная система мониторинга, контроля и управления объектами жилых и нежилых помещений является актуальной и перспективной, ее основной целью должно стать повышение качества жизни. Использование современных технологий в области схемотехники и программной инженерии позволяет создать систему, удовлетворяющую общемировым тенденциям в области автоматизации и управления объектами.

Библиографический список

1. Гололобов В. Н. "Умный дом" своими руками, Москва, НТ Пресс, 2007 г. 416 стр.

2. Сопер М. Э., Практические советы и решения по созданию "Умного дома", Москва, ИТ Пресс, 2007 г., 432 стр.
3. Kolesenkov A.N., Ruchkin V., Fulin V., Kostrov B., Taganov A. Forest Fire Monitoring by Means of Cyber-Physical System // Proceedings - 2016 5rd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2016. PP. 30 – 34.
4. Колесенков А.Н., Мелкова Д.А. Методы кластеризации данных в геоинформационных системах // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 4 т. Т.2. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2016. С. 121-123.
5. СНиП II-4-79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВОГО ТРАНСИВЕРА USRP X300

С. И. Мокроусов

Научный руководитель – Паршин Ю. Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

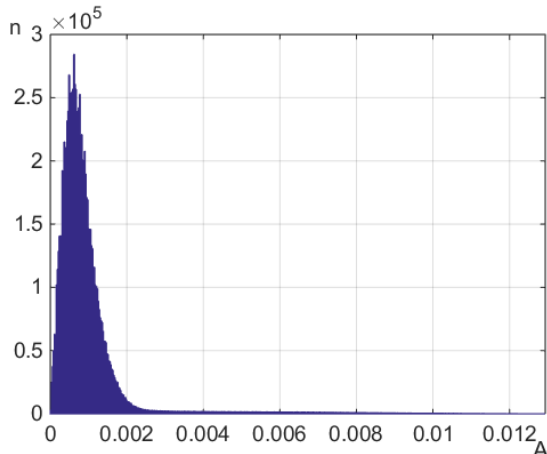
В современном мире плотность электромагнитного окружения возрастает с количественным ростом случайных и преднамеренных помех. Поэтому необходимо искать способы повышения помехоустойчивости, под которой понимается способность устройства выполнять свои функции в условиях воздействия помех. Целью работы является исследование помехоустойчивости цифрового приёмника USRP X300.

Тестирование помеховой обстановки выполнено с помощью программно-аппаратного комплекса, который включает в себя цифровой трансивер USRP X300, персональную электронную вычислительную машину (ПЭВМ) и программное обеспечение GNURadio, MatLab. Цифровой трансивер содержит в себе две одинаковые радиочастотные платы CBX-120. К разъёмам RX приемных каналов каждой платы подсоединены штыревые антенны. Приёмный тракт состоит из малошумящего усилителя, аттенюатора, квадратурного демодулятора и аналого-цифрового преобразователя. Общий коэффициент усиления регулируется с помощью аттенюатора. Передача отсчётов от USRP X300 на ПЭВМ осуществляется по интерфейсу Ethernet с пропускной способностью 1 Гбит/с [1]. Полученные данные от приёмника записываются в постоянное запоминающее устройство с помощью среды программирования GNU Radio. Для каждого приемного канала формируется отдельный файл из 10 миллионов отсчетов амплитуды сигнала. Последующая обработка производится пакетом прикладных программ MatLab.

Для оценки влияния помех и шумов рассчитывается среднеквадратическое отклонение (СКО) обнаруженных собственных шумов трансивера, шумов от блока питания (БП) ПЭВМ и импульсных помех БП ПЭВМ. Расчёт СКО производится в соответствии с выражением [2], где N – число отсчётов амплитуды сигнала, k – номер отсчёта. Для селекции отсчетов различного вида помех применяется пороговая обработка, в результате которой образуются группы отсчетов амплитуды собственных шумов трансивера, суммы шума трансивера и БП ПЭВМ, а также отсчетов импульсной по-

мехи от БП ПЭВМ. Приемные каналы трансивера USRP X300 настроены на частоту 1,2 ГГц, частота дискретизации аналого-цифрового преобразователей в каждом канале равна 5 МГц.

Экспериментальное исследование помехоустойчивости проводилось для двух положений трансивера: на системном блоке ПЭВМ и на расстоянии 2-х метров от ПЭВМ. В результате анализа последовательности отсчетов амплитуды установлены следующие значения порогов: при расположении USRP X300 на системном блоке - 0,005 и 0,002, при расположении USRP X300 на расстоянии 2 м - 0,0007 и 0,0011.



На рисунке приведена гистограмма последовательности отсчетов амплитуды в одном из приемных каналов при расположении USRP X300 на системном блоке, где A - амплитуда, а n - число попаданий в интервал гистограммы; общее число интервалов гистограммы равно 1000. Анализ гистограммы позволяет сделать вывод, что амплитуда шумов USRP X300 распределена по закону Релея. Наличие импульсных помех БП ПЭВМ вызывает появление

«тяжёлого хвоста» на гистограмме.

Таблица 1 – USRP X300 расположен на корпусе ПЭВМ

Вид помех	Канал приёма №1		Канал приёма №2	
	СКО	N, %	СКО	N, %
собственные шумы	0,0008	94,6	0,0005	98,6
шумы БП ПЭВМ	0,0032	3,00	0,0026	1,35
импульсные помехи БП ПЭВМ	0,0077	2,32	0,0055	0,0024
все помехи	0,0015	100	0,0006	100

Таблица 2- USRP X300 расположен на расстоянии 2 м от ПЭВМ

Вид помех	Канал приёма №1		Канал приёма №2	
	СКО	N, %	СКО	N, %
собственные шумы	0,0002	99,9	0,0002	98,9
шумы БП ПЭВМ	0,0007	0,07	0,0007	1,00
импульсные помехи БП ПЭВМ	0,0012	0,0016	0,0012	0,0012
все помехи	0,0002	100	0,0003	100

В результате экспериментального исследования установлено, что СКО суммы помех при разнесении на 2 м уменьшается в 5...8 раз. Различие мощности шумов в различных радиочастотных платах CBX-120 при расположении USRP X300 на системном блоке объясняется сильным влиянием шумов БП ПЭВМ в этом случае. В целом устойчивость USRP X300 к помехам от БП может оказаться недостаточной для различных практических задач. Поэтому для повышения отношения сигнал-помеха необходимо располагать трансивер на достаточно большом расстоянии от источника помех и наводок, которое определяется экспериментальным путем.

Библиографический список

1. Паршин Ю. Н., Жариков П. В., Казначеев П. А. Программно-аппаратный комплекс тестирования канальной матрицы ММО системы передачи информации от подвижного объекта // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. Вып. 54, часть 1, Рязань: РГРТУ, 2015. С. 3-8.
2. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченкова Н. В., Вычислительные методы для инженеров: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1994. – 544с.: ил.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА

С.Г. Захаров

Научный руководитель – Таганов А.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Управление требованиями – это процесс управления изменениями системных требований. Процесс управления требованиями выполняется совместно с другими процессами разработки требований. Начало этого процесса планируется на то же время, когда начинается процесс первоначального формирования требований, непосредственно процесс управления требованиями должен начаться сразу после того, как черновая версия спецификации требований будет готова.

Процесс управления требованиями включает в себя две основные задачи:

- 1) планирование управления, где определяется стратегия и процедуры управления требованиями;
- 2) управление изменениями, где осуществляется анализ изменений и контроль за их реализацией.

Планирование является первым этапом процесса управления требованиями. Управление требованиями очень дорого, и для каждого проекта на стадии планирования устанавливается необходимый уровень детализации управления требованиями. Существует много взаимозависимостей между требованиями, а также между требованиями и структурой системы. Кроме того, существует связь между требованиями и причинами, по которым эти требования были предложены. Если необходимо внести в требования изменения, в процессе управления нужно проследить влияние этих изменений на другие требования и саму систему. Оперативный контроль позволяет обнаружить связанные требования и отследить влияние одних требований на другие.

Управление изменениями требований должно применяться ко всем предложенным изменениям требований. Преимущество использования формального процесса управления изменениями состоит в том, что все предложенные изменения обрабатываются последовательно, при этом можно управлять и отслеживать внесение изменений в системную спецификацию. Процесс управления изменениями состоит из трех основных этапов.

1. Анализ проблем изменения спецификации. Процесс начинается с определения проблем в требованиях или с прямого предложения внесения

изменений. На этой стадии проблема или предложенные изменения анализируются для проверки их обоснованности. Затем могут быть сделаны более определенные предложения относительно изменений в требованиях.

2. Анализ изменений и расчет их стоимости. Эффект от внесения предложенного изменения оценивается с использованием оперативного контроля. Стоимость изменений оценивается двумя показателями: стоимостью внесения изменения в спецификацию и стоимостью внесения изменений в структуру системы и непосредственно в программный код. По окончании этого этапа принимается решение, продолжать или нет внесение изменений в систему.

3. Реализация изменений. Реализация изменений в системной спецификации, структуре системы и программном коде.

Если требуется срочно внести изменения в требования, всегда существует соблазн сделать сначала изменения в системе, а затем задним числом изменить спецификацию. Это почти неизбежно приводит к тому, что готовая система не будет согласована с требованиями.

Библиографический список

1. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения, 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 624 с.
2. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. Монография. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009. 224 с.
3. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
4. Захаров С.Г. Алгоритм разработки требований программного проекта// Проблемы и достижения в науке и технике / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. №3. Омск, 2016.

ПРОСТРАНСТВЕННО-РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

О.В. Спиркина

Научный руководитель – Гусев С.И.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается применение технологий, позволяющих обеспечить кластер малых космических аппаратов (МКА) набором функций для создания радиотехнической системы на основе роевой группировки в качестве реконфигурируемой антенной решетки (АР) с сетевой внутренней и межроевой структурой обмена информации, способной обеспечить повышение качественных характеристик системы, таких как точность обнаружения источника сигналов и разрешение радиолокационных изображений.

Предлагается использовать роевую группировку МКА, каждый из которых является элементом реконфигурируемой антенной решетки и способен менять пространственное положение для оптимизации приема и передачи

радиосигналов, а также адаптивной обработки сигналов в сформированной АР [1,2]. Возможность реконфигурации системы позволит максимально эффективно применять методы пространственно-временной обработки сигналов, нелинейной пространственно-временной обработки сигналов [3], предпроцессорной обработки [4].

Технология реализуется на основе использования алгоритмов формирования и модификации структуры АР из кластера МКА для организации антенны большой физической апертуры; алгоритмов реконфигурации пространственной структуры антенной решетки для адаптации к различным условиям и задачам радиотехнической разведки, локации, зондирования и информационного обмена; организации сетевой структуры взаимодействия между отдельными аппаратами в кластере. Организация связи для управления роевой группировкой может осуществляться с наземного пункта или через базовый МКА, а также передачи целевой информации.

Таким образом, предлагаемая реконфигурируемая пространственно-распределенная радиотехническая система позволяет оптимизировать физический размер апертуры антенны и пространственное положение ее элементов одновременно с повышением качества функционирования, в том числе, помехоустойчивости системы обработки сигналов.

Библиографический список

1. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. М.: Радио и связь. 1986. 448 с.
2. Уидроу Б., Стирнз С. Адаптивная обработка сигналов. М.: Радио и связь, 1989. — 440 с.
3. Гусев С.И., Паршин Ю.Н. Алгоритм нелинейной компенсации комплекса помех с использованием оптимальной пространственной структуры радиосистемы // Успехи современной радиоэлектроники. 2014. № 6. С. 67-72.
4. Гусев С.И., Спиркина О.В. Исследование сходимости алгоритма адаптации при применении предпроцессорной пространственной обработки сигналов // Вестник научных конференций. 2016. № 2-5 (6). С. 46-48.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.Н. Колесенков, В. А. Слинкин
Научный руководитель – Таганов А.И.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Главными факторами принятия решений на промышленном производстве являются информационные условия и их неопределенность. Неопределенность может быть выражена различными составляющими, такими как время, материальные и человеческие ресурсы [1]. Неопределенность можно разделить на несколько составляющих: неизвестность, неполнота и неоднозначность, которая включает в себя физическую и лингвистическую неоднозначности. В связи с этим актуальной является разработка модели

максимально минимизирующей факторы неопределенности на промышленном производстве [2].

При проектировании информационной системы особое внимание уделяется принятию решений по планированию, проектированию, производству и распределению ресурсов [3].

В качестве промышленного предприятия выбрано предприятие по производству герконов. Неопределенность на данном предприятии возникает со стороны заказчика.

Информационная система поддержки принятия решений (ИСППР) в условиях неопределенности на производстве по изготовлению герконов рассчитана на работу с ней неподготовленных пользователей, поэтому интерфейс приложения должен быть интуитивно понятный и удобный [4].

К информационной системе выдвинут ряд требований:

- добавление и изменение данных;
- хранение и поиск нужной информации;
- формирование отчета по производству;
- выведение информации пользователю в случае неопределенности т.д.

В результате реализации проекта была разработана структурная схема ИСППР в условиях неопределенности на предприятии по производству герконов и структура базы данных ИСППР

В качестве источников данных могут выступать документы, связанные с производством изделий, а также различная информация о сотрудниках предприятия, потребителях и т.п.

На основе полученных данных создана база данных, которой управляет система управления базами данных Firebird 2.5. Программная реализация ИСППР производится в среде разработки Borland Delphi 7.

В качестве лица, принимающего решения, выступает пользователь информационной системы.

ИСППР в условиях неопределенности применима не только на производстве по изготовлению герконов, но и обладает возможностью тиражирования и адаптации к другим предприятиям [5].

В системе реализована процедура оценки риска ошибочных решений со стороны пользователя, а также проведена оценка эффективности ИСППР по скорости принятия решений.

Библиографический список

1. Колесенков А.Н., Александриков А.В., Наумова М.А., Мелкова Д.А. Информационная поддержка управления водными объектами средствами геоинформационных систем // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-28: сборник трудов XXVIII Международной научной конференции. Том 9. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2015. С. 136-138.

2. Колесенков А.Н. Информационная поддержка принятия решений при организации и построении систем дистанционного обучения // Дистанционное и виртуальное обучение. № 5 (107). Москва: Изд-во СГУ, 2016. С. 62-68.

3. Балыбин В. М., Лунев В. С., Муромцев Д. Ю., Орлова Л. П. Принятие проектных решений. Учебное пособие Ч. 1 / Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн.ун-та, 2003. 80 с.

2. Филин С. Неопределенность - от недостатка информации // РИСК. - 2000. - №1-2. С. 50-55.

3. Колесенков А.Н. Технология поддержки принятия управленческих решений на основе оперативного мониторинга пожарной обстановки // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 9. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. С. 157-163.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ В КОД ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ СЛЕДЯЩЕГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА

Ю.А. Челебаева

Научный руководитель – Челебаев С.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

На настоящий момент известен целый ряд нейросетевых преобразователей частотно-временных и амплитудных параметров сигналов в цифровой код [1, 2], представляющих собой устройства разомкнутого циклического типа и не обеспечивающих поддержку оперативной адаптации выходного кода к изменению входного аналогового сигнала. При этом синтез указанных устройств базируется, в основном, на применении исходно выбранных персептронных однонаправленных сетей, что предопределяло принцип циклического АЦ-преобразования. В связи с этим является актуальным выбор архитектуры нейросети как важного этапа процедуры синтеза структур нейросетевого преобразователя замкнутого типа. Для построения преобразователей замкнутого типа ориентированы сети с обратными связями, относящиеся к классу систем следящего типа.

Определение базовой конфигурации структуры преобразователя как аппроксимирующей сети включает в себя следующие действия: определение числа, вида и специфики представления входных и выходных сигналов нейросетевой модели преобразователя и ее нейроэлементов, их количества во всех слоях сети, а также видов возможной технологии задания весов $w_{j,i}^{(1)}$ и организации синаптических связей $w_{j,i}^{(1)} \cdot x_j$ между элементами. Итогом этого этапа является представление исходного аналитического и матричного описания функционирования всей сети как ИНС-аппроксиматора, характеризующегося возможностью его обучения конкретной задаче линейного или нелинейного преобразования [2].

Определение числа входов M и выходов K сети и особенностей задания на них сигналов производится с учетом формы представления преобразуемой величины x в виде частоты f_x или напряжения U_x и способа кодирования результата y_N^* в виде двоичного позиционного кода

$$y_N^* = b_m b_{m-1} \dots b_2 b_1 = \sum_{i=1}^m b_i \cdot 2^{i-1}.$$
 Таким образом, количество выходов сети равно количеству m разрядов выходного кода.

Нейросеть, ориентированная на выполнение операции аналого-цифрового преобразования, будет иметь два входных сигнала: x_1 , x_2 и x_3 . В качестве входных сигналов могут выступать преобразуемые величины x_1 и x_2 , а x_3 – эталонная (опорная) величина x_{on} .

Значение эталона x_{on} определяет меру преобразования (измерения). Эталон x_{on} обычно представляется в виде дискрета преобразования $\Delta x_0 = x_{\max}/k$, максимального значения $x_{\max}$ или величин, связанных с ними по обратно-пропорциональной зависимости.

Предлагаемая структура для случая 3-разрядного позиционного кода $y_N^* = b_3 b_2 b_1$ показана на рисунке 1.

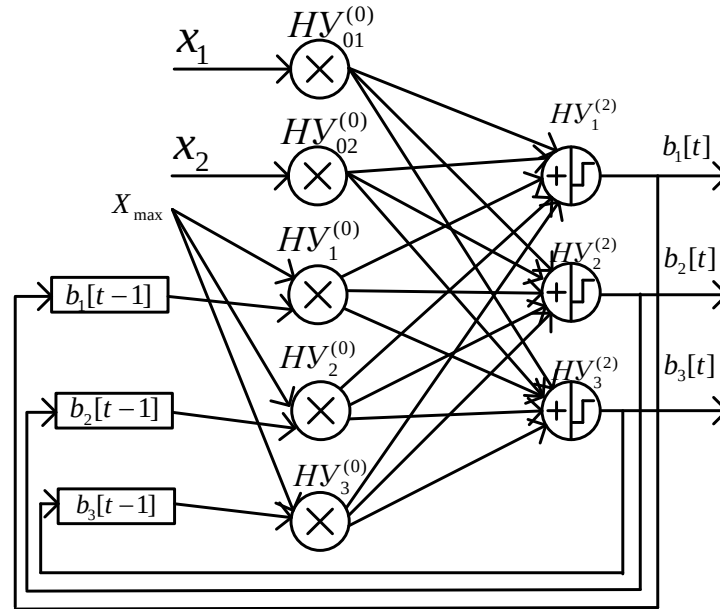


Рис. 1 - Преобразователь «частота – код» функции двух переменных на основе модифицированной сети Хопфилда

Структура (см. рисунок 1) может быть описана также совокупностью зависимостей:

$$b_1[t] = F \left(\begin{pmatrix} w_{1,1}b_1[t-1] + \\ w_{2,1}b_2[t-1] + \\ w_{3,1}b_3[t-1] \end{pmatrix} \cdot x_{\max} + w_{0,1,1}x_1 + w_{0,2,1}x_2 \right), \quad b_2[t] = F \left(\begin{pmatrix} w_{1,2}b_1[t-1] + \\ w_{2,2}b_2[t-1] + \\ w_{3,2}b_3[t-1] \end{pmatrix} \cdot x_{\max} + w_{0,1,2}x_1 + w_{0,2,2}x_2 \right). \quad (1)$$

$y_N^* = b_3 b_2 b_1$ – позиционный двоичный код;

x_1 и x_2 – преобразуемые аналоговые величины, представленные в виде частоты f_x , временного интервала τ_x или напряжения U_x ;

$x_{\max}$ – эталон преобразования, представленный в виде максимального значения преобразуемой величины.

Предложенная структура преобразователя «частота – код» для реализации функциональной зависимости двух переменных на основе однослойной нейронной сети замкнутого типа снизит погрешность преобразования и сократит время переходного процесса сети на установление нового значения кода, пропорционального изменению входного сигнала.

Библиографический список

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / под общей редакцией А.И. Галушкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. 144 с.

2. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Принципы применения технологии искусственных нейронных сетей для проектирования преобразователей частотно-временных параметров сигналов в код // Датчики и системы. № 2, 2006. С. 43-56.

3. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр "Академия", 2005. – 176 с.

ДИСКРЕЦИОННАЯ И МАНДАТНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПА. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

А.И. Шмакова

Научный руководитель – Фомина К.Ю.
старший преподаватель

Рязанский государственный радиотехнический университет

Модель управления доступом – это структура, которая определяет порядок доступа субъектов к объектам. Существует три основных модели управления доступом: дискреционная, мандатная и недискреционная (также называемая ролевой). Каждая модель использует различные методы для управления доступом субъектов к объектам, каждая имеет свои преимущества и ограничения.

Модели управления доступа встроены в ядро различных операционных систем и во многих случаях поддерживаются приложениями. Каждая операционная система имеет ядро безопасности, которое реализует концепцию монитора обращений (reference monitor), которая зависит от встроенной в систему модели управления доступом. Для каждой попытки доступа, перед тем, как субъект сможет начать взаимодействовать с объектом, ядро безопасности проверяет правила модели управления доступом, чтобы определить, является ли запрос допустимым.

Политика дискреционного доступа охватывает самую многочисленную совокупность моделей разграничения доступа, реализованных в большинстве защищенных КС, и исторически является первой, проработанной в теоретическом и практическом плане.

Система, которая использует дискреционное (избирательное) управление доступом (DAC – Discretionary Access Control) позволяет владельцу ресурса определять, какие субъекты могут использовать этот ресурс. Эта модель называется дискреционной (избирательной), т.к. управление доступом основано на решениях владельца.

В модели DAC ограничения доступа основываются на авторизации пользователя. Это означает, что владельцы могут определять, какой тип доступа может быть разрешен к их объектам. Если компания использует модель DAC, сетевой администратор может разрешить владельцам ресурсов управлять доступом пользователей к своим ресурсам. Чаще всего модель DAC реализуется посредством списков контроля доступа (ACL), содержимое которых определено владельцами. Работа ACL реализуется средствами операционной системы. Это может позволить пользователям использовать информацию динамически вместо более статичного мандатного или ролевого управления доступом. Большинство операционных систем основаны на мо-

дели DAC (например, системы Windows, Linux, Macintosh и большинство систем Unix).

DAC может быть применен как к древовидной структуре директорий, так и к файлам, которые в них содержатся. Мир персональных компьютеров использует такие разрешения доступа, как «Нет доступа» (No Access), «Чтение» (Read), «Запись» (Write), «Выполнение» (Execute), «Удаление» (Delete), «Изменение» (Change), «Полный доступ» (Full Control). К примеру, атрибут «Чтение» позволяет читать файл, но не вносить в него изменения; атрибут «Изменение» позволяет читать, записывать, выполнять и удалять файл, но не менять его ACL или владельца файла; атрибут «Полный доступ» позволяет производить любые действия с файлом, разрешениями на доступ к нему и владением им.

В модели мандатного управления доступом (MAC – Mandatory Access Control) пользователи и владельцы данных не могут самостоятельно определять, кто может иметь доступ к файлам. Окончательное решение принимает операционная система, и это решение может не совпадать с желаниями пользователя. Эта модель является более структурированной и жесткой, она основана на системе меток безопасности (security label). Пользователи получают уровни допуска (секретно, совершенно секретно, конфиденциально и т.д.), таким же способом классифицируются данные. Допуски и классы данных сохраняются в метках безопасности и являются границами для субъектов и объектов. Когда система принимает решение в процессе выполнения запроса на доступ к объекту, она основывается на уровне допуска субъекта, классификации объекта и политике безопасности системы. Правила доступа субъектов к объектам разрабатываются офицером безопасности, настраиваются администратором, реализуются операционной системой и поддерживаются технологиями безопасности.

Метки безопасности прикрепляются ко всем объектам, каждый файл, директория, устройство имеют свою метку безопасности, содержащую информацию о классе их информации. Например, если пользователь имеет уровень допуска «Секретно», а запрашивает информацию класса «Совершенно секретно», он получит отказ, поскольку его допуск не равен (и не выше) классификации. Каждый субъект и объект всегда должен иметь связанную с ним метку с атрибутами, поскольку это является частью критериев принятия решения операционной системой.

Эта модель применяется в среде, в которой классификация информации и конфиденциальность чрезвычайно важны, например, в военных организациях. На базе этой модели разработаны специализированные версии Unix-систем, например, SE Linux, Trusted Solaris. Компании не могут просто переключаться между использованием DAC и MAC. Им потребуется специально приобрести для этого операционную систему, спроектированную и реализующую правила MAC. Системы DAC не понимают меток безопасности, классификации, уровней допуска и поэтому не могут применяться в организациях, которым нужна такая структура управления доступом.

Библиографический список

1. Девянин П.Н. Модели безопасности компьютерных систем: Учеб. пособие. – М.: Изд.центр «Академия», 2005. – 144 с.

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА

В.Г. Псоянц

Научный руководитель – Таганов А.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В период импортозамещения и снижения технологической зависимости России от зарубежного программного обеспечения наблюдается острая нехватка современных подходов и моделей, способных обеспечить устойчивое развитие проектов программной инженерии [1-4].

Устойчивость является одним из показателей проектирования, влияющих как на финансовые ресурсы, так и успешное завершения программного проекта (ПП) в срок с требуемым качеством. Управление многоцелевыми и инновационными проектами производится в условиях неполной информации об исходных данных, что повышает вероятность принятия ошибочного решения. Такие решения или события являются источником рисков различной природы, состав которых в большинстве случаев описан действующими стандартами и методологиями проектирования [2, 4, 10, 11].

Устойчивость программного проекта исходя из его технического аспекта выражается в обеспечении должного выполнения требований технического задания и соблюдения критериев качества соответствующих процессов, что напрямую влияет на качество конечного продукта.

Современные методологии, такие как PMBOK, SEI, Riskit, PJM, MSF обладают развитыми методами поддержки проектных и управленческих решений, однако лишены возможности оценки рисков по критериям качества в условиях лингвистической неопределенности [8, 9]. Формализация и построение модели анализа и сокращения рисков качества процессов проекта является одним из способов решения вышеописанной проблемы.

Целью работы является формализация методов анализа и сокращения рисков качества процессов ПП и построение модели рисковей устойчивости проекта в условиях неопределенности.

Стандартная структура программного проекта (согласно стандарту ИСО 10006) описывает систему проектных функций как сложный процесс имеющий иерархическую архитектуру. Перечень элементов и топология верхнего полиуровня жестко определена стандартом и носит директивный характер [5, 6]. Конфигурация элементов нижнего уровня (операции проектных работ) имеет креативный характер, т.к. перечень операций каждого проекта формируется индивидуально. Присущая вариативность операционной структуры превращает задачу анализа и синтеза проектных работ в процесс поиска оптимизационных решений [3, 7].

Оценка и минимизация комплексных рисков проектных работ (как совокупность единичных рисков операций) является основой управления проектными рисками. Это означает, что оценка комплексных рисков проектных работ напрямую влияет на интегральный риск проекта и тем самым на рисковую устойчивость проекта в целом.

В работе рассмотрены подходы, базирующиеся на теории нечетких множеств (НМ), нечеткой логике и потоковой оптимизации. На их основе процесс управления рисками представлен в виде нечеткой сетевой модели (рисунок 1), которая позволяет провести многовариантный анализ и планирование рисков [3-6].

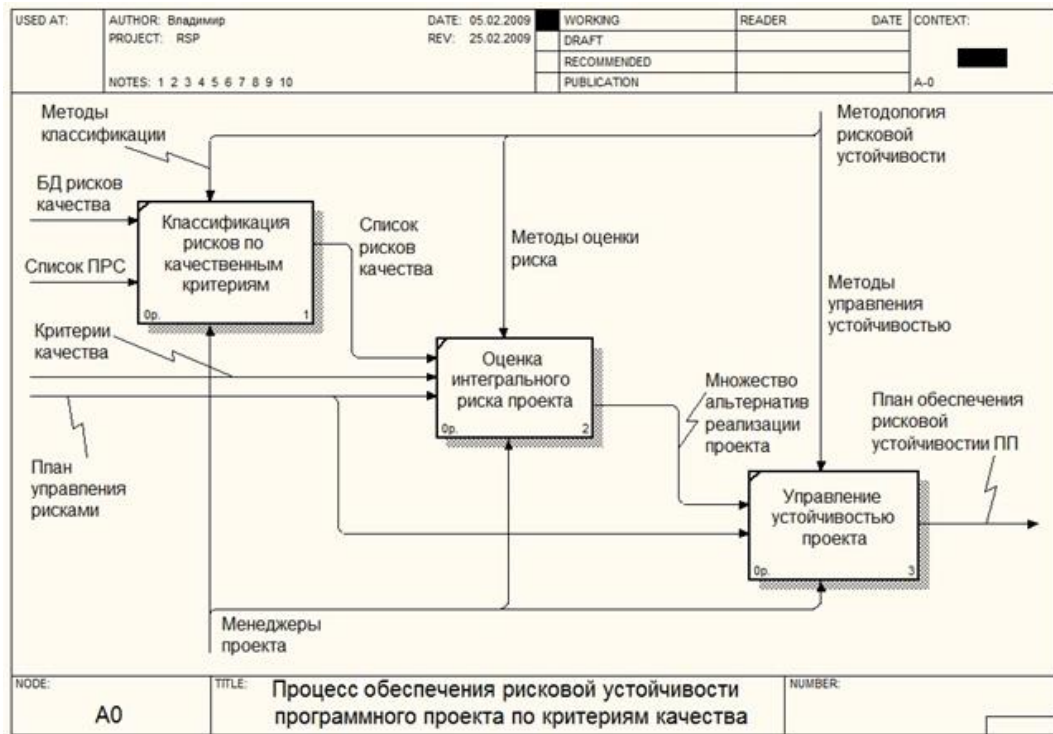


Рис. 1 - Нечеткая модель анализа устойчивости процессов ПП

Обеспечение рисков устойчивости ПП является комплексным процессом, суть которого сводится к последовательному выполнению трех основных этапов: классификации рисков по качественным критериям, оценке интегрального риска проекта и управление рисков устойчивостью проекта по соответствующим критериям. Это позволяет улучшить существующие методы управления рисками проекта с учетом рисков качества процессов разработки.

Предложенная в работе модель направлена на повышение эффективности процесса управления рисками, а также является надстройкой к классическим методам управления рисками и позволяет выбрать оптимальный вариант из предложенного портфеля проектов.

Библиографический список

1. Бриндикова И.В., Воеводин А.В., Гуров В.С., Корячко В.П., Таганов А.И., Чернышев С.В. Системно-функциональное построение автоматизированной системы дистанционного обучения по направлению «Глонасс» // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2010. № 33. С. 82-89.
2. Везенов В.И., Таганов А.И., Таганов Р.А. Применение процедуры нечеткого вывода для анализа рисков программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2006. Т. 24. № 2. С. 34-39.
3. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Методологические основы разработки и управления требованиями к программным системам. Монография. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009. 224 с.
4. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы // Инженерный вестник: Информатика, радиофизика, управление. 2004. № 1 (17). С. 168-169.

5. Липаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. - М.: СИНТЕГ. 2005. - 224 с.
6. Псоянц В.Г. Формализация методов анализа и сокращения рисков качества сложных программных систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании "НИТ 2014" материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. 2014. С. 178-179.
7. Псоянц В.Г. Классификация рисков программного проекта с использованием мультимножеств и автоматической нечеткой кластеризации // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 7-3. С. 112-116.
8. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.
9. Таганов А.И., Гильман Д.В. Задачи и методы нечеткого управления рисками программного проекта // Системы управления и информационные технологии. 2012. Т. 48. № 2. С. 79-83.
10. Таганов А.И. Представление правил нечетких продукций в нечеткой системе анализа и сокращения рисков проекта на основе нечетких сетей Петри // Системы управления и информационные технологии. 2009. Т. 38. № 4. С. 46-51.
11. Таганов А.И. Методы идентификации, анализа и сокращения проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости // Информационные технологии. 2011. № 9. С. 22-27.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ

В.А. Коньков

Научный руководитель – Корнеев В.А.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В радиосвязи остро стоит вопрос экономии и распределения радиочастотного ресурса (РЧР), и, следовательно, необходимость его эффективного использования [1]. Одним из критериев эффективного использования радиочастотного ресурса является физическая скорость передачи данных в канале связи. Поэтому главной задачей является максимизация скорости передачи данных при минимальной используемой полосе частот (минимальных затратах радиочастотного ресурса).

Повысить скорость передачи данных в беспроводных сетях можно путем применения нескольких антенных систем как в приемнике, так и в передатчике. Такая технология называется системой со многими входами и многими выходами (multiple-input multiple-output, MIMO). В этом случае одновременно передается и принимается несколько сигналов, и значительно повышается эффективность радиосвязи.

Благодаря возможности одновременной обработки нескольких пространственно разделенных сигналов, технология дает много преимуществ, главные из которых: пространственное разнесение антенных систем и пространственное мультиплексирование.

Применение многоэлементных антенн в MIMO предоставляет возможность принимать несколько лучей сигнала посредством разнесенных антенных систем. Многолучевые сигналы (отраженные) принимаются после приема основного сигнала и обычно воспринимаются как помехи, мешая приемнику корректно принять решение о передаваемом элементе.

Пространственное уплотнение сигналов (Spatial Division Multiplexing, SDM) – еще одно преимущество технологии MIMO. SDM позволяет пространственно разделить независимые потоки данных, которые передаются одновременно в одном диапазоне частот. Это существенно увеличивает пропускную способность радиорелейного канала связи.

Предел пропускной способности канала связи возрастает прямо пропорционально используемой полосе частот, поэтому использование каналов с расширенной полосой частот – еще один метод увеличения пропускной способности радиорелейного канала связи. Применение технологии OFDM вместе с широкой полосой канала связи дает значительные преимущества. Для корректной работы широкополосных каналов требуется лишь небольшое увеличение вычислительной мощности цифровой обработки сигналов, что делает эти каналы более эффективными.

В работе были представлены методы решения актуальной задачи – максимизации скорости передачи данных на радиорелейной линии, рассмотрена эффективность использования указанных методов.

Библиографический список

1. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Учебн. пособие / Под ред. д.т.н., проф. М.А. Быховского. — М.: Эко-Трендз, 2006. — 376 с.: илл.

Секция 10
Автоматизация проектирования в телекоммуникационных системах

**ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ
РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В MATLAB**

В.В. Корябкин

Научный руководитель – Овечкин Г.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Передача информации в настоящее время играет существенную роль в различных областях деятельности человека. Особенно возросла доля технических средств, участвующих в процессе передачи информации. Телефоны, компьютеры, радио, современные электронные устройства (смарт-часы, планшеты и т.п.), сетевое оборудование – все это требует поддержки организованной модели передачи данных между различными узлами (устройствами). Общая структурная схема системы передачи информации представлена на следующем рисунке (рис. 1).

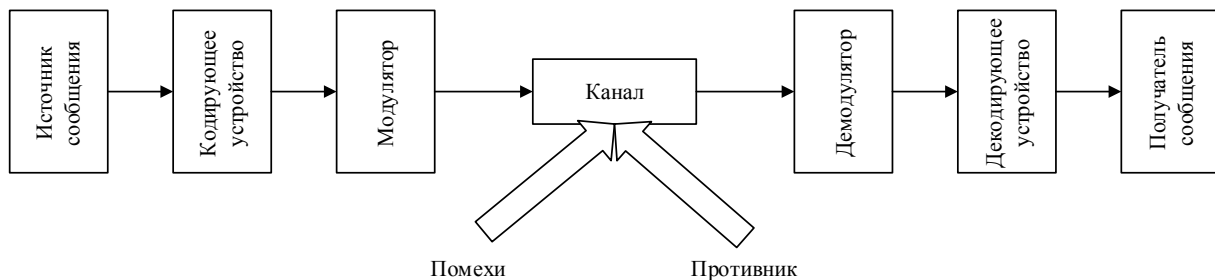


Рис. 1 - Общая схема системы передачи информации

При передаче сигнал может подвергаться искажениям из-за воздействия различных помех и внешних воздействий, которые могут быть непреднамеренными (магнитные бури, туманы, гроза) или специально созданными неким противником (радиопомехи). В простейшем случае для описания возникновения ошибок в канале связи можно использовать модель двоичного симметричного канала (ДСК), схема которого представлена на рисунке 2.

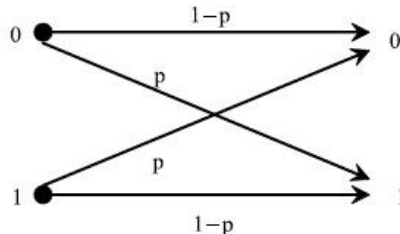


Рис. 2 - Схема двоично-симметричного канала

При организации передачи сообщений по ДСК в каждом бите может произойти ошибка с некоторой вероятностью p , т.е. замена 0 на 1 или наоборот. Причем наличие ошибки не зависит от ошибок в других битах.

Для идентификации и исправления ошибок в канале используют различные коды, называемые *помехоустойчивыми*. К ним относятся: код Хеммин-

га, циклические коды, коды с постоянным весом и др. Отметим, что перед применением данных кодов в реальных системах передачи данных необходимо выполнить их исследование с целью определения вероятностно-энергетических характеристик и наилучших значений параметров. Для этого обычно применяют компьютерное моделирование.

В том случае, если в системе передачи данных требуется обеспечить малые вероятности ошибки возникают сложности проведения моделирования достаточного для оценки характеристик применяемого метода коррекции ошибок с заданной точностью и достоверностью объема. Поэтому актуальной является задача повышения скорости работы компьютерной модели системы передачи данных.

В докладе рассматриваются особенности организации параллельных (распределенных) вычислений при моделировании систем передачи данных в системе Matlab. С помощью программы Matlab и ее встроенной библиотеки MPI можно организовать выполнение сложных вычислительных процессов на многоядерных компьютерах, кластерах и GRID-системах. Эта библиотека содержит функции, облегчающие взаимодействие между процессами параллельной программы с распределенной памятью, также обеспечивает асинхронную коммуникацию и поддерживает неоднородные сети.

Используя библиотеку MPI длительные вычисления можно разбить на параллельные задачи, которые могут одновременно выполняться на различных ядрах компьютера или узлах кластера распределенной сети. Для этого в Matlab существуют различные операторы, к примеру, цикл *parfor*, который обладает следующими особенностями:

- организация множественных независимых итераций;
- комбинирование последовательного и параллельного кода.

К еще одной группе операторов, использующейся при организации параллельных вычислений, относятся *createJob* и *createTask*. Они позволяют использовать последовательности независимых задач, необязательно итераций, а также организовывать всегда запланированный рабочий процесс.

Еще одной особенностью Matlab является возможность создания и использования так называемых «параллельных» данных. Для работы с большими объемами данных можно оперировать с распределенными массивами данных. Распределенный массив, как правило, находится на кластере. Существует несколько способов создания и организации распределенного массива:

- деление исходного массива на части;
- построение из локальных частей (меньших массивов);
- использование встроенных функций Matlab.

Отметим, что применение рассмотренных приемов позволило в несколько раз увеличить скорость работы модели системы передачи данных.

Работа выполнена при поддержке РФФИ.

Библиографический список

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2005. – 320 с.

2. Distributed Computing Toolbox For Use with MATLAB. 2004-2006 by The MathWorks, Inc. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/distcomp/
3. [Электронный ресурс] distcomp.pdf. – (Дата обращения 01.10.2016).
4. Оленев Н.Н., Печенкин Р.В., Чернецов А.М. Параллельное программирование в MATLAB и его приложения. – М.: Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук, 2007. – 120 с.

МЕТОДЫ БЕСПРОВОДНОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ESP8266

Р.О. Яранцев

Научный руководитель – Благодаров А.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Микроконтроллер ESP8266 производится китайской компанией Espressif Systems с 2014 года. Модуль представляет собой SoC(System-on-a-Chip) на базе процессора семейства Xtensa с флеш-памятью объемом 512Кб. Основными отличительными свойствами данного микроконтроллера являются: обеспечение работы с интерфейсом Wi-Fi и невысокая цена, что позволяет с относительно малыми затратами создавать элементы системы «Умный дом» с применением технологии Wi-Fi для беспроводной связи удалённых компонентов с основным блоком управления.

Технология связи может быть рассмотрена в двух вариантах:

1. В виде моста UART-WIFI.
2. В виде готового решения, использующего чип ESP8266 в качестве управляющего микроконтроллера.

В первом варианте подразумевается, что модуль подключается к существующему решению, реализованному на базу другого микроконтроллера, как модуль связи, управляемый большим набором AT-команд. В таком случае модуль обеспечивает связь готового решения с инфраструктурой Wi-Fi и не является основным исполняющим компонентом элемента системы.

При использовании второго варианта, модуль является основным компонентом, осуществляющим взаимодействие с периферийными элементами системы и производящим обмен информацией между остальными компонентами «Умного дома».

Модуль имеет возможность работы как в качестве Wi-Fi точки доступа (AP), так и в качестве Wi-Fi станции (SAP), также существует возможность работы в совмещённом режиме (SAP+AP). Для осуществления обмена информацией по интерфейсу Wi-Fi, в модуле реализованы интерфейсы для работы с протоколами IP, TCP, UDP. Эти свойства позволяют создать сеть из компонентов системы, для обеспечения приёма-передачи информации между удалёнными компонентами системы и блоком управления.

На рисунке 1 представлена приблизительная схема реализации сети компонентов при использовании технологии связи в виде моста UART-WIFI.

При таком варианте связи, взаимодействие с периферийными устройствами осуществляется при помощи готового решения на базе другого мик-

роконтроллера (STM32L152), модуль ESP8266 связан с готовым решением по интерфейсу UART и осуществляет функции TCP-клиента (компонент К2).

Компонент К1 на базе микроконтроллера ESP8266 выполняет функции TCP-сервера, принимая и обрабатывая информацию, полученную от TCP-клиента (компонента К2). Для связи персонального компьютера (ПК) и К1 в единую сеть используется Wi-Fi-роутер.

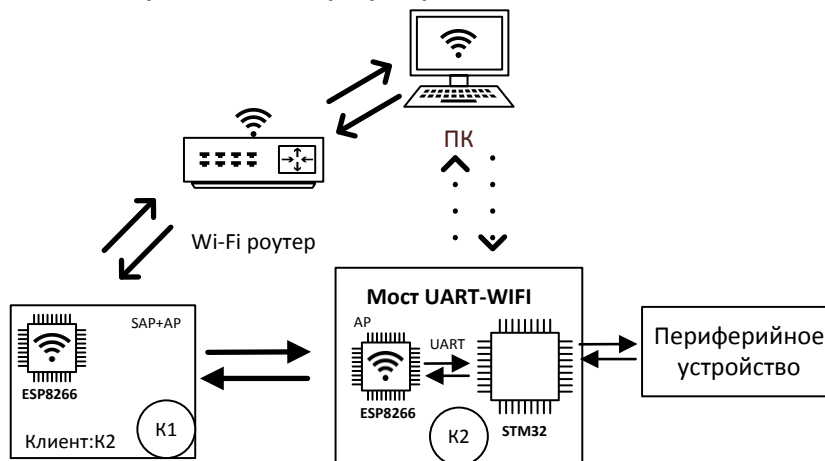


Рис. 1 – Приблизительная схема реализации сети с мостом UART-WIFI

Также, если есть возможность создать TCP-сервер на ПК, можно непосредственно связать К2 и ПК (указано пунктиром).

Для реализации второго варианта технологии связи компонентов системы (в виде готового решения на базе ESP8266), необходимо разработать собственное программное обеспечение для модуля, реализующее функции взаимодействия с периферийными устройствами и методы приёма-передачи информации. Данный вариант можно реализовать несколькими способами:

1. Обмен информацией через MQTT протокол.
2. Использование облачных IoT (Internet of Things) сервисов.
3. Использование протокола AllJoyn.
4. HTTP запросы с использованием протоколов типа REST, XML-RPC (SOAP).

На данный момент уже разработано большое количество прошивок и проектов, реализующих данные методы. Таким образом, использование решений на базе микроконтроллера ESP8266 открывает большие возможности для замещения проводного соединения компонентов системы «Умный дом» более удобными и универсальными беспроводными методами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЛУЧЕВУЮ ПРОЧНОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

А.О. Митин

Научный руководитель - Орешков В.И.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В работе рассмотрены факторы, влияющие на лучевую прочность (ЛП) оптических покрытий (ОП) и её зависимость от их параметров. Приведены результаты измерения пороговой плотности энергии лазерного излучения и

определены значения параметров, обеспечивающие требуемый уровень ЛП ОП.

Широкое распространение ОП в оптоэлектронике и квантовой электронике, оптическом приборостроении, спектроскопии и голографии обусловлено бурным прогрессом в данных областях на протяжении последнего десятилетия. Одним из основных свойств ОП является их ЛП – способность материала выдерживать кратковременное воздействие лазерного излучения и сохранять свои функции после этого воздействия [1].

В данной работе необходимо определить условия, при которых достигается наиболее высокая ЛП ОП, путем нахождения предельных значений плотности энергии лазерного излучения отдельных образцов.

Для определения ЛП ОП был использован специальный стенд, схема которого представлена на рис.1.

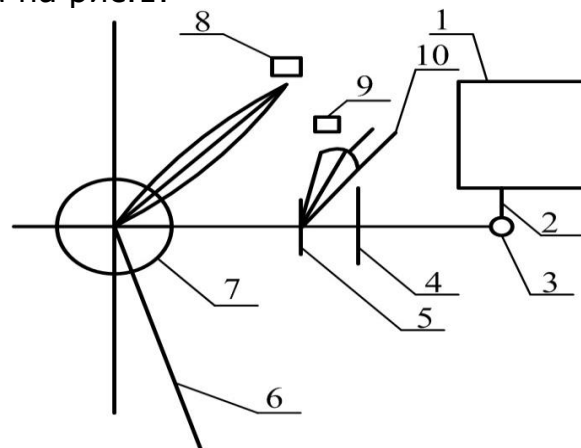


Рис. 1 – Схема формирования лазерного пучка: 1 – источник светового излучения; 2 – луч лазера; 3 – поворотное зеркало; 4 – фокусирующая оптическая система; 5 – клин; 6 – путь отражения подсветки; 7 – образец; 8 – камера, контролирующая образец; 9 – камера, контролирующая излучение; 10 – калориметр

На каждом образце облучаются несколько точек, образующих зону облучения. В каждую точку производится 20 - 25 выстрелов с последовательно увеличивающейся плотностью энергии лазерного излучения, после чего фиксируется разрушение исследуемого материала.

Основным факторами, влияющим на ЛП ОП является подготовка подложки, материал подложки, используемые пленкообразующие материалы и наличие полного или частичного ионного ассистирования. Так же важным параметром является угол падения лазерного луча относительно поверхности образца [2].

В данной работе проводились эксперименты по определению ЛП ОП с применением протирки подложки салфетками без ворса, протирки подложки салфетками с использованием полирита и предварительной обработки подложки ультразвуком в подогретом ацетоне. Также исследуемые образцы подвергались полному или частичному ионному ассистированию.

Ионное ассистирование — метод модификации напыляемых покрытий ионно-плазменным потоком с регулируемой энергетикой [3]. Результаты измерений пороговой плотности энергии в зависимости от способа подготовки подложки и наличия полного или частичного ионного ассистирования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений пороговой плотности энергии.

	Полное ионное ассистирование	Частичное ионное ассистирование
Салфетки без ворса	17,7 Дж/см ²	15,7 Дж/см ²
Салфетки с применением полирита	18,5 Дж/см ²	15,1 Дж/см ²
Ультразвуковая обработка в подогретом ацетоне	16,9 Дж/см ²	14,8 Дж/см ²

По результатам экспериментов было установлено, что для получения ОП с более высокой ЛП при частичном ионном ассистировании следует применять протирку подложки салфетками без ворса. При полном ионном ассистировании наилучший результат достигается при использовании салфеток с применением полирита. Предварительная обработка подложки ультразвуком в подогретом ацетоне позволяет получить наименьшие значения предельной плотности энергии лазерного излучения при использовании как полного, так и частичного ионного ассистирования.

Библиографический список

1. ОСТ11-070.802-80. Материалы оптические и элементы твердосплавных лазеров. Метод определения лазерной прочности.
2. Маненков А. А., Прохоров А. М. Лазерное разрушение прозрачных твердых тел // Успехи физ. наук. 1986. Т. 148, Вып. 1. С. 179–211.
3. Иванов А.В. Прочность оптических материалов. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1989. 144 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЕЙСТВА NETLINK-ПРОТОКОЛА RTNETLINK ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ УСТРОЙСТВА

А.С. Буробина, Е.С. Геращенко
Научный руководитель – Шибанов В.А.
к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Задача определения различных параметров сетевых интерфейсов является достаточно актуальной при разработке прикладных приложений. Существует значительное количество вариантов программной реализации решения подобной задачи. Один из наиболее эффективных - использование семейства Netlink-протокола rtnetlink.

Данный протокол использует сокеты маршрутизации NETLINK_ROUTE.

Была разработана программа с использованием этих сокетов, которая позволяет определять параметры сетевых интерфейсов компьютера, строить arp-таблицу и таблицу маршрутизации.

При написании программы применялись следующие типы сообщений rtnetlink.

- RTM_GETLINK – получение информации о параметрах сетевых интерфейсов
- RTM_GETADDR – получение информации об IP-адресе интерфейсов

- RTM_GETROUTE – получение информации о таблице маршрутизации
- RTM_GETNEIGH – получение информации от соседей (например, при построении ARP-таблицы).

Каждое netlink-сообщение представлено одним или несколькими заголовками, за которыми следуют полезные данные. Сообщения могут принадлежать к различным типам. В данной программе используются следующие типы сообщений:

- NLM_F_REQUEST – сообщение запроса чего-либо
- NLM_F_DUMP – интегрирует в себе запрос на возврат таблицы внутри некой сущности и запрос на возврат найденных соответствий.

Ниже приведены фрагменты программы, описывающие структуру для хранения параметров сетевых интерфейсов, функцию для разбора заголовка сообщения и функцию для извлечения информации о сообщении. Программа написана на языке Си.

//структура для хранения информации об адресе, маске и имени интерфейса

```
struct addr_info {
    struct in_addr IPV4;
    unsigned char masc;
    char *name;
};
```

//функция для разбора заголовка сообщения

```
int readNlSock(int sockFd, char *bufPtr, int seqNum, int pId)
{
    struct nlmsghdr *nlHdr;
    int readLen = 0, msgLen = 0;
```

```
do {
    if ((readLen = recv(sockFd, bufPtr, BUFSIZE - msgLen, 0)) < 0) {
        perror("SOCK READ: ");
        return -1;
    }
```

```
    nlHdr = (struct nlmsghdr *) bufPtr;
```

```
    if ((NLMSG_OK(nlHdr, readLen) == 0)
        || (nlHdr->nlmsg_type == NLMSG_ERROR)) {
        perror("Error in recieved packet");
        return -1;
    }
```

```
    if (nlHdr->nlmsg_type == NLMSG_DONE) {
        break;
    } else {
        bufPtr += readLen;
        msgLen += readLen;
    }
}
```

```

        if ((nlHdr->nmsg_flags & NLM_F_MULTI) == 0) {
            break;
        }
    } while ((nlHdr->nmsg_seq != seqNum) || (nlHdr->nmsg_pid != pId));
    return msgLen;
}

//функция для извлечения информации из сообщения
void parseAddr(struct nlmsgghdr *nlHdr, struct addr_info *addrInfo) {
    struct ifaddrmsg *ifi;
    struct rtattr *tb;
    int rtlen;

    ifi = (struct ifaddrmsg *) NLMSG_DATA(nlHdr);

    tb = (struct rtattr *) IFA_RTA(ifi);
    if (ifi->ifa_family != AF_INET) return;
    rtlen = NLMSG_PAYLOAD(nlHdr, sizeof(struct ifaddrmsg));

    for (; RTA_OK(tb, rtlen); tb = RTA_NEXT(tb, rtlen))
    {
        if (tb->rta_type == IFA_LABEL)
        {
            addrInfo->name = (char*) RTA_DATA(tb);
        }
        if (tb->rta_type == IFA_ADDRESS)
        {
            addrInfo->IPV4.s_addr = *(u_int *) RTA_DATA(tb);
        }
    }

    addrInfo->masc = ifi->ifa_prefixlen;

    printAddr(addrInfo);
    return;
}

```

В функции ReadNlsock(int sockFd, char *bufPtr, int seqNum, int pId) выполняется запрос к ядру, проверяется целостность заголовка и происходит последовательное чтение сообщений (последнее сообщение имеет тип NLMSG_DONE). После чтения последнего сообщения происходит возврат из функции.

Далее для разбора и получения информации из каждого сообщения вызывается функция parseAddr(struct nlmsgghdr *nlHdr, struct addr_info *addrInfo). В ней выполняются проверки различных атрибутов, и в зависимости от их значения запись информации в элементы структуры addrInfo.

После этого инициализируется вывод информации на экран, и управление передаётся в функцию `main()`, где происходит очистка памяти и закрытие сокета.

Получение остальной информации реализовано с помощью аналогичных функций.

Netlink-сокеты являются одним из наиболее эффективных способов для получения сетевой информации с компьютера пользователя.

МЕТОД ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ С OFDM-МОДУЛЯЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОДХОДА МИНИМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИИ КЕЙПОНА

А.А. Виноградов

Научный руководитель – Ершов Р.А.

асс.

**Национальный исследовательский Нижегородский
государственный университет им. Н.И. Лобачевского**

В настоящее время высокую актуальность приобретает задача оценки взаимной временной задержки сигналов, возникающая при решении многих практических вопросов в различных областях науки и техники, таких как радиолокация, навигация и др. Задача оценки временной задержки в свою очередь стоит при реализации разностно-дальномерного метода пассивной пеленгации.

В современных спутниковых системах связи широкое распространение получили сигналы с ортогональным частотным мультиплексированием большого количества поднесущих (OFDM-модуляция). Сигнал с OFDM-модуляцией описывается следующим выражением:

$$S[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} \dot{C}_k \exp[j2\pi nk / N], \quad (1)$$

где N – количество поднесущих, n – индекс временного отсчета, k – индекс поднесущей, $\dot{C}_k$ – комплексный элемент сигнального созвездия, соответствующий передаваемой битовой последовательности.

Наличие космического сегмента в системе связи вызывает необходимость учета эффекта Доплера, который при распространении сигналов приводит к сдвигу и масштабированию их спектра.

Традиционный подход к оценке взаимной временной задержки на основе вычисления взаимной функции неопределенности позволяет компенсировать сдвиг частоты, однако не учитывает масштабирование спектра.

Масштабирование спектра не позволяет применять традиционный метод оценки взаимной временной задержки, основанный на вычислении взаимной функции неопределенности. На рис.1. представлено сечение функции неопределенности OFDM-сигналов с шириной полосы 400 МГц. Как видно из рисунка, функция не имеет выраженного главного максимума, соответствующего временной задержке.

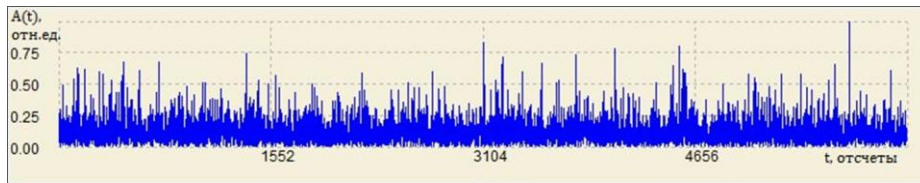


Рис.1 - Взаимная функция неопределенности OFDM-сигналов

В работе предлагается метод, основанный на разбиении широкополосных сигналов на M частотных каналов с последующим применением нелинейной фильтрации к сигналам в этих каналах [1,2]. Возможно выделение M узкополосных сигналов с помощью цифровой полосовой фильтрации. Ширина i -го канала B_i выбирается из условия $\Delta f_i / B_i \ll 1$, где Δf_i - доплеровский сдвиг i -го канала.

Необходимо выбрать оптимальное число M выделяемых каналов, при котором метод будет давать состоятельную оценку при минимальных вычислительных затратах. На рис. 2 представлен результат работы метода при количестве выделяемых каналов $M = 32$.

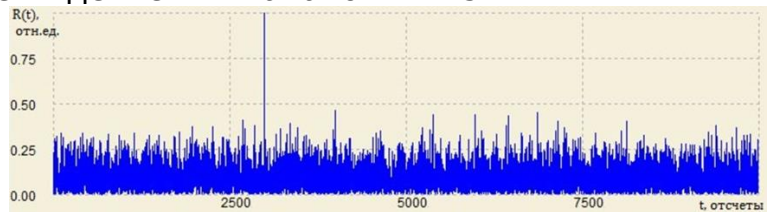


Рис.2 - Результат алгоритма при числе каналов $M = 32$

Для двух наборов из M узкополосных сигналов, полученных от опорного и исследуемого сигналов, предлагается применить алгоритм нелинейной фильтрации для выделения скачков фазы в частотном канале [1]. В качестве фильтра предлагается использовать квадратичный фильтр, основанный на обобщении подхода минимальной дисперсии Кейпона. Выходной сигнал данного фильтра записывается следующим образом [1]:

$$y[n] = x^H[n] R_{xx}^\#(f_0) x[n], \quad (2)$$

где $R_{xx}^\#$ - псевдообратная матрица по отношению к автокорреляционной матрице гармонического сигнала на частоте f_0 .

После фильтрации для каждой пары узкополосных сигналов определяется взаимная корреляционная функция.

Для получения выраженного главного максимума M полученных взаимных корреляционных функций суммируются по модулю для вычисления главной взаимной корреляционной функции, по которой оценивается взаимная временная задержка опорного и исследуемого сигналов. Выражение для главной взаимной корреляционной функции выглядит следующим образом:

$$R[n] = \sum_{i=0}^M |R_i[n]|, \quad (3)$$

где $R_i[n]$ - n -ый отсчет взаимной корреляционной функции i -ой пары узкополосных сигналов.

Предложенный алгоритм является вычислительно эффективным и дает состоятельную оценку взаимной временной задержки в условиях низкого отношения сигнал/шум и наличия в системе связи эффекта Доплера.

Библиографический список

1. Логинов А.А., Морозов О.А., Хмелев С.Л. Алгоритм цифровой предварительной обработки сигналов с квадратурной фазовой модуляцией в задаче определения взаимной временной задержки // Известия вузов. Радиофизика. -2009. –Т.52, № 5-6, С.503.
2. Ершов Р.А., Морозов О.А., Фидельман В.Р. Оценка взаимной временной задержки сигналов с псевдослучайной скачкообразной перестройкой частоты // Известия вузов. Радиофизика. –2015. – Т.58, № 2, С.157.

АЛГОРИТМЫ СТЕГАНОГРАФИИ И МЕТОДЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОДАХ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ОШИБКИ ДЛЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ

А.В. Лазарев

Научный руководитель – Линович А.Ю.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Стеганография – способ информационного сокрытия, служащий скрыть сам факт передачи тайной информации. Скрываемое сообщение называется *стегосообщением*. Стеганографической передачей информации называется процесс передачи дополнительной (скрытой) информации в структуре данных [1].

Стеганография в кодах, исправляющих ошибки (СКИО) – это реализация технической стеганографической системы путем внесения стегосообщений в информационные данные. Внешне эти сообщения выглядят как шум. Соответственно, шум, вызванный путем вкрапления *стегобитов*, называется *искусственным шумом*. Необходимо, чтобы искусственная ошибка была неотличима от подлинных ошибок, возникающих в канале связи. Таким образом, сама идея *СКИО* – вкрапление данных стегосообщения в виде искусственных ошибок внутри кодового слова [2].

Существует два метода вкрапления искусственной ошибки: *вкрапление замещением* и *вкраплением ошибкой*.

Общий принцип информационного сокрытия в *СКИО* изображен на рисунке 1.

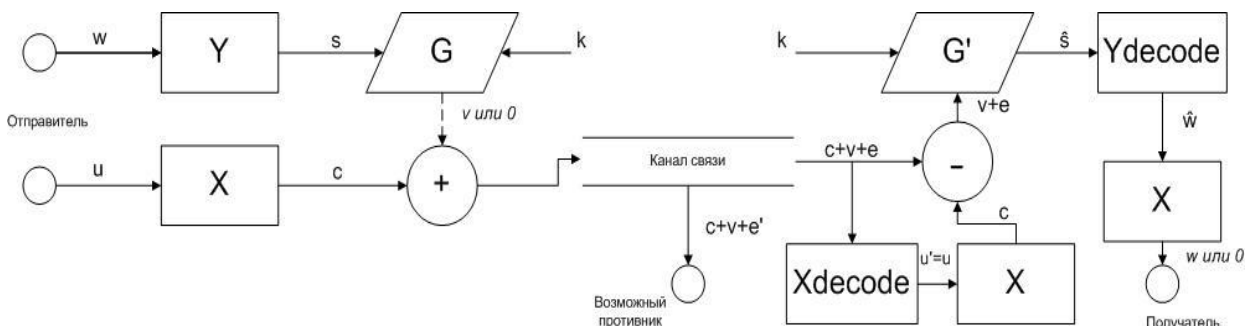


Рис. 1 – Функциональная схема СКИО в канале связи с шумом

Отправитель исходного сообщения u кодирует информацию с помощью кодера X , на выходе которого – кодовое слово c . Чтобы *подлинные ошибки* (e) не повредили скрытое сообщение w , перед вкраплением стегосообщения необходимо закодировать с помощью какого-нибудь кода. Кодирова-

ние и декодирование этого кода обозначено Y и Y_{decode} , а на выходе – сообщение s и $\hat{s}$ соответственно. Процедура «+» означает вкрапление. Процедура «-» является обратной процедуре вкрапления. В бинарной последовательности эти операции тождественны. Для того чтобы произвести вкрапление, необходимо выбрать позиции из кодового слова c . Выбор позиций выполняется *генератором искусственных ошибок* G . Он принимает на вход ключ k и закодированное стегосообщение, а на выходе кодовое слово v той же длины что и c . Извлечение скрытых данных производится с помощью дискриминатора G' . На выходе канала сообщение содержит подлинные и искусственные ошибки. Подав канальное сообщение на вход декодера X_{decode} , можно получить $u'=u$, приняв во внимание следующее тождество:

$$\forall u \in U, \forall e \in E_0 \rightarrow X_{decode}(X(u + e)) \equiv u$$

Данная схема модели *СКИО* содержит некоторые ограничения, которым в докладе будет уделено подробное внимание.

В докладе приводится описание алгоритма вкрапления искусственных ошибок. Также рассмотрены информационно-теоретические модели в стеганографии, модель трех каналов. Анализирован класс кодов, *уменьшающих вес (КУВ)*, которые необходимы для «вкрапления ошибкой» искусственной ошибки v в кодовое слово c .

Рассмотрены основные проблемы практической реализации *СКИО*, определение вероятности возникновения ошибки в зависимости от выбранной модели канала связи. Построение *СКИО* для M -ичного алфавита символов.

Библиографический список

1. А.В. Аграновский. Стеганография, цифровые водяные знаки и стегоанализ. М.: Вузовская книга, 2009. – 220 с.
2. Слипенчук П.В. Перспективы и практическое применение стеганографии в помехоустойчивых кодах. М.: ВНИИ ПВТИ журнал БИТ, №2014-3, 2014.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ МАТРИЦЫ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛА

А.А. Кудряшова

Научный руководитель – Бакке А.В.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В современном мире постоянно возрастают требования к характеристикам беспроводных сетей связи, постоянно требуется повышать скорость передачи данных, устанавливать более надежные соединения, устойчивые к различного рода помехам. Пытаясь решить данные задачи, инженеры сталкиваются в основном с двумя проблемами. Первая проблема - замирания сигнала, она связана с переотражением волн на пути своего следования от всевозможных препятствий. Вторая проблема - межканальная ин-

терференция, которая возникает из-за искажения сигнала в соте под влиянием сигналов соседних сот, использующих такой же частотный диапазон. Для устранения этих проблем целесообразно использовать технологию Multiple Input Multiple Output (MIMO), которая в последнее время широко применяется в перспективных беспроводных системах связи, таких как WiFi, WiMAX, так же MIMO находит применение в системах сотовой связи, системах 4G, а именно LTE. При этом значительно увеличивается пропускная способность и спектральная эффективность системы за счет передачи данных от источника к получателю по нескольким радиоканалам с использованием специальных методов пространственно-временного кодирования.

Целью данной работы является исследование влияния погрешности оценки матрицы канальных коэффициентов на пропускную способность на примере канала связи с плоской частотной характеристикой, а также установление оптимального значения длительности времени измерения матрицы канальных коэффициентов и периода повторения измерений.

Пропускная способность MIMO канала связи определяет максимально возможную скорость передачи информации в канале связи (КС) MIMO, приведенную к единице полосы канала [1].

Сигнал проходит от каждой передающей антенны к каждой приемной антенне через неоднородную рассеивающую среду, которая описывается через коэффициенты передачи канала $h_{N,M}$, формирующие канальную матрицу $\mathbf{H}$ [2], где N – количество передающих антенн, M – количество приемных антенн.

Значения элементов канальной матрицы быстро изменяются во времени и зависят от частоты. Особенно это проявляется в условиях, когда передатчик быстро движется относительно приемника. Для постоянной оценки канальной матрицы применяется связанная с пилот-символами модуляция (PSAM - Pilot Symbol Assisted Modulation). При передаче полезной информации, заранее известные на приемной стороне тестирующие пилот-символы периодически вставляются между информационными символами [3].

В данной работе использовалась обобщенная формула Шеннона для пропускной способности КС на многомерный случай, которая выведена Эмре Телатаром в работе [4].

Основываясь на методе, полученном в [3], исследовано влияние ошибок матрицы канальных коэффициентов на пропускную способность:

$$C = (1 - T_{uzm}) \sum_{nt=0}^{Nt} \left[\log_2 \left(1 + \frac{SNR}{Nt} \cdot \lambda_{nt} \cdot \frac{1}{1 + \frac{SNR \cdot (Nt - 1) \cdot \Delta}{T_{uzm}}} \right) \right], \quad (1)$$

где T_{uzm} – безразмерная величина, равная доли общего времени, затраченной на измерения, Nt – количество передающих антенн, SNR – отношение сигнал-шум, λ_{nt} – среднее значение коэффициента передачи мощности собственного пространственного канала, Δ – коэффициент, характеризую-

щий уменьшение влияния шума за счет эффекта накопления при измерении.

Было проведено математическое моделирование в пакете *MATLAB*. Получен ряд зависимостей пропускной способности от времени измерения канальной матрицы при различных значениях отношения сигнал-шум, коэффициента Δ , и при различном количестве передающих и приемных антенн.

Библиографический список

1. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейнделин В.Б. Технология ММО. Принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 244 с.
2. Коляденко Ю.Ю., Коляденко А.В. Модель радиоканала для ММО-систем // Проблемы телекоммуникаций. - 2012. - №2(7) – с. 91-109.
3. Слюсар В.И., Масенов Н.А., Фещенко С.В. Оценка влияния времени измерения характеристик радиоканала ММО на его пропускную способность // Международная научно-техническая конференция ИСТ-2010 (ИАИ-2008), Киев, 14-17 мая 2008 г. К.:Просвіта, 2008. — с. 502-511.
4. Telatar I. E. Capacity of multi-antenna Gaussian channels // Eur. Trans. Tel. – 1999. – Vol. 10, N. 6. – P. 585–595.

ОЦЕНКА ДИСПЕРСИИ ОШИБКИ ОЦЕНИВАНИЯ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ММО СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

В.И. Кудряшов

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается возможность повышения пропускной способности ММО системы передачи информации путем учета корреляции канальных коэффициентов ММО системы связи с движущимися объектами и синтеза алгоритма оптимальной фильтрации матрицы канальных коэффициентов. Ранее в работах [1,2] были получены корреляционные свойства канальных коэффициентов в зависимости от скорости движущегося объекта. Предельную пропускную способность в ММО системе связи можно получить, если значения канальных коэффициентов известны абсолютно точно как на приемной, так и на передающей стороне. Достигнуть предельной точности оценивания может помочь применение алгоритмов оптимальной фильтрации. Разработана и исследована динамическая модель канальных коэффициентов ММО системы передачи информации от движущегося объекта, учитывающая различные условия распространения и преотражения радиоволн: конфигурацию распределения отражателей на местности, расположение приемного пункта и движущегося объекта в заданный момент времени, вид траектории движения движущегося объекта, скорость движения. Описание распространения сигнала в ММО канале основано на геометрической однокольцевой модели отражения [2].

Рассматривается алгоритм винеровской фильтрации канальных коэффициентов, а также оценка дисперсии ошибки оценивания канальных коэффициентов для данного алгоритма [3]. С помощью компьютерного модели-

рования получены зависимости канальных коэффициентов, корреляции канальных коэффициентов и оценки дисперсии ошибки оценивания канальных коэффициентов от пространственного расположения элементов однокольцевой модели и скорости движения объекта.

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания, проект № 2014/178 в Рязанском государственном радиотехническом университете.

Библиографический список

1. Паршин Ю.Н., Кудряшов В.И. Корреляционные свойства канальных коэффициентов MIMO системы связи с маневрирующим объектом // Цифровая обработка сигналов. 2015. №4. С. 20–23.
2. M. Patzold, B. O. Hogstad. A Space-Time Channel Simulator for MIMO Channels Based on the Geometrical One-Ring Scattering Model // Wireless Communications and Mobile Computing. Special Issue on Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) Communications. – Nov. 2004. – Vol. 4. – No 7. – P. 727–737.
3. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Перевод с английского под ред. В.А. Лексаченко. — М.: Радио и связь, 1986. — 448 с. ил.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАЗОВОГО ШУМА СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ НА ОЦЕНКУ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ MIMO СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

П.А. Казначеев

Научный руководитель - Паршин Ю.Н.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Эффективное использование Multiple-Input-Multiple-Output (MIMO) системы передачи информации, требует вычисления матрицы канальных коэффициентов с определенной периодичностью, которая зависит, в частности, от скорости перемещения подвижного объекта, пункта приема и местных отражателей в зоне электромагнитной доступности, а также, заданной точностью, при этом ошибка вычисления канального коэффициента приводит к искажению передаваемого сообщения.

Негативное влияние на точность измерения канальной матрицы оказывают:

- белый гауссовский шум, борьба с которым может осуществляться путем увеличения мощности передатчика, объема выборки для расчета коэффициентов, применением более сложных алгоритмов оценки, например алгоритма максимального правдоподобия;
- изменение коэффициентов передачи канала связи, вызванное перемещением подвижного объекта; таким образом, периодичность измерения канальной матрицы выбирается исходя из решения оптимизационной задачи, так как слишком частое измерение приведет к проигрышу в отношении сигнал-шум, поэтому в таких случаях ограничивают один из параметров, например, объем выборки для расчета канального коэффициента, затем

пытаются достичь минимальной ошибки, вследствие изменения во времени канальной матрицы;

- фазовый шум, который в рассматриваемом случае вызван нестабильностью частоты задающего генератора передатчика и гетеродина приемника.

Поскольку в настоящее время в приемно-передающей аппаратуре используются прямые цифровые повышающие и понижающие преобразователи, Digital Up-Converter (DUC) и Digital Down-Converter (DDC) соответственно, низкочастотная часть фазового шума, вызывает дополнительную ошибку измерения канального коэффициента на нулевой промежуточной частоте.

Целью данной работы является экспериментальное измерение дополнительной ошибки вычисления канального коэффициента, вызванной фазовым шумом, в условиях полета беспилотного летательного аппарата. Для проведения эксперимента использован программно-аппаратный комплекс, состав и принцип работы которого описан в [1].

Для вычисления канальной матрицы на приемной стороне использован квазиоптимальный алгоритм [2], согласно которому величина канального коэффициента равна взаимной корреляции отсчетов комплексных огибающих сигналов, принимаемых каждой из приемных антенн от каждой из передающих антенн.

При этом выражение для комплексного канального коэффициента с учетом всех указанных дополнительных ошибок будет иметь вид $\hat{h} = \underline{h}_1 + \xi = \underline{h}e^{i\Psi} + \xi$, где $\underline{h}$ – истинное значение канального коэффициента, Ψ – случайное значение фазы с дисперсией $D_\Psi(\tau)$, которая рассчитывается путем преобразований над спектральной плотностью мощности фазового шума [3], ξ – ошибка вследствие влияния аддитивного теплового шума с дисперсией D_ξ .

Наибольшее влияние фазового шума отмечено при высоких отношениях сигнал-шум, а также при длительной задержке сигнала, что на практике означает длительность интервала между измерением канальной матрицы и ее использованием для пространственного декодирования. Уменьшения фазовых шумов синтезаторов частоты можно добиться путем применения фильтров в цепи обратной связи управляемого генератора. Однако при решении указанной ранее оптимизационной задачи необходимо кроме учета изменения самой канальной матрицы учитывать нестабильность частот задающих генераторов.

Библиографический список

1. Паршин Ю.Н., Жариков П.В., Казначеев П.А. Программно-аппаратный комплекс тестирования канальной матрицы MIMO системы передачи информации от подвижного объекта // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета — Рязань: РГРТУ, 2015 №4, вып. 54, Часть 1. — С. 3-8.
2. Слюсар В.И. Коррекция характеристик приемных каналов цифровой антенной решетки по контрольному источнику в ближней зоне // Радиоэлектроника. — 2003. — № 1. — С. 44–52. (Изв. вузов).
3. Белов Л.А. Формирование стабильных частот и сигналов: учеб. посо-

бие для вузов. — М.: Академия, 2005. — 224 с.: ил.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОДОВЫХ ШКАЛ

Д.А. Савин

Научный руководитель – Федоров В.П.

К.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Измерительные системы с кодовыми шкалами (КШ) занимают важное место в области точных линейных измерений. Среди разных типов многодорожечных КШ для преобразователей линейных перемещений (ПЛП) [1] получили применение шкалы, построенные на основе позиционного двоичного кода и циклического кода Грея. Известны также шкалы [2], построенные с применением теории рекуррентных последовательностей. Такие рекурсивные кодовые шкалы (РКШ) позволяют проектировать одно- и двухдорожечные ПЛП [1], в том числе на основе фотоэлектрического метода считывания.

Критериями совершенства КШ при заданной разрешающей способности ПЛП являются такие признаки, как число наносимых границ смены рисунка кодовой маски, число дорожек, однопеременность используемого кода. Несмотря на серьезные достижения в данной области существующие КШ удовлетворяют перечисленным требованиям не в полной мере.

Цель работы состоит в построении шкалы, максимально удовлетворяющей требованиям предельного уменьшения числа дорожек и числа наносимых границ смены рисунка кодовой маски.

Переход к одноканальной КШ можно осуществить, если каждую цифру кода представить на оптической кодовой дорожке соответствующим эквивалентом (клеткой); это соответствие показано ниже на рисунке 1. Фактически цифры кодируются с помощью цифровых меток – утолщенных полос, наносимых в определенных зонах цифровой клетки.

Задача формирования кода измеряемой координаты наилучшим образом решается при проецировании изображения соответствующего измеряемому положению объекта участка кодовой дорожки на матрицу (линейку) со множеством достаточно равномерно расположенных фотоприемников. Использование в качестве датчиков считываемого с кодовой шкалы изображения приборов с зарядовой связью (ПЗС) открывает именно такие возможности. Для одноканальной КШ более подходящим прибором является ПЗС-линейка, обеспечивающая наибольшее быстродействие ПЛП. Благодаря высокой координатной стабильности светочувствительных элементов [3] ПЗС-линейка может рассматриваться как измерительная шкала.



Рис. 1 - Представление цифр кода на оптической кодовой дорожке

Выводы. Таким образом, предложенный принцип построения одноканальной кодовой шкалы позволяет упростить кодирующую структуру пре-

образователя при большом отношении диапазона измерения к разрешению.

Библиографический список

1. Коротаев В.В., Прокофьев А.В., Тимофеев А.Н. Оптико-электронные преобразователи линейных и угловых перемещений. Часть 1. Оптико-электронные преобразователи линейных перемещений / Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2012. 114 стр.
2. Азов А. К., Ожиганов А.А., Тарасюк М. В. Рекурсивные кодовые шкалы // Наука и образование: Электронное научное издание. Изд. ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э.Баумана». Эл.№ ФС77- 48211. Май, 2005.
3. Королев А.Н., Гарцуев А.И. Точность измерения координат изображения на ПЗС-матрице// Измерительная техника. 2004. №5. С. 20 - 22.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДВУНАПРАВЛЕННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ С НЕСКОЛЬКИМИ СЕТЕВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ АСИНХРОННЫМ МЕТОДОМ ПЕРЕДАЧИ

А.Ю. Точилин

Научный руководитель – Антоненко А.В.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается разработка приложения, цель которого заключается в создании программы, автоматизирующей тестирование программного обеспечения ряда телекоммуникационных устройств. Новизна этого решения заключается во взаимодействии проектируемого приложения сразу с несколькими сетевыми устройствами. Актуальность разработки обосновывается отсутствием в системе автоматизированного тестирования компании D-Link модуля, отвечающего за корректировку настроек сетевых устройств.

Разработка приложения разделена на несколько логических модулей:

- модуль проверки корректности вводимых данных;
- модуль приема и передачи данных;
- модуль манипулирования базовым конфигурационным файлом;
- модуль останова процесса обмена данными.

Из перечисленных модулей в данный момент разработан модуль приема и передачи данных.

Под логическим модулем в этой работе подразумевается совокупность программных модулей, позволяющих реализовать ту или иную функцию программного обеспечения.

В работе предусматривается два возможных способа взаимодействия устройств между собой: по кабелю и по Wi-Fi.

Взаимодействие между устройствами осуществляется по протоколу Telnet. Выбор протокола обусловлен отсутствием необходимости шифровать передаваемые данные, так как использование проектируемого программного продукта планируется только в рамках локальной сети компании Д-Линк Трейд. Использование Telnet позволит сократить время обращения к устройству.

В работе активно применяется механизм сигналов и слотов. Сигналы и слоты позволяют эффективно производить обмен информацией о событиях, вырабатываемых объектами.

Реализация протокола Telnet осуществляется посредством асинхронного сокета. В работе применяется потоковый сокет. Этот выбор объясняется возможностью предоставления дополнительных механизмов, направленных против искажения и потери данных, что очень важно при передаче команд на устройство.

Асинхронная передача предоставляет возможность избежать блокировку приложения в процессе его работы и позволяет производить асинхронное взаимодействие сразу с несколькими устройствами. Предположительно, количество устройств будет ограничиваться мощностью рабочей станции, на которой будет производиться работа разрабатываемого ПО. При авторизации на устройстве в программе необходимо было сделать работу сокета синхронной. То есть при авторизации сокет переводится в синхронное состояние посредством таймеров. Как только ответ от сервера получен, по последнему символу сообщения информация выводится на экран приложения и начинается асинхронная передача команд из заранее заготовленного файла на устройстве. Работа с несколькими устройствами реализована с помощью параллельного программирования. Взаимодействие с каждым устройством выделяется в отдельный поток и далее зависит от корректной работы сокета.

В программе ПК выступает клиентом, а сервер находится на устройстве. Для реализации TCP-клиента создан объект класса `QTcpSocket`, а затем вызван метод `connectToHost()`. В него передается первым параметром IP-адрес устройства, а вторым — номер порта сервера, зарезервированный как 23. Происходит установка связи с сервером и, в случае успеха, высылается сигнал `connected()`, который принимает слот, после чего продолжается пересылка команд. В противном случае будет выслан сигнал `error()` и соединение будет разорвано, передача команд прекращена. После установления соединения реализуется считывание и прием данных с сервера в асинхронном порядке. Вывод полученной информации не прерывается отправкой команд. Это также реализовано посредством таймеров.

Практическая ценность работы заключается в том, что автоматизированное тестирование уменьшает затраты времени на конфигурирование программного обеспечения устройств, тем самым повышает производительность труда специалиста.

Библиографический список

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. - СПб: Питер, 2001. - 672 с.: ил.
2. Шлее М. Qt 4.8. Профессиональное программирование на C++. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012 – 912 с.: ил.
3. Бороновский А.Н. Qt4.7+. Практическое программирование на C++. - СПб.: Питер, 2012. – 492 с., ил.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА

В.С. Чикалкин

Научный руководитель – Шибанов А.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Создание сетей связи является одной из важнейших задач в области исследований космоса. Для достижения максимального качества связи целесообразно обратиться к ЭВМ со специализированным программным обеспечением, которое способно исследовать проектируемую сеть, произвести все необходимые вычисления и дать представление о реальной работе создаваемой сети.

Наиболее часто используемый алгоритм работы космической сети - метод синхронного множественного доступа. В настоящее время на рынке программного обеспечения имеются следующие средства моделирования сетей: GPSS, MATLAB, NS-3. Эти средства обладают широкими возможностями для моделирования сетей, однако требуют навыков в программировании и весьма дорого стоят.

Сеть космической связи — это система массового обслуживания, в которой заявки представляют собой пакеты данных, которые отправляют земные рабочие станции через спутник на множество других станций, расположенных на земле. Особенность работы алгоритма синхронного множественного доступа в том, что может быть обслужен лишь 1 пакет данных в единицу времени. Так как станции не связаны между собой, есть вероятность того, что на обслуживание одновременно поступят 2 и более пакетов. В этом случае ни один пакет обработан не будет. Отсюда следует, что сеть с таким алгоритмом работы весьма непроизводительна.

Исходя из всего вышесказанного, были поставлены следующие задачи:

- усовершенствовать алгоритм работы синхронного множественного доступа;
- разработать простую в использовании программу моделирования такой сети;
- обеспечить необходимый выбор входных параметров для исследования сети;
- обеспечить вывод всех необходимых для оценки работы сети результатов моделирования;
- обеспечить грамотную и наглядную иллюстрацию работы сети.

Для адаптации синхронного множественного доступа был применен псевдобайесовский алгоритм. Идея адаптации состоит в том, что новые и повторные заявки отправляются станцией в зависимости от загруженности сети. Если фиксируется подряд множество пустых окон, то нужно увеличить интенсивность повторного обращения задолженных станций, а если наблюдается большое количество конфликтов, то данная интенсивность должна быть снижена.

Была разработана программа, способная смоделировать работу сетей множественного доступа с адаптивным алгоритмом.

Входные данные для моделирования следующие:

- количество станций в сети;

- интенсивность входного потока.

Выходные результаты моделирования:

- количество поступивших от станций пакетов данных;
- количество обработанных пакетов;
- количество конфликтных окон и др.;
- средние значения заявок в очереди.

Также присутствует возможность быстрого моделирования для получения результатов о работе сети за некоторый промежуток времени.

Преимущества разработанной программы моделирования состоят в том, что она проста в использовании, при этом функционал средства не уступает существующим аналогам. Кроме того, имеется доступ к исходному коду, и возможность улучшения и добавления новых функций.

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК

В.Т. Фам

Научный руководитель – Сускин В.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время для удовлетворения растущих потребностей человечества в энергии используется, в основном, органическое топливо. Запасы органического топлива конечны и по мере их потребления цены на ископаемое топливо будут непрерывно расти. Поэтому проблема экономии потребления энергии от традиционных источников и переход на альтернативные источники энергии является чрезвычайно актуальной задачей.

Некоторые страны начинают активно использовать возобновляемые источники энергии. В таблице 1 представлен сравнительный анализ применения органического топлива и возобновляемых источников энергии с последующим ущербом для окружающей среды.

Таблица 1

	Загрязненный воздух		Вода/море	Фауна	Растительность	Площадь
	мировой	местный				
Уголь	++	++	+	+	++	++
Нефть	++	++	+	+	++	
Гидроэлектроэнергия			+	++	+	++
Ветровая энергия						++
Солнечная электро-энергия						

Пояснения

	Незначительные или нет экологических последствий
+	Некоторые экологические последствия
++	Основные экологические последствия

Из таблицы следует, что солнечная энергия является альтернативным конкурентом известных методов выработки энергии и к тому же экологически чистой. Существует несколько методов получения электрической энергии из солнечного излучения. Это:

- Фотовольтаика
- Термовоздушные электростанции
- Солнечные аэростатные электростанции

На основе таких способов получения электроэнергии построены различные солнечные энергетические установки (СЭУ), которые подразделяются на несколько типов:

- СЭУ башенного типа
- СЭУ тарельчатого типа
- Фотовольтаические солнечные энергетические установки (СЭУ)
- СЭУ, использующие параболические концентраторы

Фотовольтаические (СЭУ) в настоящее время находят все более широкое распространение в качестве альтернативного источника энергии для средних и малых автономных потребителей, а иногда и для больших солнечных электростанций, работающих в энергосистемах параллельно с традиционными тепловыми и газовыми электростанциями.

Фотовольтаические СЭУ, во-первых, стоят существенно (в разы) дешевле. Во-вторых, дают возможность строительства небольших индивидуальных на 5-20 кВт солнечных станций, рынок которых очень большой.

Наиболее перспективными на рынке по технико-экономическим показателям сегодня являются концентрированные фотовольтаические СЭУ. Такие СЭУ делятся на две группы: низкоконцентрированные с коэффициентом концентрации до 10 и высококонцентрированные с коэффициентом концентрации, исчисляемым сотнями и даже тысячами единиц.

Однако, в настоящее время в мире практически отсутствуют солнечные установки прямого преобразования солнечной энергии в электрическую (фотовольтаические СЭУ, на базе солнечных фотоэлектрических модулей (ФСМ)).

Такое положение дел вызвано двумя причинами, связанными с высокой температурой окружающей среды:

- при температуре окружающей среды около +45 °С собственная температура ФСМ становится выше температуры +85°С – максимально допустимой гарантийной температуры работы модуля;
- при высокой температуре окружающей среды резко, на 30-40 %, падает мощность ФСМ, что делает проекты по созданию фотовольтаических СЭУ малоэффективными.

В настоящее время, не взирая на трудности, отечественные и зарубежные ученые и инженеры исследуют технологии, материалы, методы и способы решения этих проблем.

У идеальной, на первый взгляд, технологии добычи солнечной энергии даже сегодня имеется целый ряд недостатков, однако можно быть уверенными в том, что это всего лишь индикатор совершенствования солнечной энергетики. Каждый день технологического прогресса совершенствует конструкцию СЭУ с целью повышения эффективности функционирования, поэтому получение экологически чистой альтернативной энергии это вопрос времени.

Библиографический список

1. Dr. P. Jayakumar Asian and Pacific Centre for Transfer of Technology Of the United Nations – Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), September 2009
2. Егоров П.В., Ульянов С.Л., «Электрическое и электронное оборудование современных автотранспортных средств» РТУиС, МГИЭМ, 2003.
3. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. М.: Энергоатомиздат. 1991. 208 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ В ЦИФРОВЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЯХ

А.Ю. Кретов

Научный руководитель – Корнеев В.А.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Адаптивная модуляция – это метод передачи, который используется в радиоканале для передачи сигнала с заданным уровнем качества. Главным преимуществом адаптивной модуляции является то, что оператор при благоприятных условиях на тракте передачи (отсутствие дождя, тумана и т.д.) может увеличить пропускную способность канала без изменения аппаратной части, размеров антенн.

В основном, радиорелейные линии, использующие QPSK модуляцию, имеют большой коэффициент готовности, обладают большим запасом на замирания, предназначенного для работы канала в плохих условиях. Однако это время значительно мало, а все оставшееся время запас попросту не используется и простаивает. Это приводит к увеличению стоимости системы, т.к. приходится сокращать пролеты, увеличивать диаметры антенн [1].

За счет того, что применяются менее надежные, но гораздо эффективные способы модуляции, запас на замирания еще больше увеличивает пропускную способность. Переход на разные виды модуляции (от QPSK до 512 QAM) позволяет избежать битовых ошибок. При уменьшении пропускной способности в следствии снижения уровня модуляции, обеспечивает большую надежность (до 99,9%) трафику с высоким приоритетом (голос, видео и т.д.). Адаптивная модуляция показывает более высокую стабильность работы даже при быстрых изменениях затухания, при любой конфигурации системы, включая резервную.

Одним из главных параметров, при оценивании работы адаптивной модуляции является стабильность значения задержки при переходе с одной схемы модуляции на другую. Важной проблемой при передаче синхронизации в технологиях пакетной передачи данных, которая может привести к полной деградации канала связи, является джиттер. Во избежание данной проблемы при применении адаптивной модуляции необходимо поддерживать минимальное постоянное значение задержки, т.к. это способствует к качественной передаче синхронизации в сетях пакетной передачи данных.

Реализация данной системы стала возможна при введении новых технологий, таких как:

- Проверка честности при низкой плотности (LDPC)
- Восстановление несущей по пилот-сигналу
- Адаптивная коррекция временной области

Использование адаптивной модуляции позволяет решить задачу рационального использования спектр, а также добиться высокой пропускной способности канала без изменения аппаратурной части. Данная модуляция позволяет сократить затраты на строительство РРЛ, а также увеличивает время готовности системы.

Библиографический список

1. Радиорелейная система «АНТЕРУМ IP» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.releika.ru/anterum-ip.html>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 2.10.2016).

ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАЗБИЕНИЯ ПРИ РАЗРЕШЕНИИ КОНФЛИКТОВ В СРЕДЕ С ОБЩИМ ДОСТУПОМ

Нгуен Ань Зунг, Фам Ань Минь

Научный руководитель - Шибанов А.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Используется модель с синхронным каналом, пуассоновским поступающим потоком, конфликтами или успешным приемом, быстрой обратной связью с сигналами 0, 1, е, повторной передачей при попадании в конфликт и бесконечным числом узлов[1].

При малой интенсивности попыток передач в возникающем конфликте с наибольшей вероятностью участвуют только два пакета. Если запретить передачу пакетов до тех пор, пока конфликт не разрешится, то каждый из вступивших в конфликт пакетов мог бы независимо передаться в следующем окне с вероятностью 0,5. Если не поступит пакет, вызывающий новый конфликт, то это привело бы к успешной передаче какого-либо из пакетов с вероятностью 0,5, а другой мог бы затем передаться в следующем окне. В противном случае с вероятностью 0,5 возникает другой конфликт или пустое окно. В этом случае каждый из двух пакетов мог бы снова независимо передаваться в следующем окне с вероятностью 0,5 и т. д. до тех пор, пока не возникнет успешная передача, за которой последовала бы передача оставшегося пакета. При такой стратегии двум пакетам потребуется два окна с вероятностью 0,5, три окна с вероятностью 0,25 и i окон с вероятностью $2^{-(i-1)}$.

Среднее число окон, необходимых для передачи этих двух пакетов, теперь можно вычислить и получить величину три, что дает скорость передачи для периода, в течение которого разрешается конфликт.

Существуют различные способы, используя которые в узлах, попавших в конфликт, можно делать выбор между тем, передавать или нет в последующих окнах. В каждом узле можно просто подбрасывать симметричную монету, чтобы делать выбор. При использовании алгоритмов разбиения множество вступивших в конфликт узлов разбивается на подмножества, при-

чем узлы одного из них передают в следующем окне. Если конфликт не разрешился, то производится дальнейшее разбиение на подмножества.

В докладе рассматривается реализация программы на основе древовидных алгоритмов с использованием стека.

Библиографический список

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. -544с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ДАННЫХ ПО КОЛЬЦЕВЫМ СЕТЯМ

М.В. Гольд

Научный руководитель – Шибанов А.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Программное обеспечение, разрабатываемое с целью моделирования кольцевых сетей, позволяет определять характеристики канала передачи опτικο-электронных данных и представлять их в удобной для анализа форме. Преимуществами данной программы являются:

1. Открытый исходный код и отсутствие дорогостоящей коммерческой лицензии;
2. Простой и интуитивно понятный в использовании современный графический интерфейс;
3. Дальнейшее сопровождение и возможность переноса на новые программные платформы.

Основной механизм работы кольцевых сетей – перемещение по кольцу специального кадра (маркера), который предоставляет его обладателю право на передачу информации.

Существует много разновидностей кольцевых сетей. Есть сети, в которых каждому узлу разрешено передавать только один пакет, как только он получает маркер. Также перед отправкой маркера узел может очищать свою очередь ожидающих пакетов. Некоторые из узлов могут ретранслировать свободные маркеры, если необходимо предоставить очередь узлам с высокоприоритетными пакетами.

Другая разновидность кольцевой сети связана с использованием протокола ARQ (Automatic Repeat Request) – повторный запрос пакета, который был доставлен с ошибками. Применительно к кольцевым сетям: если узел передает свободный маркер вслед за пакетом, который был доставлен с ошибками, то в дальнейшем этот узел не будет иметь контроль над каналом. Альтернативное решение заключается в том, что узел посылает холостое заполнение после завершения передачи пакета до тех пор, пока не установит, был ли пакет принят безошибочно [1].

Основная проблема кольцевой сети заключается в том, что при выходе из строя какого-либо интерфейса узла происходит повреждение кольца и прекращается циркуляция пакетов. Поэтому существует разновидность сети, в которой интерфейсы соединены в соответствии со звездообразной

конфигурацией. Это позволяет легче найти поврежденный участок и обойти его в центральном пункте.

Могут возникать ситуации, когда маркер повреждается шумом, возникает несколько свободных маркеров или появляется занятый маркер, который бесконечно циркулирует по сети. Поэтому наиболее важные разновидности кольцевых сетей связаны с восстановлением поврежденного или занятого маркера. Обычно назначается специальный узел, который контролирует наличие маркеров в сети, и может как восстанавливать утерянные маркеры, так и удалять ложные маркеры. В стандарте IEEE 802.5 такой контроль осуществляется каждым узлом.

Библиографический список

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 544 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ГИБКОЙ ДЕМИЛИТАРИЗОВАННОЙ ЗОНЫ В ЛОКАЛЬНЫХ ETHERNET-СЕТЯХ

К.И. Корабельникова

Научный руководитель — Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается проблема организации гибкой демилитаризованной зоны (англ. demilitarized zone, DMZ) в локальных Ethernet-сетях.

Демилитаризованная зона обычно представляет собой некий общедоступный сервис, обслуживающийся на выделенном сервере, размещённом в локальной сети. Организатором сети и устройством связи с внешней сетью является некоторое сетевое устройство, чаще всего — маршрутизатор. Необходимо настроить это сетевое устройство таким образом, чтобы все внешние запросы к локальной сети (т. е. на WAN-адрес шлюзового устройства) перенаправлялись в демилитаризованную зону.

Классическое решение данной задачи подразумевает перенаправление сетевых пакетов на маршрутизаторе с помощью стандартных сетевых средствами (например, iptables). Основным недостатком данного решения является необходимость выбора некоторых дополнительных параметров, чаще всего — протоколов передачи данных, чьи пакеты должны быть перенаправлены в DMZ, через указание соответствующих им TCP- и UDP-портов. В случае, если внешний запрос будет произведён по другим протоколам, он не будет перенаправлен, что позволяет произвести сетевую атаку на общедоступные ресурсы локальной сети в обход DMZ.

Многие производители телекоммуникационного оборудования предлагают автоматизированную настройку данного сервиса, для активации которой необходимо лишь указать локальный IP-адрес демилитаризованного хоста. В этом случае список используемых протоколов/портов заранее определён производителем и не подлежит корректировке.

Для обхода обозначенной проблемы разработан способ организации гибкой демилитаризованной зоны в локальной сети. Используются следующие приёмы:

1. Маршрутизация всего исходящего трафика с маршрутизатора во внешнюю сеть производится с его LAN-адреса. NAT-преобразование адреса позволяет не только корректно отправлять пакеты с таким адресом, но и восстанавливать адрес назначения в ответных пакетах. Таким образом, все ответные пакеты маршрутизатору из внешней сети имеют в качестве адреса назначения его LAN-адрес.

2. Хосту DMZ назначается сетевой адрес, совпадающий с WAN-адресом маршрутизатора, сетевой адрес его шлюза совпадает с адресом шлюза внешней сети.

3. Маршрутизатор настраивается по технологии проксирования ARP-запросов, создавая видимость, что шлюз внешней сети и хост DMZ находятся в одной подсети.

4. Все пакеты с адресом назначения, совпадающим с WAN-адресом маршрутизатора и не преобразованным с помощью NAT, передаются на хост DMZ.

Предложенный способ не требует указания конкретных протоколов/портов для корректной работы и позволяет перенаправлять в демилитаризованную зону все пакеты, которые являются внешними запросами (т. е. не являются ответами на запросы из локальной сети или с маршрутизатора).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХФАЗНОЙ МНОГОКАНАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ДАТА-ЦЕНТРОВ

Е.Н. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В большинстве случаев в дата-центрах используются отдельные серверы или группы серверов для обслуживания каждого отдельного интернет-сервиса или приложения, что приводит к неэффективному использованию ресурсов в связи с колебаниями спроса. Иногда дата-центры занимаются обслуживанием сразу нескольких арендаторов, у каждого из которых есть свои собственные приложения и сервисы с различными требованиями. Разнообразие приложений, делящих между собой инфраструктуру, приводит к разнообразию моделей трафика в сетях дата-центров [1].

Топологии сетей дата-центров строятся с целью обеспечения высокой производительности вычислений в условиях нескольких взаимосвязанных серверов. Для объединения вычислительных ресурсов одновременно реализуется несколько сетевых каналов между серверами. При описанной топологии сети объем внутреннего трафика превышает объем исходящего более чем в 4 раза [3].

Выполняемые внутри центра приложения отличаются друг от друга по предъявляемым к сети требованиям, и каждое из них имеет особую модель трафика [2]. Большинство потоков невелики и недолговечны, в то время как существует небольшое количество крупных потоков, передающих наибольшее количество информации. Оба вида потоков обладают индивидуальными требованиями и поведением, что вызывает потерю пакетов и задержки запросов при их взаимодействии.

В докладе рассматривается возможность применения двухфазной многоканальной маршрутизации в сетях дата-центров. Схема двухфазной маршрутизации была предложена Вэлиантом в работе [4]. Сети, построенные по такому принципу, позволяют поддерживать высокую пропускную способность каналов при передаче высокодинамичного трафика, а распределенная передача каждого потока по нескольким параллельным путям дает возможность равномерно сбалансировать нагрузку.

Библиографический список

1. Bari M., Boutaba R., Esteves R., Granville L., Podlesny M., Rabbani M., Zhang Q., and Zhani M., "Data center network virtualization: A survey," Comm. Surveys Tutorials, IEEE, vol. 15, no. 2, pp. 909–928, 2013.
2. Benson T., Akella A., and Maltz D.A., "Network traffic characteristics of data centers in the wild," in Proceedings of the 10th ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference, 2010, pp. 267–280.
3. Greenberg A., Hamilton J. R., Jain N., Kandula S., Kim C., Lahiri P., Maltz D.A., Patel P., and Sengupta S., "VL2: A scalable and flexible data center network," vol. 54, no. 3, pp. 95–104, Mar. 2011.
4. Valiant L.G. A scheme for fast parallel communication//SIAM Journal on Computing, 1982. Vol. 11, No. 2. P. 350-361.

УМЕНЬШЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ В ОБЛАСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ САМООРТОГОНАЛЬНОГО КОДА

Д.С. Демидов

Научный руководитель – Овечкин Г.В.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для систем цифрового телевидения и многих других систем передачи данных требуются малые вероятности ошибки. Вместе с тем достижение подобных вероятностей с помощью декодеров СОК сопряжено с некоторыми сложностями, связанными с тем, что для них характерно наличие области насыщения вероятности ошибки. В связи с этим для получения малых вероятностей ошибки декодирования требуется применять коды с большим кодовым расстоянием, которые имеют большую длину, большую сложность декодирования по сравнению с кодами с меньшим кодовым расстоянием и, кроме этого, многопороговый декодер (МПД) выполняет близкое к оптимальному декодирование этих кодов при большем отношении сигнал-шум по сравнению с кодами с меньшим кодовым расстоянием. Поэтому актуальной является задача уменьшения вероятности ошибки декодирования для СОК в области их почти оптимального декодирования.

Предлагается схема каскадирования СОК с безизбыточным внутренним кодом. В качестве такого кода применяется код накопления с кодовой скоростью 1. Такой код на сегодняшний день применяется в кодах повторения накопления [1, 2, 3] и в кодах накопления-повторения-накопления [4].

Отметим, что кодированию кодом накопления подвергаются только проверочные биты СОК для того, чтобы код остался систематическим. Кроме этого между кодером СОК и кодером кода накопления установлен переме-

житель для того, чтобы ошибки, возникающие в процессе декодирования каждого из составляющих кодов, для другого кода оказывались независимыми.

Для декодирования данного кода можно использовать методы декодирования низкоплотностных кодов, работающие с графом Таннера кода. В работе [5] было показано, что СОК можно рассматривать как низкоплотностный код, для которого легко построить граф Таннера. Добавление кода накопления для проверочной части СОК приводит к тому, что к графу Таннера СОК добавляется зигзагообразный граф Таннера кода-аккумулятора. В процессе декодирования каскадного кода выполняется ряд итераций декодирования, на каждой из которых осуществляется вычисление сообщений от битовых узлов к проверочным, от проверочных к проверочным и обратно. Эти сообщения могут вычисляться в соответствии с любым алгоритмом декодирования, работающим с графом Таннера кода [6]

Далее представим результаты исследования предложенной каскадной схемы, полученные при помощи компьютерного моделирования. На рисунке 1 представлены графики зависимости вероятности ошибки декодирования от отношения сигнал-шум в канале с АБГШ при использовании BPSK и демодулятора, формирующего мягкие решения.

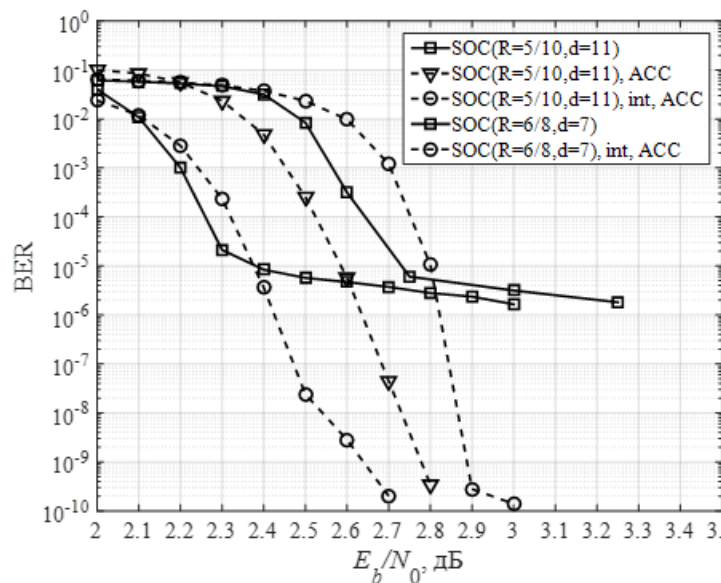


Рис. 1 - Зависимость BER от отношения сигнал-шум при различных параметрах каскадного кода

На рисунке 1 кривой "SOC(R=5/10, d=11)" показаны характеристики Min-sum декодера для СОК с кодовой скоростью 5/10 и кодовым расстоянием 11 при использовании 20 итераций декодирования, кривой "SOC(R=5/10, d=11), ACC" показаны характеристики того же декодера с добавлением внутреннего кода накопления, кривой "SOC(R=5/10, d=11), int, ACC", характеристики Min-sum декодера с добавлением в предложенную каскадную схему между внешним и внутренним кодом псевдослучайного перемежителя. Кривыми "SOC(R=6/8, d=7)" и "SOC(R=6/8, d=7), int, ACC" представлены характеристики Min-sum декодера для СОК с кодовой скоростью 6/8 и кодовым расстоянием 7 при 20 итерациях декодирования и основанной на этом СОК каскадной схеме с кодом накопления при использовании перемежителя.

В данном случае за счет использования внутреннего кода накопления, который имеет кодовую скорость 1, также удастся уменьшить вероятность ошибки декодирования на 4 и более десятичных порядков. Платой за такое уменьшение вероятности ошибки является незначительное (примерно на 10% в зависимости от параметров используемых кодов) вычислительной сложности декодера.

Библиографический список

1. Divsalar D., Jin H., McEliece R. J. Coding theorems for "turbolike" codes, in Proc. 36th Allerton Conf. on Communications, Control, and Computing, Allerton, Illinois, September 1998. – pp. 201–210.
2. Jin H., Khandekar D., McEliece R. J. Irregular repeat-accumulate codes in Proc. of the Second International Symposium on Turbo Codes and Related Topics, Brest, France, September 2000, pp. 1–8.
3. Zhang Y., Ryan W. E., Structured IRA Codes: Performance Analysis and Construction, IEEE Trans. Comm. – May 2007 Vol. 55, No. 5 – pp. 837–844.
4. Abbasfar A., Divsalar D., Yao K. Accumulate-Repeat-Accumulate Codes // IEEE Trans. Comm. – April 2007 Vol. 55, No. 4.
5. Овечкин Г.В. Применение min-sum алгоритма для декодирования блочных самоортогональных кодов // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: межвуз. сб. науч. тр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2010. С. 99–105.
6. Ardakani M. Efficient Analysis, Design and Decoding of Low-Density Parity-Check Codes // Ph.D. dissertation, University of Toronto. – 2004.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ДОСТУПА В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ

А.О. Чубко

Научный руководитель – Шибанов А.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В системе связи с геостационарным спутником множество наземных станций может передавать сообщения общему приемнику спутника и принятые им сообщения ретранслируются наземным станциям. Резервирующие пакеты предназначены для определения последовательности передачи пакетов и моментов времени начала и конца передачи. Передаваемые пакеты могут иметь случайную длину, которая характеризуется законом распределения. Интервал передачи ограничен временем распространения сигнала по тракту «земля-спутник-земля». Поэтому необходимо так резервировать интервалы для передачи пакетов, чтобы при случайной длине множества передаваемых пакетов была достигнута высокая вероятность того, что они будут переданы.

Последовательности окон, отведенных для передачи данных, предшествует период резервирования, состоящий из m окон резервирования, по одному окну резервирования на каждый узел. Пусть V обозначает длину окна резервирования. Следовательно, V равно отношению числа битов, используемых для выполнения резервирования (включая защитное про-

странство и служебную информацию), к среднему числу битов в пакете данных. Период резервирования в каждом кадре имеет полную длину. Минимальная длина кадра устанавливается так, чтобы превышать время распространения до спутника и обратно 2β , так что в окнах резервирования текущего кадра производится распределение окон передачи данных следующего кадра.

Максимальная скорость передачи равна $1/(1+\nu)$, при условии, что каждый резервирующий пакет может выполнить резервирование для одного пакета данных. Вместе с тем если допустить, что резервирующий пакет может выполнять кратные резервирования для своего источника, то нетрудно увидеть, что максимальная скорость передачи может приближаться к 1 сколь угодно близко, поскольку при сильной нагрузке кадры становятся очень длинными и редкие периоды резервирования занимают очень мало времени.

Мы имеем общую очередь резервирующих пакетов, и узлы могут совместно передавать в соответствии с любой желаемой дисциплиной обслуживания, такой как «первый поступил – первый передается», «круговой опрос» или некоторая «приоритетная схема». Если передача пакета происходит в каждом отведенном для данных окне, для которого очередь резервирующих пакетов не является пустой, и если дисциплина не зависит от длины пакета, то средняя задержка не зависит от дисциплины обслуживания.

Вычисление средней задержки в системе предполагается осуществить по схеме «суммы случайного числа случайных слагаемых». Для этого используются модели GERT-сетей с последовательно соединенными дугами, решаемые посредством пакета программ GERT Explorer.

ПРОГРАММА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ПО СХЕМЕ ДВУХФАЗНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ДАТА-ЦЕНТРОВ

Е.Н. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин
Научный руководитель – Корячко В.П.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В настоящее время сетевая архитектура большинства дата-центров представляет собой ячеистую сеть, близкую по своей структуре к полносвязной. Данная топология сети легко интегрируется со схемой двухфазной маршрутизации, использование которой подробно рассмотрено в работах [1,2].

Сети дата-центров должны поддерживать различные матрицы сетевого трафика, содержащего информационные потоки двух видов: больших долгосрочных и небольших краткосрочных потоков. Оба вида потоков обладают индивидуальными требованиями и поведением, что вызывает потерю пакетов и задержки запросов при их взаимодействии.

Для решения данной проблемы авторами были разработаны алгоритмические и программные средства балансировки нагрузки по схеме двухфазной маршрутизации в сетях дата-центров.

В докладе рассматривается программа балансировки нагрузки по схеме двухфазной маршрутизации в сетях дата-центров.

Программа реализована в среде разработки Lazarus 1.6, язык программирования Object Pascal.

Разработанное авторами программное средство включает следующие диалоговые окна:

- настройки параметров алгоритма;
- ввода матриц соединений узлов сети;
- задания количества, направления и размера информационных потоков;
- построения диаграмм загрузки каналов до и после оптимизации;
- графического построения модели сети.

На рис. 1 представлен интерфейс разработанной программы.

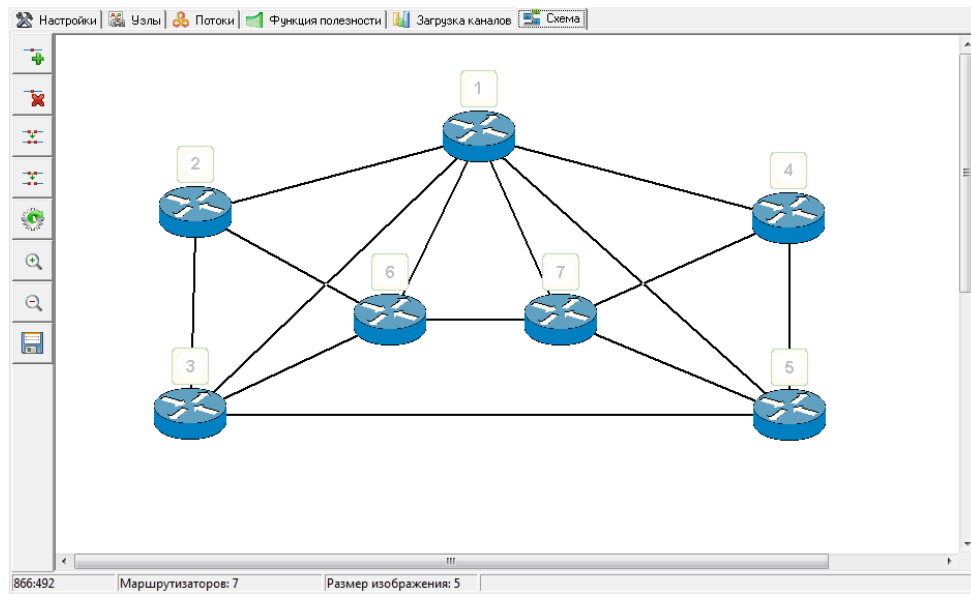


Рис. 1 – Интерфейс программы балансировки нагрузки по схеме двухфазной маршрутизации в сетях дата-центров

Для оптимизации сети используется генетический алгоритм. Предусмотрена настройка первоначальных параметров генетического поиска: размер популяции, максимальное число поколений, вероятности скрещивания и мутации, выбор стратегии отбора.

Авторами была проведена серия экспериментов, которые подтвердили эффективность использования программы для решения поставленной задачи. В качестве опытного образца сетевой инфраструктуры дата-центра была выбрана полносвязная сеть, состоящая в зависимости от номера эксперимента от 8 до 12 маршрутизаторов. Матрицы трафика задавались произвольным образом, но при условии, что суммарная загрузка каналов при первоначальном варианте распределения потоков не должна превышать 100%.

Библиографический список

1. Ижванов Ю.Л., Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н., Лукьянов О.В. Оптимизация сети с дозированной балансировкой нагрузки // Системы управления и информационные технологии № 3(49). 2012. С. 37-42.
2. Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н. Расчет вариации времени передачи пакетов в сети с двухфазной маршрутизацией: Труды XII всерос-

сийского совещания по проблемам управления. Электрон, дан. -М.: ИПУ РАН, 2014.

СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM и UMTS

И.И. Балаш

Научный руководитель – Ролич О.Ч.

К.Т.Н., доц.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В сотовой связи смена поколений выражена намного более ярко, чем в индустрии другой техники. В мобильном мире все четко: 1G (первое поколение) – это аналоговая связь (стандарт NMT), 2G – поколение цифровой связи с коммутацией каналов (стандарты GSM и CDMA), Третье поколение – 3G (стандарт IMT-2000) – предусматривает наряду с коммутацией каналов и пакетную передачу данных. О мобильной связи 3G сейчас много говорят буквально как о символе прогресса. Но на наших глазах происходит удивительная вещь: вперед вырывается уже следующее поколение сотовой связи, именуемое 4G (WiMAX, Wi-Fi, LTE).

На рисунке 1 показан обзор базовых технологий современных сотовых сетей [1-3].

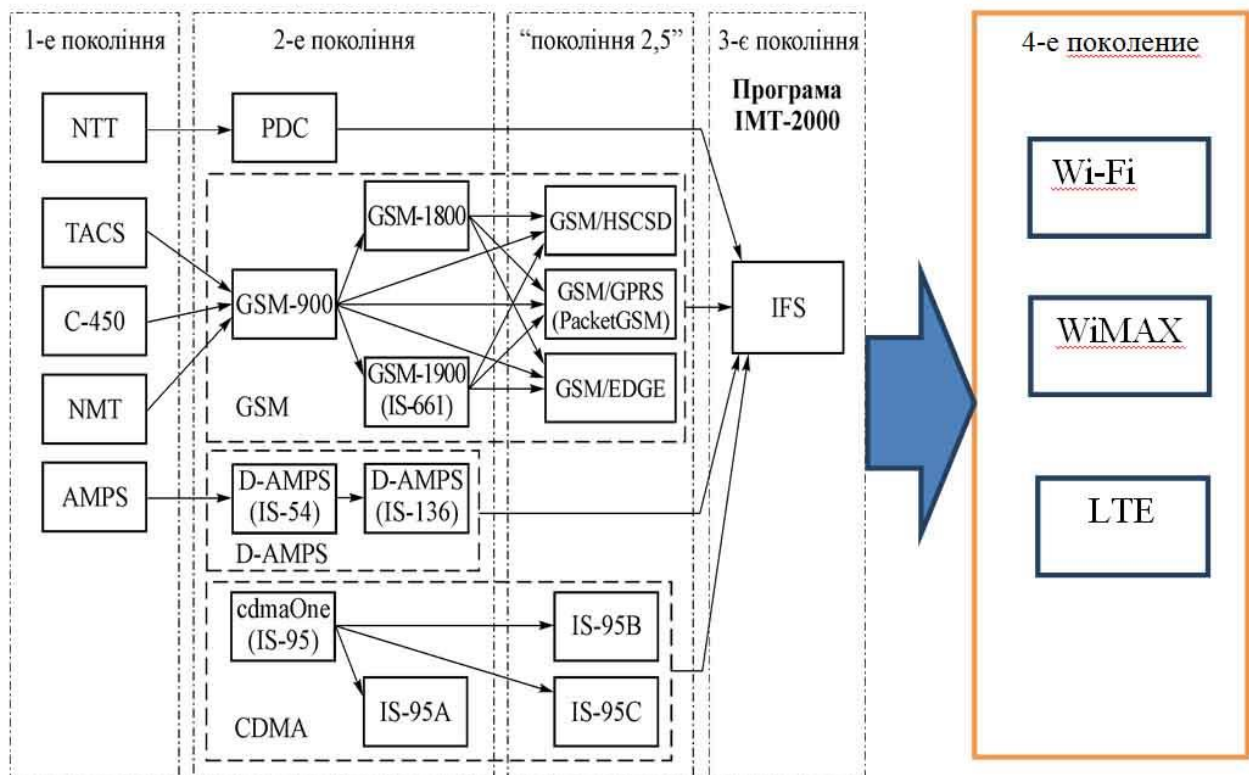


Рис. 1 – Поколение сотовых сетей связи и этапы их развития

Недостатки аналоговых сетей первых поколений является низкая пропускная способность сети и слабая конфиденциальность разговоров. Именно это подтолкнуло разработчиков к созданию сетей, основанных на цифровых стандартах [4].

Разработка нового общеевропейского стандарта цифровой сотовой связи началась в 1985 году. Для этого была создана специальная группа - Group

Special Mobile. Аббревиатура GSM и дала название новому стандарту связи [5].

Стандарт GSM (Global System for Mobile Communications) - глобальный цифровой стандарт для мобильной сотовой связи второго поколения, с разделением канала по принципу TDMA и высокой степенью безопасности благодаря шифрованию с открытым ключом.

На данный момент система GSM развилась в глобальный стандарт второго поколения, занимающий лидирующие позиции в мире, как по площади покрытия, так и по числу абонентов.

Мобильные телефоны стандарта GSM функционирует в следующих диапазонах частот: 850 МГц, 900 МГц, 1800 МГц, 1900 МГц.

Основными достоинствами GSM-900 являются:

- низкий уровень помех;
- относительно высокая емкость сети;
- более высокий уровень защиты от подслушивания и нелегального использования номера, чем у аналоговых стандартов.

Недостатком данного стандарта является небольшая дальность сигнала которая составляет не более 35 км.

Достоинствами GSM-900 являются:

- меньшая, по сравнению с GSM 900, максимальная излучаемая мощность мобильных телефонов;
- высокая защита от подслушивания и нелегального использования номера;
- высокая емкость сети.

Недостаток тот же, что и у GSM-900 - небольшой охват. Максимальное удаление абонента от базовой станции составляет 5-6 километров.

Мобильные сети GSM состоят из следующих компонентов:

- системы коммутации - Network Switching System (NSS);
- системы базовых станций - Base Station System (BSS);
- телефонов абонентов - Mobile Station (MS).

Система NSS выполняет функции обслуживания вызовов и установления соединений, а также отвечает за реализацию всех назначенных абоненту услуг.

Система BSS отвечает за все функции, относящиеся к радиоинтерфейсу.

MS - подвижная станция, которая состоит непосредственно из оборудования MS и SIM (Subscriber Identity Mobile) карты. Оборудование MS приобретается абонентом, и оно имеет уникальный номер IMEI (International Mobile Equipment Identity) [6].

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) — технология сотовой связи, разработанная Европейским институтом стандартов телекоммуникаций (ETSI).

Сотовые сети, использующие данную технологию, относят к сетям третьего поколения (сетям 3G). К основным отличиям сетей UMTS от сетей GSM относят использование широкополосных сигналов, и внедрение широкополосной технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов (W-CDMA).

UMTS развивается через присоединение радио-интерфейсных платформ W-CDMA или TD-CDMA к «ядру» GSM. На сегодняшний день операторы, предоставляющие поддержку сетей UMTS, как правило, отдают предпочте-

ние W-CDMA [7, 8]. Сеть стандарта UMTS работает в дециметровом диапазоне, а скорость передачи информации может составлять до 14 Мбит/секунду

Преимуществом сети третьего поколения является экологическая безопасность стандарта UMTS – максимальная мощность излучения передатчика данных не превышает 200 мВт, а в среднем мощность передатчика на территории его покрытия составляет 20–40 мВт.

Слабыми сторонами стандарта UMTS являются:

- значительный объем станций при небольшой емкости зарядного устройства;
- недостаточная совместимость с сетями GSM;
- качественный прием и оптимальную передачу сигнала обеспечит лишь радиус не более 1,5 км.

Библиографический список

1. Берлин А.Н. Цифровые сотовые системы связи. М.: Эко-Трендз, 2007.
2. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи. М.: Горячая линия – Телеком, 2006.
3. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.И. Ипатова. М.: Горячая линия-телеком, 2003.
4. Стандарты сотовой связи второго поколения 2G (GSM) [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: https://www.mobi-city.ru/articlereview/standarty_svyazi_2g. – Дата доступа: 18.10.2016.
5. История стандарта GSM [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.amobile.ru/info/standard/gsm/about.htm>. – Дата доступа: 18.10.2016.
6. Данилов, В. И. Сети и стандарты мобильной связи : учебное пособие / В. И. Данилов ; СПбГУТ. – СПб., 2015. – 100 с.
7. UMTS [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://ecm.ict-online.ru/tags/umts>. – Дата доступа: 18.10.2016.
8. Берлин, А.Н. Сотовые системы. Учебное пособие. – М.: БИНОМ, 2011, 359 с.

РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ СИСТЕМЫ GPS/ГЛОНАСС

А.П. Аникин

**Санкт-петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по сравнительному тестированию нескольких приемников спутниковой навигации системы GPS / ГЛОНАСС с целью выявления их сильных и слабых сторон в ряде практических ситуаций. Проблема сравнительного тестирования становится актуальной, когда перед инженером ставится задача выбора оптимального

приемника спутниковой навигации для применения в составе электронного устройства. Причин этому несколько.

1. Процедура сравнительного тестирования навигационных приемников в лабораторных условиях весьма дорогостояща и требует специального оборудования.

2. Лабораторное тестирование навигационных приемников не целесообразно из-за очень частого обновления их аппаратного и программного обеспечения.

3. Каждый производитель ГЛОНАСС/GPS-приемников выпускает так называемые демонстрационные и отладочные средства, позволяющие инженеру легко запустить в работу интересующий его приемник спутниковой навигации и выполнить его тестирование.

4. Имеющаяся в официальных источниках информация, как правило, не описывает поведение приемников спутниковой навигации в реальных практических условиях.

5. Отсутствуют общепринятые стандарты или объективные рекомендации со строгим математическим обоснованием для сравнительного тестирования приемников спутниковой навигации в полевых условиях, без использования специального оборудования.

6. Остается открытым вопрос о том, как создать одинаковые условия тестирования для всего набора испытуемых приемников спутниковой навигации.

В рамках доклада рассматривается ряд статистических методов обработки данных, полученных экспериментальным путем в результате статического тестирования приемников спутниковой навигации. Статическое тестирование подразумевает, что приемная антенна находится в неподвижном состоянии в течение всего времени эксперимента. Навигационные данные (широта, долгота, высота и ряд других), поступающие с приемника спутниковой навигации в устройство регистрации (персональный компьютер) подвергаются случайным искажениям в результате действия различных непредсказуемых факторов (шумы и помехи в радио эфире, многолучевое распространение и т.д.). В результате статистической обработки необходимо получить детерминированные численные параметры, характеризующие качество работы каждого тестируемого навигационного приемника.

Наиболее тривиальными численными параметрами сравнения испытуемых приемников спутниковой навигации в статическом тесте являются: среднеквадратическое отклонение показаний приемника от среднего значения; длина траектории случайных флуктуаций, совершаемых приемником спутниковой навигации в течение определенного времени [1].

В докладе показывается, что, несмотря на высокую оперативность получения этих численных параметров, они не являются исчерпывающими. В качестве наиболее информативной характеристики предлагается использовать зависимость вероятности попадания точки с координатами, измеренными навигационным приемником, в область заданной формы (круг или квадрат) от размера данной области [2]. Пример сравнительного тестирования современных приемников спутниковой навигации по предлагаемой методике приведен на Рисунке 1.

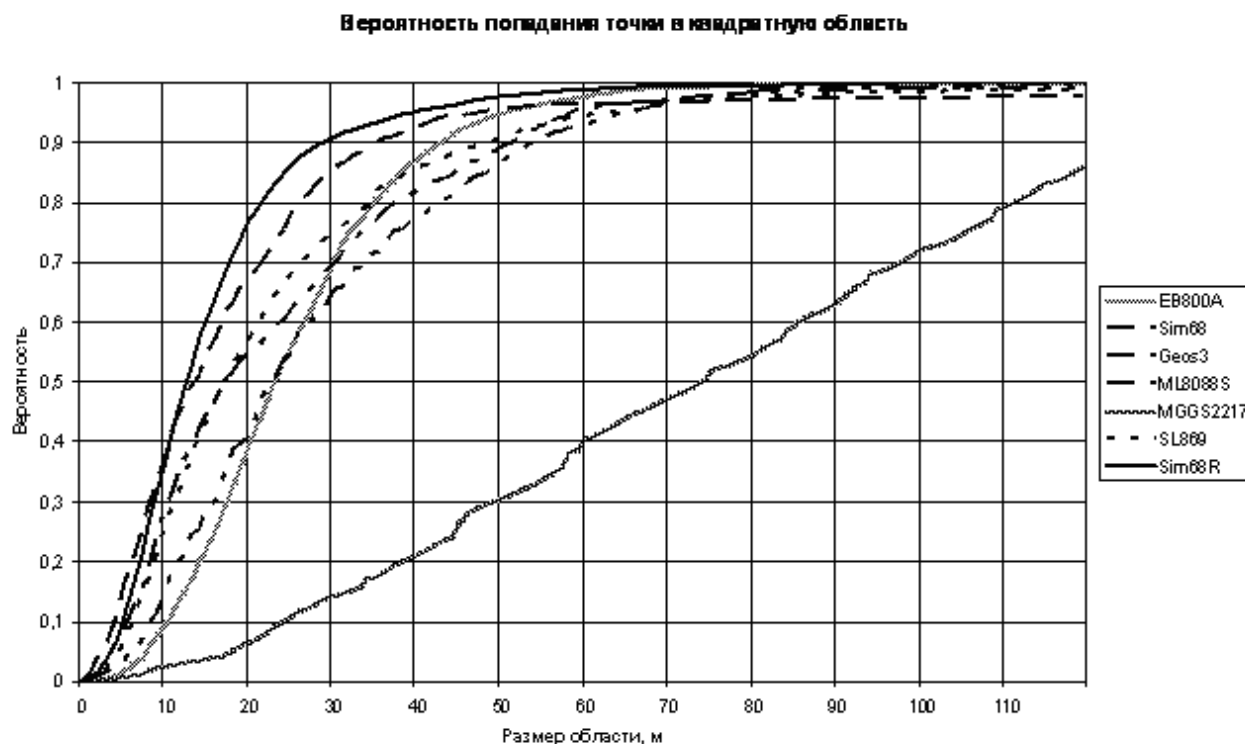


Рис. 1 - Статистические характеристики сравнительного тестирования приемников спутниковой навигации

Библиографический список

1. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. - М.: Физматлит, 2006. - 816 с.
2. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. - СПб.: Питер, 2003. - 688 с.: ил.

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ МИКРОСХЕМ

В.Д. Третьяк

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

к.т.н., доц.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Обеспечение качества и надежности микросхем имеют особую значимость, так как характеристики этих изделий во многом определяют тактико-технические характеристики радиоэлектронной аппаратуры созданной на их основе [1, 2].

Рост функциональной сложности интегральных микросхем (ИМС), использование новых принципов конструирования и технологических процессов требуют постоянного совершенствования методов и технических средств контроля их качества. При этом возрастает число показателей, определяющих качество ИС. Такими показателями являются значения электрических параметров - потребляемая мощность, процент выхода год-

ных ИМС, размеры элементов конструкции и кристалла и другие. К числу важнейших из них относятся показатели надежности.

Методы технологического контроля, используемые в производстве ИМС, можно объединить в три группы: пооперационный контроль, визуальный контроль, тестовые ИМС.

Методы пооперационного включают измерения толщин пленок, глубин р-п - переходов, поверхностной концентрации и др., производимые на специальных контрольных образцах, помещаемых вместе с обрабатываемыми пластинами на данную операцию.

Наличие в интегральных микросхемах большого количества конструктивных элементов, переходов из слоя в слой, областей и выводов активных и пассивных компонентов, контактных площадок и др. Практически исключает 100%-ный контроль всех элементов по электрическим параметрам из-за высокой трудоемкости этой операции.

Для контроля электрических характеристик структур и качества проведения технологических операций используют специально изготавливаемые или размещаемые на рабочей подложке структуры, называемые тестовыми микросхемами. Основной принцип их построения состоит в том, что тестовая микросхема по отношению к реальной должна быть изготовлена по тому же технологическому маршруту, содержать все конструктивные элементы в различных сочетаниях и обеспечивать удобство их контроля во время испытаний и оценку качества технологического процесса. Удобство контроля достигается либо последовательным, либо параллельным включением в электрическую цепь элементов микросхемы.

Тестовые микросхемы состоят из набора нескольких сотен однотипных элементов – диодов, транзисторов резисторов, переходов со слоя на слой, пересечений проводников и др. с контактными площадками и такой коммутацией, которая позволяет при надобности изменить каждый элемент схемы отдельно или проконтролировать сразу группу элементов. Например, тестовая резисторная схема является последовательной схемой, содержащей 200 элементов, между которыми имеются контактные площадки. Если в реальной ИМС встречаются высокоомные и низкоомные резисторы, то делают две различные тестовые микросхемы, отображающие специфику каждого типа резисторов. Аналогичный подход используется для тестовых микросхем транзисторов и диодов.

К основным видам контрольных испытаний интегральных микросхем относятся: параметрический контроль, функциональный контроль, диагностический контроль.

Параметрический контроль используется для микросхем с малой интеграцией и включает в себя измерения основных параметров на постоянном токе. Кроме того, данный вид предусматривает проведение проверки правильности выполнения несложных логических функций, которая проводится одновременно с последовательным измерением выходных электрических сигналов после подачи определенной комбинации калиброванных сигналов тока или напряжения на входы интегральной схемы.

Функциональный контроль используется для проверки интегральных схем с высокой степенью интеграции и включает в себя проведение статистических и динамических измерений на базе контрольной тестовой таблицы, составленной, например, с помощью ЭВМ с учетом минимизации ко-

личества входных кодовых комбинаций. Функциональный контроль позволяет проводить проверку больших интегральных микросхем в условиях, близких к эксплуатационным.

Диагностический контроль наиболее эффективен при проведении испытаний гибридных интегральных микросхем, в которых в принципе возможна замена неисправных элементов, расположенных на общей подложке.

Наиболее эффективными методами контроля качества соединений являются испытания на механическую прочность и металлографический анализ.

Для проверки механической прочности соединений существует достаточно много приспособлений и установок, а также способов испытаний. Например, при испытании на срез структуру с подсоединенными выводами подвергают растяжению силой, действующей параллельно поверхности подложки. Металлографический анализ заключается в обследовании поперечных или косых шлифов и позволяет выявить их внутреннюю структуру и обнаруживать не смоченные при пайке участки, проплавления, микротрещины, раковины, поры, интерметаллические включения, следы диффузии припоя по границам зерен.

Библиографический список

1. Иевлев, В. И. Качество и надежность электронной компонентной базы ЭВМ специального назначения: учебное пособие / В. И. Иевлев, Г. А. Филиппов. – Екатеринбург: УрФУ, 2013. – 102 с.
2. В.И. Орлов, Н.А. Сергеева О непараметрической диагностике и управлении процессом изготовления электрорадиоизделий. // Вестник Си-БГАУ. 2013. Вып 2(48) С. 70-75.

ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АБОНЕНТА В СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ

И.И. Балаш

Научный руководитель – Ролич О.Ч.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Сотовый телефон абонента во включенном состоянии всегда «следит» за ближайшими базовыми станциями, при этом он принимает сигналы от самой сильной станции и постоянно отслеживает уровень сигнала от еще нескольких. При совершении звонка сотовый телефон устанавливает связь с самой сильной по уровню сигнала станцией. Обычно эта же станция является самой ближней [1].

Коммутатор мобильной связи при каждом общении с сетью определяет и сохраняет в журнал серийный номер телефона и номер соты в которой терминал находится. Таким образом в GSM сети можно определить местоположение абонента с точностью до соты, что дает точность определения в городе максимум 200-400 метров, в областном центре – 800 м – 1 км, а в сельской местности 15-20 км.

Задача позиционирования мобильных телефонов предполагает автоматическое определение их местоположения в пределах сотовых сетей. Под термином "местоположение" следует понимать не нахождение географических координат, а однозначную идентификацию положения владельца мобильного телефона на местности.

Самым простым методом определения местоположения абонента в сотовых сетях является метод, получивший название Cell ID.

Определение местоположения по методу Cell ID является первым и самым грубым способом определения местоположения абонента. Зная Cell ID, полученное из абонентского терминала или из сети, можно определить "пятно" местоположения абонента как некую геометрическую фигуру с заранее известным положением на карте. Фактически "пятно" местоположения абонента представляет собой «пятно» в виде окружности, если базовая станция имеет одну всенаправленную антенну или сегмента окружности, если базовая станция имеет несколько секторных антенн. Погрешность местонахождения таким способом достаточно низка и может достигать до 35 км [2].

К более современным методам определения местоположения относятся:

- технология времени прибытия TOA (Time of Arrival);
- технология разности времен OTD (Observed Time Difference);
- технология совмещения сотовых телефонов с приемниками спутниковой радионавигации A-GPS (Assisted Global Positioning System).

Определение местоположения по методу TOA, основано на измерении и сравнении интервалов времени прохождения сигнала от мобильного телефона абонента до нескольких базовых станций. Для этого каждая базовая станция должна быть оборудована LMU (Location measurement unit), которое фиксирует информацию об удалении от базовой станции и передает ее в центр измерений. Для того, чтобы система работала корректно, необходима синхронизация системного времени всех базовых станций. Точность определения местоположения таким методом составляет 50-150 метров [2].

Определение местоположения по методу OTD схоже с методом TOA, однако при этом в процессе определения местоположения участвует абонентский терминал.

Метод основан на измерении времени прохождения сигнала от базовой станции до двух точек, первая из которых - сам сотовый телефон, а вторая - LMU, координаты которой известны. Абонентский аппарат и станция измерения синхронизируются (вычисляется смещение во времени), параллельно определяются координаты [2].

Точность определения координат с помощью данного метода составляет 50 - 125 метров.

Преимущество данного метода над TOA заключается в меньшем количестве установленных на сети LMU, а следовательно - в меньшей стоимости внедрения.

Технология OTD стандартизована в рамках набора стандартов GSM, и является стандартной технологией определения местоположения в сетях третьего поколения.

Технология A-GPS основана на встраивании GPS-приемников в мобильные телефоны.

Выделяют два режима работы A-GPS:

- базовый режим, при котором приёмник получает информацию об орбитах спутников через инфраструктуру и вычисляет местоположение по полученным от пользователей данным.
- вспомогательный режим, который ускоряет время холодного и горячего старта приёмника A-GPS, обновляющего альманах, эфемериды и перечень доступных спутников.

Среди преимуществ A-GPS стоит отметить быстрое получение местоположения сразу после включения и повышенную чувствительность приёма слабых сигналов в проблемных зонах.

Библиографический список

1. GSM поиск [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://e71.ru/publ/4-1-0-29>. – Дата доступа: 18.10.2016.
2. Определение местоположения без GPS [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: http://stksys.ru/index.php?catid=917:generalinfo&id=131:-lbs&itemid=60&option=com_content&view=article. – Дата доступа: 18.10.2016.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАНИЙ

А.С. Тарасов, В.Ю. Потапова

Научный руководитель – Гринченко Н.Н.

К.Т.Н. доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Во многих спортивных дисциплинах сейчас применяются автоматизированные системы для отметки времени. Для организации соревнований по ориентированию, рогейну и приключенческим гонкам наиболее широко используется немецкая система отметки Sportident и специальное программное обеспечение WinOrient, в котором реализованы алгоритмы для чтения данных из идентификационной отметки (чипа) и системы для подготовки итоговых результатов.

При этом система имеет один достаточно существенный недостаток. В ней не реализованы функции для трансляции результатов участника на общедоступный ресурс, и потому зачастую единственным решением для осведомления участников является периодическая печать предварительных протоколов результатов. Однако на больших соревнованиях это бывает весьма затруднительно для секретариата, так как эти результаты могут исчисляться десятками страниц. Частично разрешить подобную проблему поможет внедрение системы для трансляции финиша на интернет-площадку, к которой смогут подключаться участники соревнований.

В качестве основного источника данных был взят ресурс базы участников для программы. Так как табличная структура представленная в бинарном файле не соответствовала какой-либо существующей базе данных, необходимо было описать собственные методы для десериализации информации. После проведения анализа содержимого в шестнадцатеричном формате были выделены основные поля и типы разметки. Далее на

основе полученных данных были описаны классы, идентичные структуре файла, и уже на их основе была построена система чтения данных.

После загрузки и обработки результаты вновь сериализуются на основе специальных шаблонов в конечный HTML-файл результатов, который в свою очередь может быть отправлен либо на FTP-сервер сайта, либо на экран транслирующего устройства.

Как ожидаемый результат внедрения подобной системы – снижение нагрузки на судейскую бригаду и повышение информативности и актуальности предварительных протоколов соревнований.

Библиографический список

1. Дж. Рихтер, CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. 4-е изд., СПб:Питер, 2012 г.
2. Шилдт, Герберт, Полный справочник по C#. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. — 752 с.

Секция 11
Информационные технологии в промышленности

**ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ВИРТУАЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ
ПО ИЗУЧЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ**

А.Ю. Холомин, А.Р.Семенов

Научный руководитель – Мальченко С.И.

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Современные информационные технологии позволяют исследовать и моделировать процессы, которые требуют определенных условий, недостижимых в обычной лаборатории.

Программа LabVIEW компании National Instruments предоставляет широкие возможности для создания необходимых условий проведения исследований, а также моделирования параметров физических и технологических процессов с заданными характеристиками [1].

К преимуществам такого подхода относятся:

- возможность применения любого виртуального, в том числе уникального промышленного и исследовательского оборудования с любыми задаваемыми параметрами;
- сокращение времени проведения исследований и обработки результатов (которое в реальности может занимать десятки часов) до 1-2 часов;
- возможность исследования любых виртуальных экспериментальных образцов, в том числе уникальных, например объектов наноэлектроники, гетероструктур с квантовыми ямами и др.;
- отсутствие необходимости соблюдения особых мер безопасности (высокие температура или радиационный фон, агрессивные среды и т.п.);

В докладе рассмотрены особенности разработанного программного комплекса для изучения материалов и структур электроники.

При помощи программного комплекса NI LabVIEW созданы виртуальные стенды для моделирования электрофизических и технологических процессов в области электронного материаловедения.

Разработанный экспериментальный комплекс основан на программном продукте, созданном на сочетании известных теоретических моделей, справочных данных, а также экспериментальных результатов, опубликованных в научно-технической литературе [2].

Рассмотрены примеры виртуальной реализации ряда экспериментов в области материаловедения: зависимости проводимости металлов и сплавов от температуры, особенностей термического анализа сплавов с построением кривых охлаждения и диаграмм состояния различных сплавов, широко применяемых в электронной технике.

Один из стендов моделирует метод исследования зависимости удельного сопротивления двухкомпонентных металлических сплавов от температуры и концентрации компонентов. Провести такое исследование в реальных условиях сможет не каждая научная лаборатория. Необходимы экспериментальная камера с нагревательной и измерительной системами, работающими в диапазоне температур от единиц до нескольких сотен кельви-

нов, а также серии образцов металлических сплавов с различными концентрациями компонентов. На помощь приходят информационные технологии.

В ходе виртуального эксперимента моделируется процесс пропускания электрического тока через образец, температура которого изменяется в фиксированных пределах. Результатом является массив данных, по которым строятся зависимости удельного сопротивления от температуры.

Другой виртуальный стенд позволяет построить диаграммы состояния металлических сплавов по кривым охлаждения, наглядно воспроизвести процессы, происходящие при термическом анализе сплавов. Выполнение виртуального эксперимента включает в себя моделирование процессов нагрева и охлаждения сплавов. Результатом моделирования является получение массива данных и построение с помощью него кривых охлаждения металлов и сплавов, отражающих критические точки, а также зависимости фазового состава сплава от концентрации и температуры.

Разработанные стенды для проведения виртуальных экспериментальных исследований могут быть использованы в учебном процессе технических вузов для подготовки инженерных кадров, в том числе при дистанционном обучении[3].

Библиографический список

- 1.Тревис Дж. LabVIEW для всех. -М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005.- 544 с.
2. Ho C.Y., Askerman M.W., Wu K.Y. et al. Electrical resistivity of ten selected binary alloy systems. J.Phys.Chem.Ref. Data, 1983. Vol.12.№.2.- P.183-318.
3. Ермачихин А.В., Литвинов В.Г., Мальченко С.И., Холомина Т.А., Холомин А.Ю. Цикл лабораторных работ по теоретическому изучению свойств металлов и сплавов на основе виртуальных лабораторий. Инженерные и научные приложения на базе технологий NI NIDays –: Сборник трудов XIV международной научно-практической конференции, Москва 27 ноября 2015 г.- М.: ДМК-пресс, 2015. – С. 209-211.

АЛГОРИТМ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПЫЛЕУДАРНОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРЕ

А.М. Телегин

Научный руководитель – Семкин Н.Д.

д.т.н., проф.

**Самарский национальный исследовательский университет
имени С.П.Королева**

В докладе рассматривается пылеударный масс-спектрометр, предназначенный для измерения элементного состава высокоскоростных микрочастиц (микрометеороидов и частиц космического мусора) в космическом пространстве.

Принцип действия следующий. При высокоскоростном соударении микрочастицы с мишенью масс-спектрометра, образуется "плазменное облако". Скорость ионов после удара распределяется по частицам согласно распределению Максвелла-Больцмана [1]:

$$f(W) = 4\pi \left(\frac{m_i}{2\pi \cdot k \cdot T} \right)^{3/2} \cdot W^2 \cdot \exp \left(-\frac{m_i \cdot W^2}{2\pi \cdot k \cdot T} \right)$$

где m_i - масса i - иона, k - постоянная Больцмана, W - скорость ионов, T - температура образовавшегося "плазменного облака", которую можно определить исходя из скорости и массы микрочастицы [1].

Наиболее вероятную скорость иона массой m_i можно определить согласно формуле:

$$W_{Bi} = \sqrt{\frac{2 \cdot k \cdot T}{m_i}} 4\pi \left(\frac{m_i}{2\pi \cdot k \cdot T} \right)^{3/2}$$

Сделаем допущение, что температура образовавшейся после удара плазмы одинакова для всех элементов, поэтому начальные скорости разлета ионов будут отличаться только из-за массы этих элементов. Под действием электрического поля эти ионы будут собираться на коллекторе ионов, при этом ионы разной массы будут приходить в разное время. Данный принцип используется для измерения элементного состава высокоскоростной микрочастицы.

При исследовании массового спектра возникают сложности в правильном определении массы элементов, а также в зашумленности полученных сигналов. Данная проблема решается, если мы точно будем знать, в какой момент после удара какая масса придет. С этой целью для разделения сигналов во времени используем изменяющееся во времени электрическое поле, которое приложено между мишенью и коллектором ионов.

Представим закон изменения напряженности электрического поля во времени в виде многочлена:

$$E(t) = \sum_{n=0}^{\infty} E_n \cdot t^n,$$

где n - целое число, t - время, отсчитываемое с момента удара, E_n - коэффициент.

Тогда время прилета i -массы можно определить согласно выражению:

$$\frac{e}{m_i} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{E_n}{(n+1)(n+2)} \cdot t_i^{n+2} + W_{Bi} \cdot t_i - d = 0$$

где t_i - время прилета i -массы, d - расстояние от мишени до коллектора ионов.

Предположим, что:

$$t_i = t_1 + (i-1) \cdot \Delta t$$

Тогда получаем систему линейных уравнений, которая разрешается относительно E_n с помощью вычисления определителей. При этом $t_i < d/W$.

Для двух масс получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{e}{m_1} \cdot \left(\frac{E_0}{2} \cdot t_1^2 + \frac{E_1}{6} \cdot t_1^3 \right) = d - W_{B1} \cdot t_1 \\ \frac{e}{m_2} \cdot \left(\frac{E_0}{2} \cdot t_2^2 + \frac{E_1}{6} \cdot t_2^3 \right) = d - W_{B2} \cdot t_2 \end{cases}$$

Для N -масс получим

$$\begin{pmatrix} \frac{t_1^2}{2} & \frac{t_1^3}{6} & \frac{t_1^{N+1}}{N \cdot (N+1)} \\ \dots & \dots & \dots \\ \frac{t_N^2}{2} & \frac{t_N^3}{6} & \frac{t_N^{N+1}}{N \cdot (N+1)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} E_0 \\ E_1 \\ E_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (d - W_{B1} \cdot t_1) \cdot \frac{m_1}{e} \\ (d - W_{B2} \cdot t_2) \cdot \frac{m_2}{e} \\ (d - W_{BN} \cdot t_N) \cdot \frac{m_N}{e} \end{pmatrix}$$

Исходя из этого получаем необходимый закон изменения напряженности электрического поля. Для улучшения регистрации масс можно применить корреляционную обработку спектра масс, которая упрощается, так как мы с определенной точностью можем предсказать появление ионов разных масс на входе коллектора ионов. Сложность состоит в быстроте и точности расчета управляющего алгоритма изменения напряженности электрического поля и точности определения начальной скорости разлета ионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по соглашению № 14.575.21.0107 о предоставлении субсидии в целях реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы».

Библиографический список

1. Семкин Н.Д. Преобразователи информации в электронных устройствах бортовых систем: учеб. пособие. – Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева, 2012. – 307 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СКЛАДА

А.О. Железняк

Научный руководитель – Трофимова И.П.

К. т. н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Система логистической поддержки любого предприятия охватывает круг задач, одними из которых являются хранение продукции и её дальнейшая реализация. В статье представлена автоматизированная информационная система склада, изготавливающего металлопрокат. Система позволяет рассчитывать складской запас прокатной продукции, объемы ее продаж дистрибьюторам и сторонним предприятиям, а также учитывать параметры резки и условия доставки металлопроката.

Обсуждаемая в статье автоматизированная система предусматривает решение следующих задач:

- Хранение информации в электронном виде;
- Возможность поиска заявок по номеру договора и за определенный период времени;
- Расчет остатка продукции на складе;
- Расчет общей стоимости заказа;

- Формирование документации как при отпуске изделий (продаже), так и при их поступлении на склад предприятия;

- Формирование отчетной документации;

- Формирование прайс-листа хранящейся на складе продукции;

Сортамент изделий предприятия подразделяется на две основные группы:

- Сортовой прокат (Труба, Квадрат, Балка, Круг, Уголок и т. д.).

- Листовой прокат (Лист, Полоса, Рулон, лента).

В заявке указывается профиль, тоннаж, и размер изделия в погонных метрах. Поступающие на склад изделия имеют стандартный размер. Резка изделия под указанный размер предоставляется в качестве дополнительной услуги. Стоимость заявки рассчитывается на основе профиля и веса заказанных изделий, резки под указанный размер, условий доставки и погрузочно-разгрузочных работ.

Данная система позволяет учитывать все обрезки, оставшиеся после исполнения заявок потребителей. Для ведения учета принят основополагающий параметр – минимальный используемый размер изделия. Этот атрибут определяет, какие остатки будут списаны в металлолом, а какие будут переданы на склад, для дальнейшей реализации.

Таким образом, обсуждаемая система не только автоматизирует логистические операции склада, но и увеличивает прибыль предприятия за счет дополнительного использования остатков от резки изделий.

Пользователь АИС взаимодействует с системой посредством пользовательского интерфейса. Интерфейс пользователя основан на экранных формах. В целях обеспечения целостности данных предусмотрены подсказки, раскрывающиеся списки, маски ввода, блокирование выполнения некорректных операций.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗУБЧАТОЙ ШЕВРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

А.Р Гадельшин

Научный руководитель – Лашин В.А

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В данном докладе рассматривается проблема проектирования зубчатых шевронных передач, приводится сравнительный анализ характеристик и выполняется расчет шевронной передачи.

Валы-шестерни в шевронных передачах, в отличие от других передач, не зафиксированы в осевом направлении, что обеспечивает самоустановку валов-шестерней по зубьям и равномерное распределение нагрузки по полушевронам зубьев в процессе длительной, монотонной работы, данный вид передач целесообразно применять в тяжело нагруженных редукторах. Благодаря самоустановке нет необходимости устанавливать упорные подшипники.

В расчётной части определены все механические и физические параметры будущей передачи, материал и вид термической обработки, а также количество циклов нагружения, которые определяют долговечность и надежность передачи.

В графической части работы представлены 3D модели валов-шестерней и рабочие чертежи детали в пакете КОМПАС 3D (рис.1.).

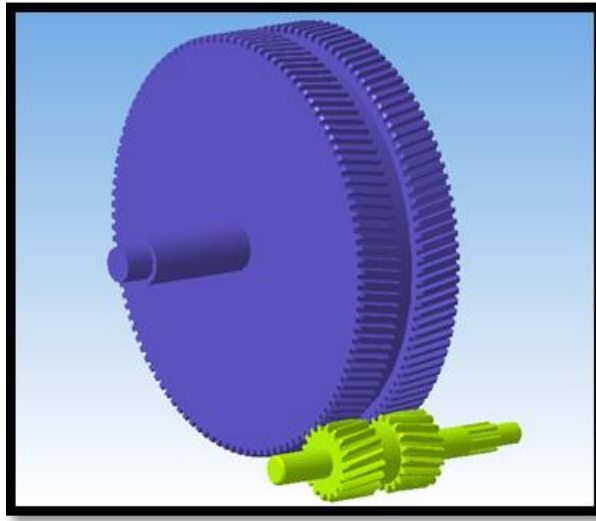


Рис.1.

В технологической части, исходя из типов обрабатываемой поверхности, методов обработки, требуемых точностных характеристик, составлены технологические процессы изготовления валов-шестерней. Проектирование выполнено в пакете «ВЕРТИКАЛЬ» [1,2].

Использование современных систем проектирования позволяет сократить время проектирования, что ускоряет выход готового изделия на рынок и увеличивает конкурентоспособность предприятия.

Библиографический список

1. Ткачев А.Г., Шубин И.Н. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 112 с.
2. Система автоматизированного проектирования технологических процессов: Азбука ВЕРТИКАЛЬ: Издательство АСКОН, 2009. – 99 с.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.А. Трушина

Научный руководитель – Мусолин А.К.

д.т.н., проф

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются особенности моделирования системы безопасности объекта автоматизации в случае, когда подобная система является сложной по иерархии, количеству подсистем и связям между подсистемами. Сложность системы определяется также наличием в ней как множества автоматических, автоматизированных, механических подсистем, так и наличием человеческого фактора. Таким образом, система рассматривается как сложная человеко-машинная система безопасности (ЧМСБ).

Для моделирования сложной ЧМСБ предлагается использовать не классический системный подход, а человеко-системный подход, где сохраняется общая методология построения абстрактной знаковой системы, но в классических моделях выделяется человеческое звено, и дополнительно строятся специальные модели, учитывающие человеческий фактор.

В докладе рассматривается только первый этап системно-эргономического моделирования ЧМСБ, а именно – системно-эргономический анализ. Специфические особенности системно-эргономического моделирования рассмотрены в ряде работ [1, 2, 3] и предусматривают следующую совокупность процедур:

1. Компонентный анализ человеко-машинной системы (ЧМС).
2. Морфологический анализ ЧМС.
3. Эволюционный анализ ЧМС.
4. Построение интегральной модели ЧМС.

При моделировании ЧМСБ вышеуказанных процедур недостаточно. Исходя из специфики области защиты объектов и обрабатываемой информации от несанкционированного доступа, разрушения и других рисков, к трем первым процедурам системно-эргономического анализа целесообразно добавить процедуру анализа безопасности ЧМСБ.

В результате компонентного анализа ЧМСБ выявляются однородные и разнородные компоненты сложной системы (объекты, сущности, состояния, качества). Результатом компонентного анализа являются два вида компонентных моделей, которые можно представить в виде картежа:

$$CMS = \langle CSM, CEM \rangle,$$

где CMS – компонентная модель системы, CSM – компонентно-системная модель, CEM – компонентно-элементная модель.

Морфологический анализ позволяет выявить связи внутри ЧМСБ (информационные, технологические, временные, организационные и пр.). Номенклатура морфологических моделей определяется целями моделирования, и при этом обязательными моделями можно считать функционально-временные, субъектно-организационные и функционально-технологические модели:

$$MMS = \langle FBM, SOM, FTM \rangle,$$

где MMS – морфологическая модель системы, FBM – функционально-временные модели, SOM – системно-организационные модели, FTM – функционально-технологические модели.

Эволюционный анализ проводится при необходимости представления ретроспективы или прогноза развития ЧМСБ (для учета изменения степени автоматизации и замены оборудования на более совершенные изделия). В результате получаем динамический граф и одноименными системами, индексированный во времени:

$$EM_k = SM_k(\tau),$$

где EM_k – эволюционная модель системы k -го типа для ЧМСБ, $SM_k(\tau)$ – множество конкретно возможных моделей k -го типа, зафиксированных для множества интервалов времени $\tau = \{\tau_i\}$.

В результате анализа безопасности ЧМСБ строятся модели скрытности систем, модели антивандальной защиты, модели уровней защиты и другие

модели, определяемые целями исследования. Набор моделей можно представить картежем:

$$MBS = \langle MSS, MAZ, MYZ \rangle,$$

где *MBS* – модель безопасности системы, *MSS* – модель скрытности системы, *MAZ* – модель антивандальной защиты, *MYZ* – модель уровней защиты.

Системо-эргономический анализ позволяет получить интегральную модель ЧМСБ как набор стационарных и динамических моделей, несущих наиболее полную информацию о ЧМСБ:

$$IMS = \langle CMS, MMS, EM_k, MBS \rangle,$$

где *CMS* – компонентная модель системы, *MMS* – морфологическая модель системы, *EM_k* – эволюционная модель системы *k*-го типа для ЧМСБ, *MBS* – модель безопасности системы.

При моделировании сложных систем безопасности не может быть мало-значущих факторов. Только учет всех факторов, связанных с техникой, обслуживающим персоналом, организацией работ, позволяет создать надежную систему. Кроме того, человеко-машинный подход позволяет проводить моделирование с учетом квалификации обслуживающего персонала, эволюции системы, особенностей сменного обслуживания, эргономических особенностей программно-технических элементов ЧМСБ.

Библиографический список

1. Мисаревич М., Мико М., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем/ Пер. с англ. Под ред. И.В. Шахнова. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
2. Попович П.Р., Губинский А.И., Колесников Г.М. Эргономическое обеспечение деятельности космонавтов. – М.: Машиностроение, 1985. – 255 с.
3. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытания. Справочник/ А.Н. Адаменко, А.Т. Ашеров, И.Л. Бердников и др.; Под общ ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АНОДА НА ТОК КОРОННОГО РАЗРЯДА

Е.А. Козлов, В.В. Васильев

Научный руководитель – Верещагин Н.М.

к.т.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Возможность численного моделирования физических процессов значительно упрощает оптимизацию и определение параметров готового устройства с заданными характеристиками. Однако, математическая модель не может включать в себя все факторы реально действующие на исследуемую систему. В связи с этим применяется ряд допущений и упрощений. Так в случае исследования коронного разряда для определения ВАХ необходимо знать распределение электрического поля в электродной системе. Эта задача решается в аналитическом виде только для простейшей системы элек-

тров острие-плоскость и аксиальной системы провод-цилиндр. Для расчета более сложных конфигураций применяются приближенные методы.

В данной работе приведено исследование электродной системы изображенной на рис. 1. Коронирующий электрод (1 - катод) выполнен из пластины, одна сторона которой имеет треугольные зубья и является коронирующей. Осадительные электроды (2 - анод) выполнены в виде цилиндрических трубок.

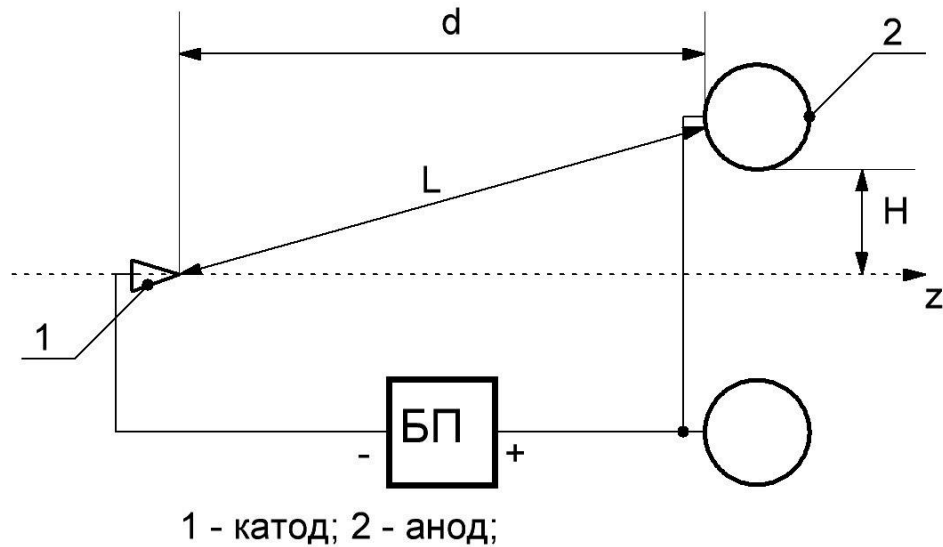


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки

Целью работы является исследовать влияние размеров анода на параметры коронного разряда. Для этого были произведены экспериментальные исследования и моделирование электрического поля.

В эксперименте менялись размеры H и d , так чтобы L оставалось постоянным, и для каждого случая исследовалась ВАХ коронного разряда. Эксперимент показал, что увеличение H и уменьшение d приводит к снижению тока разряда при одном и том же напряжении. Физический процесс формирования коронного разряда в большей степени определяется распределением напряжённости электрического поля, поэтому для объяснения полученных ВАХ необходимо знать распределение электрического поля в межэлектродном пространстве катод – анод.

Поскольку, имеющуюся электродную систему нельзя описать простейшей геометрией, имеющей точные решения дифференциальных уравнений электростатики, то для расчёта распределения электрического поля использовалось компьютерное моделирование в пакете COMSOL Multiphysics 5.2 [1].

При моделировании была использована упрощенная конструкция исследуемой электродной системы, в которой катод – пилообразный электрод заменяется одним остриём, а анод – пара трубок заменяется тором, диаметр которого соответствует расстоянию между трубок. В нашем случае такая замена приемлема, так как нас интересует распределение напряжённости по оси Z . Моделирование проводилось для трех значений H и d соответственно. Так же, в процессе моделирования не было учтено влияние объёмного заряда, то есть учитывается только влияние конфигурации анода. Полученные результаты представлены в виде графиков на рис. 2.

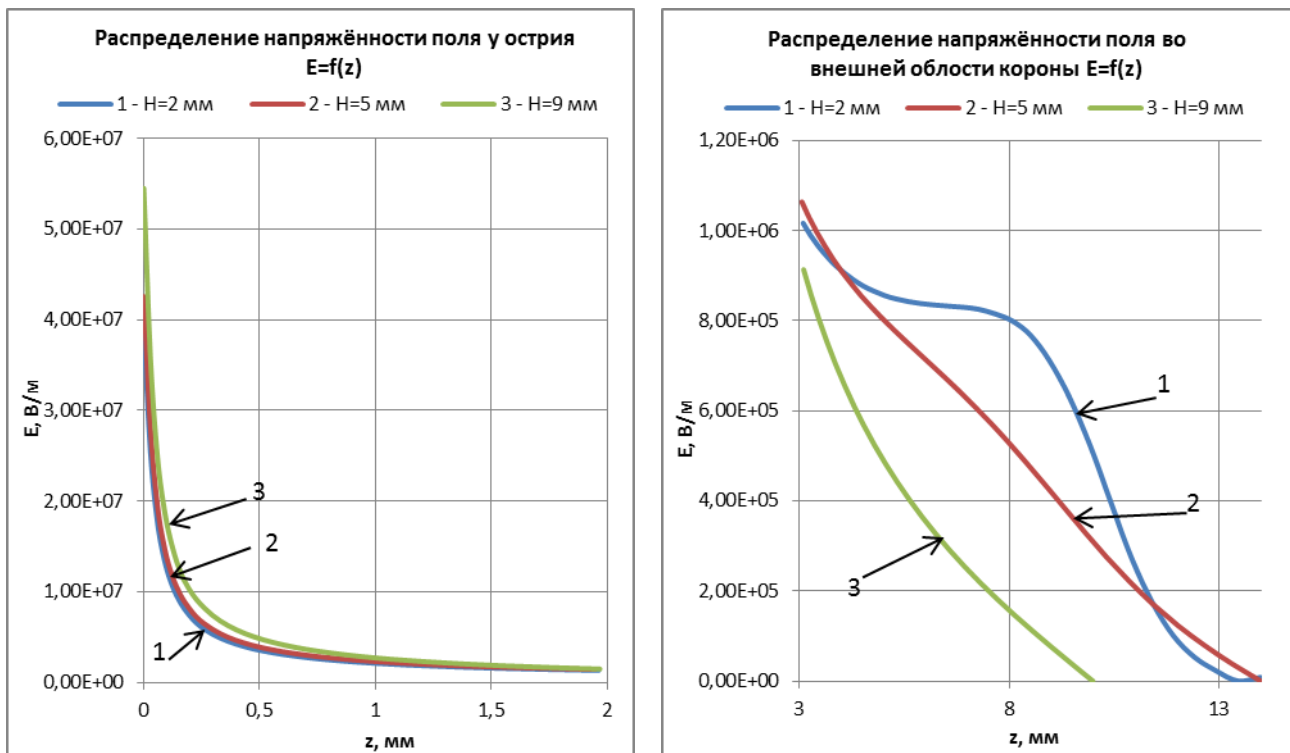


Рис. 2 – Зависимость напряжённости электрического поля E от расстояния по оси Z , при различных H

Как видно из графиков, межэлектродное пространство делится на два участка: с резким спадом напряжённости и плавным. На первом участке происходит лавинное размножение электронов путём ионизации атомов и молекул. Когда напряжённость поля спадает до значения ниже критической, при которой загорается разряд, прекращается ионизация атомов с образованием электронов. В дальнейшем электроны свободно дрейфуют, прилипая к атомам O_2 образуя ионы, которые и создают ток разряда. Данный процесс происходит на втором участке зависимости. На графике видно, что на первом участке с увеличением расстояния H кривая напряжённости будет идти выше, а это значит что расстояние от катода, при достижении критической напряжённости, на котором прекращается ионизация, увеличивается. Данный факт приводит к тому, что увеличивается количество ионизаций атомов, что приводит к росту концентрации зарядов n . На втором участке ситуации складывается наоборот: с увеличением расстояния H кривая напряжённости будет идти ниже. Поскольку ток коронного разряда ограничен пространственным зарядом $\rho = en$ и прямо пропорционален напряжённости поля $I \sim E$, то очевидно, что с увеличением расстояния H ток будет уменьшаться по двум причинам: увеличение пространственного заряда, который ограничивает ток и уменьшение напряжённости поля во внешней области короны [2].

Таким образом, в ходе выполнения данной работы удалось определить, как конфигурация анода влияет на напряжённость поля в межэлектродном промежутке, и как её распределение влияет на формирование разряда и соответственно величину тока.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] URL: <https://www.comsol.ru/> (дата обращения 3.10.2016);
2. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. Научное издание / Райзер Ю.П. – 3-е изд. перераб. И доп. – Долгопрудный: Издательский дом «Интерелкт», 2009. – 739 с.

**ОЦЕНКА ПОТЕРЬ КПД СТУПЕНИ ТУРБИНЫ С ОБЛЕГЧЁННЫМИ
БАНДАЖНЫМИ ПОЛКАМИ**

О.А. Комаров, Д.Р. Даутов, С.Ю. Дмитриев
Научный руководитель – Зрелов В.А.
д.т.н., проф.

**Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева**

Снижение потерь энергии в бандажированных ступенях турбины достигается вследствие уменьшения утечек через радиальный зазор: в осевом направлении из-за постановки лабиринтного уплотнения; а в окружном – за счёт практически полного устранения перетеканий газа с корытца на спинку.

Для вновь создаваемых бандажированных турбин основной проблемой является снижение массы бандажного пояса. Наиболее универсальный способ его облегчения заключается в применение контурных вырезов с переднего и заднего торцов полок.

Корректная оценка КПД ступени турбины, включающей лопатки с облегчёнными бандажными полками, требует уточнения влияния потерь в радиальном зазоре вследствие наличия перетекания в окружном направлении через контурные вырезы. Решение такой задачи возможно с применением методов численного газодинамического моделирования (CFD).

Выполнена серия CFD-расчётов трёх вариантов бандажных полок турбины высокого давления (ТВД) ГТД НК-36СТ.

По результатам расчётов были построены характеристики турбины, зависимости пропускной способности и КПД от степени расширения газа в турбине. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Изменение конструкции бандажных полок практически (в пределах точности расчётов) не влияет на пропускную способность ТВД.
2. Учёт радиального зазора 0,7 мм в точке со степенью расширения газа в турбине равной 2,63 в CFD-модели приводит к снижению величины КПД относительно «гладкого» тракта на 0,7 % – для трёхгребешковой «классической» бандажной полки; на 0,9 % – для двухгребешковой «классической» бандажной полки; на 2 % – для двухгребешковой облегчённой бандажной полки.

Библиографический список

1. Белоусов А.И., Наздрачёв С.В. Диалектика облегчения бандажных полок лопаток турбин // Насосы. Турбины. Системы. 2015. № 3 (16). С. 7–14.

2. В.И. Локай. Газовые турбины двигателей летательных аппаратов. Теория, конструкция и расчёт [текст] // Локай В.И., МаксUTOва М.К., Стрункин В.А. М.: Машиностроение. – 1979 г. 448 с.

РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ВЫХОДА ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА НА УСТАНОВИВШИЙСЯ ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ

В.Б.Жарков

Научный руководитель – Улитенко А.И.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Целью данной работы является теоретический расчет времени выхода лазера на установившийся тепловой режим. Расчет проводился с использованием приведенной ниже конструкции.

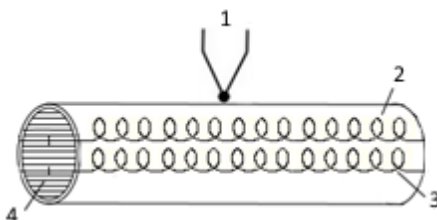


Рис. 1 - Тепловая модель лазера

1 – термопара, 2 – спираль дополнительного нагрева,
3 – рабочая спираль, 4 – керамическая пробка.

Температура прибора измерялась с помощью термопары, подсоединенной к металлической оболочке.

В данной работе были получены формулы:

$$Qdt = cmdT + \alpha F(T - T_0)dt;$$

$$T = T_0 + \frac{Q}{\alpha F} \left(1 - e^{-\frac{\alpha F t}{cm}}\right).$$

Данные формулы отображают изменение температуры тепловой модели лазера во времени, с учетом мощности прибора Q , его массы m , коэффициента теплоотдачи α , удельной теплоемкости c , температуры окружающей среды T_0 и площади поперечного сечения трубки лазера F . С их помощью определяется в какой момент времени нужно будет использовать форсированный режим.

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ

А.А. Холодилов, М.В. Пузынина

Научный руководитель – Фалеева Е.В.

к.т.н., доц.

Дальневосточный государственный университет путей сообщения

Аддитивное производство, или 3D печать – одна из самых быстро развивающихся сфер современных технологий. Сфера применения таких технологий велика – от прототипирования промышленных изделий до создания объектов современного искусства.

Современных технологии аддитивного производства, использующих различные методы при печати на данный момент существует огромное количество, включая такие, как SDL – селективное прессование, DODJet – печать на основе напыления материала, SHS – технология селективного теплового спекания, MJM – создание высокоточных прототипов из воска или фотополимера, SLA технология, основанная на затверждении фотополимера под воздействием светового излучения лазера, FDM – технология послойного наплавления, и другие. При этом стоит заметить, что технологии постоянно совершенствуются, появляются новые и модифицируются старые. Наибольшей популярностью у фирм, компаний, научных коллективов, занимающихся 3D печатью, получила технология FDM, основанная на построении объектов за счет расплавления нити пластика, которая через экструдер подается на рабочую поверхность. Такой тип печати надежен, дешев в использовании и позволяет печатать изделия, используя высокопрочные промышленные пластики, отличающиеся высокой прочностью и долговечностью.

Однако технология FDM не идеальна, у нее есть ряд минусов: невысокая скорость печати, проблемы с фиксацией на рабочей поверхности, необходимость создания поддерживающих структур. Метод печати, при котором производимая модель печатается послойно, при создании конструкций сложной формы сталкивается со сложностью – при печати нависающих элементов конструкций возникают «провисы» нити, появляются подтеки печатаемых элементов, нарушается сама геометрия печатаемого объекта. Данная проблема решается с помощью построения поддерживающих элементов конструкции, которые большая часть программ для настройки параметров 3D печати, таких как Cura, позволяет строить автоматически. К сожалению, не всегда автоматически построенные поддерживающие элементы способны помочь с печатью модели, например, если поддерживающие элементы будут созданы в местах, где их будет сложно, или вообще невозможно удалить без опасности нанести вред конструкции самой модели.

Все это приводит к тому, что модели сложной формы приходится печатать по частям, затем склеивая их или соединяя другими способами. Кроме того, при удалении поддержек становится необходима дальнейшая постобработка готового изделия в местах удаления поддерживающих элементов, что негативно сказывается на скорости создания полностью готовых прототипов.

Создание же пользовательских поддерживающих элементов связано с трудностями при их моделировании и дальнейшем отделении от основной конструкции. Причина данного явления кроется в том, что при преобразовании трехмерной модели в формат, пригодный для восприятия 3D принтером, данные поддерживающие элементы будут восприниматься как часть самого изделия. Еще больше сложностей возникает при печати тонкостенных объектов, таких как купола, сферы, в том числе полые, винтовые поверхности, крыльчатки. Удаление поддерживающих элементов в данных случаях особенно связано с повреждением конструкций нависающих элементов, кроме того, возможно изменение и геометрии печатаемого объекта. Качественная печать же данных объектов часто невозможна без создания поддержек.

В ходе проведения функциональных тестов проанализирована печать тонкостенной полусферы с диаметром в 50 мм и толщиной стенок от 5 до 0,75 мм с применением поддержек и без, при разной толщине печатающего слоя (рисунок 1).

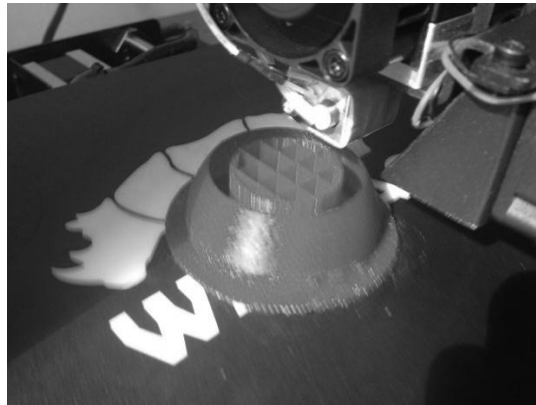


Рис. 1 – Печать тонкостенной полусферы

Результаты тестов показали, что наиболее качественная печать наблюдается при использовании так называемой «подложки», для компенсации проблем с фиксацией на столе печати. Кроме того, подложка позволяет скомпенсировать изменение геометрии объекта на первых слоях печати. Использование поддержек ожидаемо приводит к повышению качества создаваемого объекта, что особенно видно при уменьшении толщины стенок до минимальных значений. При задании же значения толщины стенок в относительно крупных по отношению к самой сфере значениях, генерация поддержек не приносит заметных выгод в качестве печати.

В выводе стоит констатировать, что методология 3D печати сложных конструкций проработана недостаточно, что связано с новизной технологии и её постоянным развитием. Ученым и инженерам, работающим в сфере аддитивного производства, зачастую самим приходится решать, как именно с максимальной точностью и эффективностью задавать настройки печати, прорабатывать наиболее оптимальные параметры поддержек, что в свою очередь, ведет к дополнительным тратам времени и ресурсов.

Именно поэтому разработка практических рекомендаций к печати, создание и развитие методологической базы технологий аддитивного производства, в особенности отечественной, должна занимать важное место в деятельности научно-исследовательских коллективов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛА В ЛАЗЕРНОМ МОДУЛЕ

В.М. Кравчук

Научный руководитель - Е.В. Васильев

К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматриваются вопросы моделирования работы системы авторегулирования температуры кристалла инжекционного полупроводникового лазера, входящего в состав стандартного телекоммуникационного лазерного модуля. Такой лазерный модуль предполагается использовать в

качестве источника излучения в участке диапазона длин волн 1560-1650 нм в составе лазерного трассового детектора взрывоопасных или токсичных газов в атмосфере. Подобные приборы могут найти применение для химической разведки и экологического мониторинга на промышленных предприятиях нефтехимической отрасли. Нами были подобраны телекоммуникационные лазерные модули, длина волны излучения которых при сканировании может перекрывать участки указанного выше диапазона, содержащие линии поглощения метана и аммиака.

Сканирование длины волны излучения телекоммуникационного лазерного модуля осуществляется за счет изменения температуры кристалла инжекционного полупроводникового лазера. Скорость сканирования составляет от 0,1 нм до 0,15 нм на градус Цельсия. Для поддержания заданной температуры кристалла в состав лазерного модуля входят элемент Пельтье – термоэлектрический охладитель и термистор в качестве элемента обратной связи по температуре.

Наша задача состояла в разработке и проведении моделирования работы системы автоматического регулирования температуры лазерного кристалла с использованием элемента Пельтье и термистора. С этой целью была разработана принципиальная электрическая схема включающая усилитель ошибки по температуре, петлевой фильтр, а также усилитель мощности, формирующий напряжение для питания термоэлектрического охладителя в положительной и отрицательной полярности, что обеспечивает как нагревание, так и охлаждение лазерного кристалла относительно температуры окружающей среды.

Функционирование разработанной схемы было промоделировано в программной среде схемотехнического проектирования Micro Cap 7. В ходе моделирования были решены следующие задачи:

1. Подтверждение работоспособности разработанной схемы, ее способности формировать положительное и отрицательное напряжение питания термоэлектрического охладителя.
2. Исследование устойчивости работы данной схемы, необходимое в связи с тем, что она является замкнутой системой автоматического регулирования.
3. Исследование поддержания заданной постоянной температуры лазерного кристалла в условиях наличия дестабилизирующих факторов (изменения температуры окружающей среды и напряжения питания схемы).
4. Исследования возможности сканирования по пилообразному закону температуры кристалла в пределах 25 градусов Цельсия, что обеспечит перекрытие нескольких линий поглощения атмосферных газов, в том числе паров воды, метана или аммиака.

Результаты моделирования подтверждают возможность применения разработанной схемы в составе лазерного трассового газоанализатора.

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки РФ № 2014/178.

РАЗРАБОТКА КЛАПАННОЙ СИСТЕМЫ ПАРОРЕАКТИВНОГО НАГНЕТАТЕЛЯ

Д.В. Миронов

Научный руководитель - Улитенко А.И

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается метод повышения эффективности жидкостной системы охлаждения электронных приборов. Непрерывную циркуляцию жидкости обеспечивает парореактивный нагнетатель, конструкция которого приведена на рисунке 1.

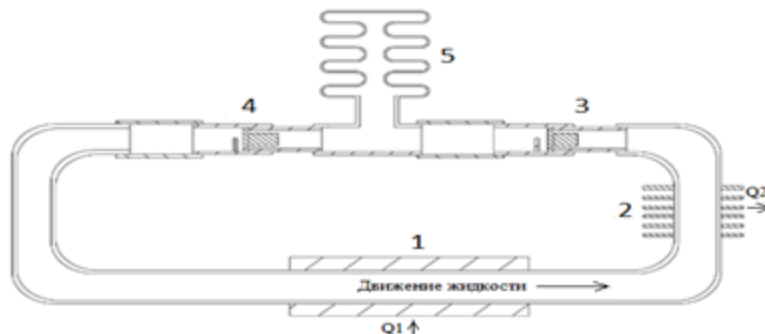


Рис. 1 – Конструкция парореактивного нагнетателя, где 1- нагревательный элемент, 3, 4 – клапаны, 2 – конденсатор, 5 – расширитель, Q_1 – подвод тепла, Q_2 – отвод тепла.

Парореактивный нагнетатель представляет собой замкнутый контур. Нагрев осуществляется за счет мощности, отводимой от электронного прибора. Для охлаждения и конденсации пара используется конденсатор. Для предотвращения повреждения всей системы при изменении объема жидкости, вследствие нагрева и охлаждения, используется сифон. Так же система включает в себя два клапана, задача которых заставить жидкость циркулировать по контуру.

В ходе конструирования клапанной системы выявился существенный недостаток. Эффективная работа клапана возможна только при определенных положениях в пространстве. Это связано с тем, что под действием сил гравитации запорный механизм открывается и пропускает часть жидкости. Тем самым нарушается работа всей установки.

Для устранения этого недостатка было разработано две конструкции клапанной системы. В первом случае (Рисунок 2а) в качестве запорного механизма используется упругая диафрагма. Во втором случае (Рисунок 2б) под запорный механизм установлена пружина.

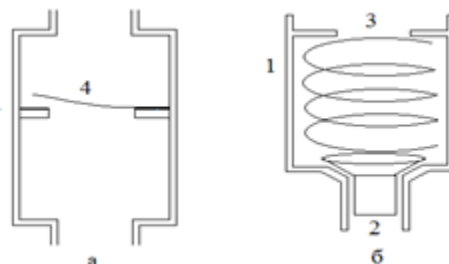


Рис. 2 – Простейшая конструкция клапанной системы,

где а – клапан с упругой диафрагмой, б – клапан с пружиной, 1- корпус клапана, 2 - запорный механизм, 3 – пружина, 4 – упругая диафрагма.

О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОШИБОК С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО УРОВНЯ ДЕФЕКТОВ

И.И. Кучин

Научный руководитель – Бубнов А.А.

к.ф.-м.н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Система отслеживания ошибок – прикладная программа, разработанная с целью помочь разработчикам программного обеспечения учитывать и контролировать ошибки и неполадки, найденные в программах, пожелания пользователей, а также следить за процессом устранения этих ошибок.

Для реализации методов оценки остаточного уровня дефектов необходимо разработать систему отслеживания ошибок с необходимым набором функций а именно хранение и представление информации о проектах, дефектах и их атрибутах, пользователях системы, ходе выполнения тестовых испытаний.

При реализации серверной части были созданы таблицы: проекты, дефекты, категории дефектов, пользователи, типы пользователей, статусы дефектов. Информация о дефектах включает в себя описание дефекта, тестирующего, который выявил дефект, дата и время обнаружения дефекта, критичность дефекта, шаги для выявления дефекта, ожидаемый результат, фактический результат, ответственный за устранение дефекта и статус дефекта.

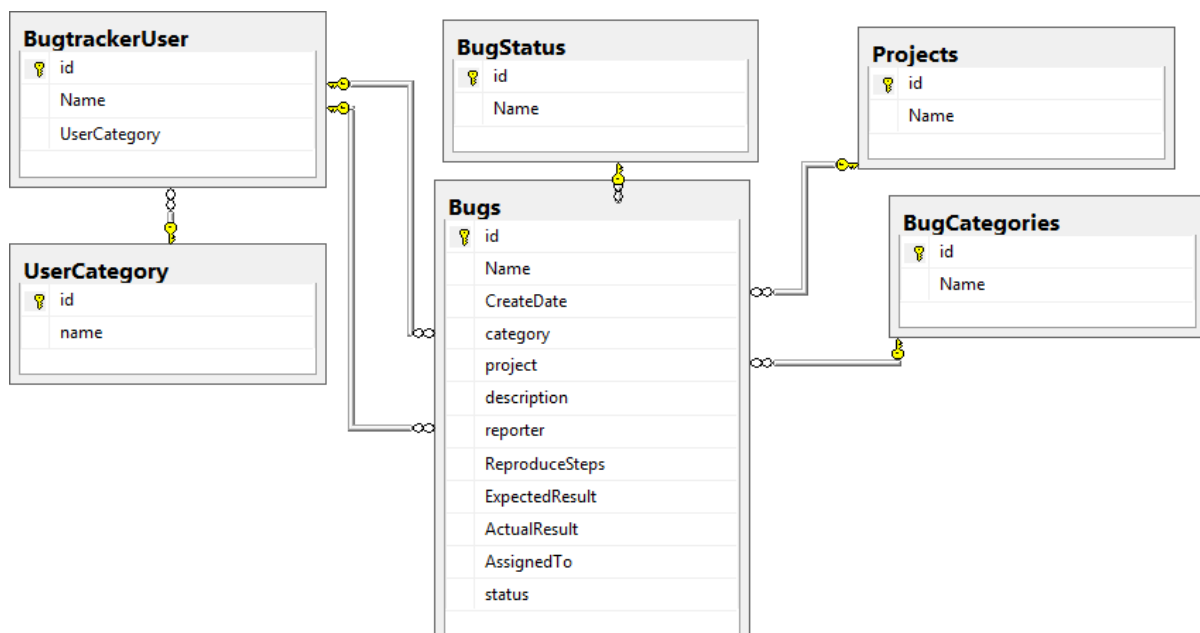


Рис. 1 – Диаграмма базы данных системы отслеживания ошибок

Клиентская часть представляет собой приложение, позволяющее работать с информацией о дефектах в контексте всего их жизненного цикла, а также осуществлять оценку оставшегося уровня дефектов в программной системе.

Библиографический список

1. Липаев, В.В. Программная инженерия. Методологические основы [Текст] : Учеб. / В. В. Липаев ; Гос. ун-т — Высшая школа экономики. — М. : ТЕИС, 2006. — 608 с.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

И.В. Вакуленко

Научный руководитель Михеев А.А.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Повышение эффективности использования электроэнергии может быть достигнуто с помощью внедрения автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии удаленными потребителями (АСКУЭ).

В состав технических средств АСКУЭ должны входить:

- счетчики электрической энергии, оснащенные датчиками - преобразователями измеряемой энергии в цифровой;
- устройства сбора и передачи данных (УСПД);
- каналы связи с соответствующей каналообразующей аппаратурой для передачи измерительной информации;
- средства обработки информации (как правило, персональные ЭВМ).

Для удалённой передачи данных используются следующие основные виды модемов: PLC, GSM, радио, оптические, Ethernet. Достоинства и недостатки каждого из них приведены в таблице.

Таблица

Технология	Достоинства	Недостатки
PLS модем	Передача информации по силовым кабелям.	Чувствителен к состоянию линии электропередач, помехам внутри сети, медленная скорость передачи данных.
GSM модем	В качестве канала связи используются сети сотовых операторов. Высокая скорость передачи данных, простота в настройке.	Высокая стоимость оборудования, зависимость от параметров и загруженности сотовой сети.
Радио модем	Удобен при организации системы АСКУЭ в частном секторе. Довольно высокая скорость передачи данных.	Работает только в прямой видимости. Требователен к помеховой ситуации.
Оптический модем	Очень высокая скорость передачи данных.	Необходимость прокладывания дополнительного и дорогостоящего кабеля.

Ethernet	Использование внутри-домовых сетей Ethernet. Высокая скорость передачи данных.	Наличие поблизости сети Ethernet

При построении системы АСКУЭ следует учитывать следующие факторы:
 - объект проектирования системы АСКУЭ (многоквартирный дом, частный сектор, предприятие и др.);

- программное обеспечение для опроса приборов учёта;
- цена и техническая поддержка завода-изготовителя.

Рассматриваемая АСКУЭ разрабатывалась на основе следующих исходных данных:

- воздушная линия 0,4 кВ от трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ;
- к линии подключены 30 индивидуальных жилых домов;
- линия выполнена проводом марки СИП;
- процент коммерческих и технических потерь для такой линии составляет порядка 30%.

Задача: снизить процент потерь до нормативного уровня в 3-5%.

Для решения этой задачи выбрана следующая структура АСКУЭ: на отходящую линию установлен прибор учёта марки ПСЧ, на каждый жилой дом – прибор столбового исполнения марки СЭБ с возможностью передачи данных по PLC технологии.

Для построения системы выбрано оборудование АО «ННПО имени М.В. Фрунзе». Основные его достоинства – высокое качество, наличие службы технической поддержки и предоставление бесплатного программного обеспечения для опроса приборов учёта электроэнергии и анализа полученных результатов.

Реализация данной системы позволяет добиться следующих результатов:

- благодаря размещению прибора учёта непосредственно на опоре, удалось полностью избавиться от коммерческих потерь на данной линии и снизить технические потери до нормативных значений;
- повысить точность учёта баланса электроэнергии на электростанции и подстанции;
- обеспечить возможность контролировать параметры качества электроэнергии;
- сократить расходы на работу контроллеров и электромонтёров;
- своевременно определять каналы утечки энергоносителей.

СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

А.О.Максименко

Научный руководитель Михеев А.А.,
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Для обеспечения безопасности, защищенности здания от внештатных ситуаций, а также поддержания необходимых санитарно-гигиенических условий применяется множество разнообразных подсистем инженерного оборудования, которые характеризуются достаточно большим набором техно-

логических параметров и сигналов управления, требующих круглосуточного контроля. Все эти системы образуют систему жизнеобеспечения здания. Для наблюдения и управления за этими подсистемами используют систему диспетчеризации.

Стандартная система диспетчеризации состоит из шкафов автоматики (ША) с подключенным к нему оборудованием и диспетчерского пункта. ША вмещает в себя свободно программируемый контроллер, оснащенный модулями ввода-вывода, который обеспечивает функции управления, а также сбора данных с определенного инженерного оборудования [1].

Систему диспетчеризации можно применить для наблюдения и контроля микроклимата в жилых и производственных помещениях. Во втором случае это наиболее необходимо, так как от оптимальных условий зависит не только комфорт и безопасность человека на рабочем месте, но и поддержание определённых условий для осуществления техпроцесса.

Для выпуска качественной продукции на участке сборки печатных плат требуется создать обеспыленность подаваемого приточного воздуха. Для этого необходимо обеспечить контроль над установленными фильтрами в блоке оборудовании вентиляционной установки.

Главное преимущество системы диспетчеризации – это удаленный контроль за всеми параметрами вентиляционной установки. Диспетчеру участка печатных плат не нужно тратить время на то, чтобы устранить неполадку вручную. Все осуществляется автоматически из диспетчерской.

Блок оборудования вентиляционной установки, подключенный к ША, включает в себя клапан наружного воздуха, фильтры, вентилятор, электрический нагреватель, дифференциальные манометры. Наличие двух фильтров обуславливается большой загрязнённостью приточного воздуха. На фильтрах установлены дифференциальные манометры для измерения перепада давления. В случае сильной запыленности фильтров, появится разница в давлении, и на компьютер диспетчера придет сообщение о необходимости замены оборудования. Информацию о температуре наружного и канального (в воздуховоде) воздуха получают соответствующие датчики. Во избежании перегрева электрического нагревателя устанавливается термостат.

Системы диспетчеризации, или SCADA-системы (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition – Диспетчерское управление и сбор данных) строятся по принципу клиент-серверной архитектуры. Клиент-сервер – это сетевая структура, которая разделяет клиентов (компьютеры, имеющие оболочку визуализации диспетчера) и сервер(ы). Каждый клиент для получения нужных данных посылает соответствующий запрос серверу. Сервер, имеющий требуемые клиенту данные, отправляет ответ клиенту. Стандартом для построения информационной коммуникационной основы систем диспетчеризации является протокол TCP/IP. Высокая скорость обмена в сетях Ethernet (TCP/IP), надежность передачи данных, а также распространенность и доступность сделали TCP/IP основным транспортным протоколом. TCP/IP применяется для связи сетей контроллеров автоматизации с сервером диспетчеризации [2].

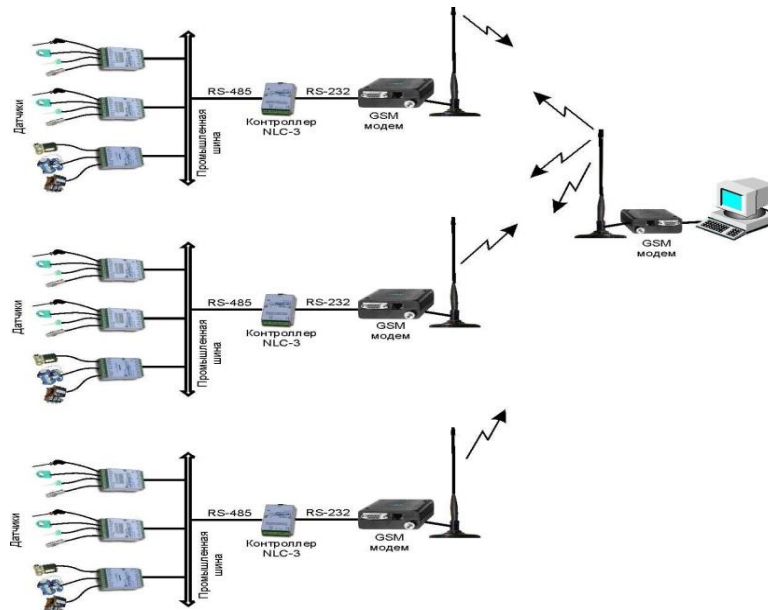


Рис. 1

Для участка сборки печатных плат можно предложить следующую систему контроля параметров микроклимата. На каждом удаленном объекте устанавливается промышленный контроллер с устройствами ввода информации от датчиков и вывода сигналов на исполнительные устройства (рис. 1). К порту RS-232 контроллера подключается GSM или радио модем, который передает и принимает данные, устанавливая связь с общим удаленным диспетчерским компьютером. Количество контролируемых объектов может быть любым, практически оно зависит от загруженности управляющего компьютера и пропускной способности канала обработки поступающей в компьютер информации.

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАБОТЫ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ РЕДУКТОРА

С.Ю. Дмитриев, В.Г. Мербаум, О.А. Комаров, Д.Р. Даутов
 Научный руководитель – Новиков Д.К.
 д.т.н., проф.

Самарский университет

Ввиду сложности обеспечения требуемого ресурса подшипниками качения, в редукторе современного авиадвигателя целесообразно переходить к использованию гидродинамических подшипников скольжения, которые имеют ряд преимуществ.

На заводе ПАО «КУЗНЕЦОВ» была разработана методика аналитического расчета подшипника скольжения, которая успешно подтвердилась испытаниями в составе опор промежуточных шестерён редуктора. В результате выявлены следующие преимущества использования такого типа подшипника:

- обеспечение достаточно продолжительного ресурса;
- меньшие габариты и масса опор и редуктора с подшипником скольжения;

- меньшая акустическая эмиссия в подшипнике скольжения;
- большая демпфирующая способность при циклических и ударных нагрузках в подшипниках скольжения;

Для более глубокого изучения процессов, происходящих в ходе работы подшипника, была построена конечно-элементная модель подшипника. Расчеты производились в программном комплексе «Ansys» с учетом вращения, нагрузки, эксцентricности зазоров, зон кавитации и турбулентности, а также заданием других параметров, определяющих работу подшипника. В качестве граничных условий были заданы расход на входе, а также параметры рабочего тела подшипника. Таким образом, была получена эпюра распределения давлений, появилась возможность узнать значения параметров потока в различных точках подшипника и посмотреть линии тока рабочего тела. Моделируемые параметры сравнивались с полученными ранее при физических экспериментах и аналитических расчётах. Разработанная математическая модель позволяет, изменяя входные параметры в модели подшипника, с достаточной точностью прогнозировать его поведение на различных режимах работы, а также оптимизировать работу подшипника, внося конструктивные изменения.

Библиографический список

1. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа: Учебник для вузов / А.Д. Гиргидов; СПбГПУ, 2002 – 545с.
2. Ansys help.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ХЛАДАГЕНТА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОСКОГО ТРУБЧАТОГО СОЛЕНОИДА

А.А. Фефелов, В.А. Тюрин, А.Н. Мусолина
 Научный руководитель Пушкин В.А.
 К.Т.Н., доц.

Рязанский государственный радиотехнический университет

В докладе рассматривается методика расчета температуры хладагента (воздуха), используемого для охлаждения плоского трубчатого соленоида, расположенного в электродуговой печи постоянного тока между слоями футеровки. Данные соленоиды используются в электродуговой печи для создания электромагнитного поля, которое обеспечивает смещение дуги горения в зависимости от локального перегрева футеровочного слоя.

В электродуговых печах располагаются четыре соленоиды, работающих на постоянном токе и получают электрическую энергию от управляемого дополнительного источника питания. Величина тока, подаваемого в соленоиды зависит от температурного поля футеровочного слоя, расположенного между верхним подовым подвижным электродом и поверхностью расплавленного металла.

Соленоиды расположены между металлическим корпусом и футеровочным слоем и нагреваются до температуры 500-600°C.

В связи с тем, что по медной трубке (обмотке) протекает ток порядка 500-900А, то наблюдается дополнительный разогрев соленоида, мощность

потерь которого зависит от значения сопротивления обмотки соленоида при заданной температуре и определяется по формуле:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}, \quad (1)$$

где $S[\text{м}^2 \text{ или } \text{мм}^2]$ – поперечное сечение проводника;

$L - [\text{м}]$ длина проводника;

$\rho = 0,017 [\text{Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}]$ – удельное сопротивление меди при комнатной температуре (20°C).

На рисунке 1 приведена зависимость сопротивления медного проводника от температуры.

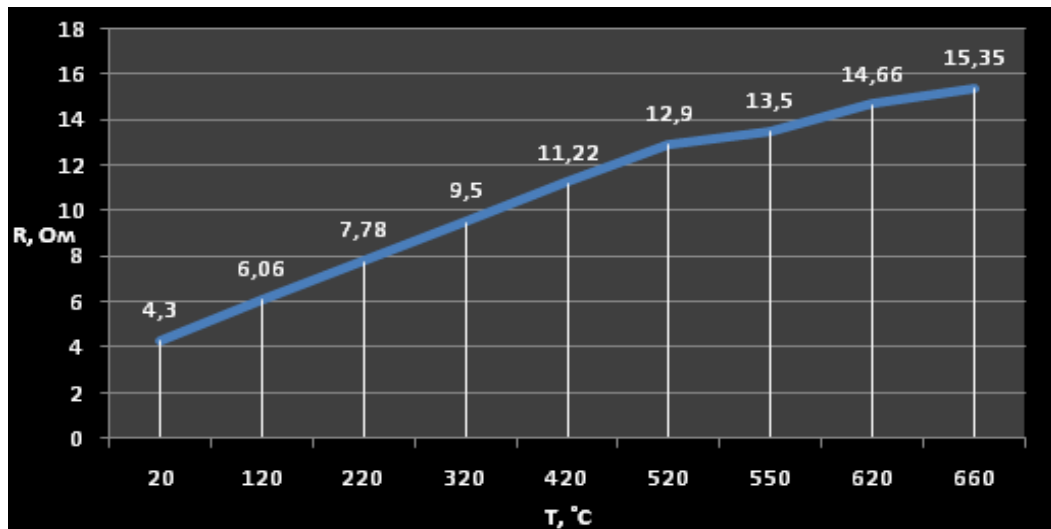


Рис. 1 – График зависимости сопротивления медного проводника от температуры

Можно сделать вывод, что при температуре равной 20°C сопротивление медного проводника равно 4,3 Ом, а при температуре 500°C сопротивление медного проводника равно 12 Ом. Исходя из этого можно сделать вывод, что сопротивление медного проводника увеличится в 4 раза.

При продуве хладагента через обмотки соленоида должно выполняться соотношение:

$$C_p \cdot \dot{m}(t_{\text{вых.}} - t_{\text{вх.}}) = I^2 R, \quad (2)$$

где $C_p \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$ – удельная теплоемкость воздуха;

$\dot{m}[\text{кг/с}]$ – массовый расход воздуха через трубку;

$t_{\text{вых.}}$ – температура воздуха на выходе из соленоида;

$t_{\text{вх.}}$ – температура воздуха на входе в соленоид;

$I[\text{А}]$ – ток в обмотке соленоида;

$R[\text{Ом}]$ – сопротивление обмотки соленоида.

В этом случае массовый расход воздуха через трубку определяется согласно выражению:

$$\dot{m} = \frac{I^2 \cdot R}{C_p(t_{\text{вых.}} - t_{\text{вх.}})}, \quad (3)$$

В работе проведены расчеты расхода воздуха для охлаждения соленоида для следующих параметров плоского соленоида при изменении температуры воздуха на входе соленоида в пределах от $+20^{\circ}\text{C}$ до -20°C :

ток соленоида $I = 500\text{A}$; диаметр трубки соленоида $D = 18\text{мм}$; число витков соленоида $N = 21$; $t_{\text{вх.}} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{вых.}} = 350^{\circ}\text{C}$.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ

Р.Ш. Валетов, А. Олмасов

**Центр электромагнитной совместимости, Самаркандской области,
республика Узбекистан**

Миллионы людей не имеют ясного представления и разъяснений о потенциально серьезном биологическом воздействии фактора электромагнитного поля на человека и окружающую его среду. Поэтому проблема защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами стоит сегодня особо остро.

В истории своей эволюции человеческая раса никогда раньше не попадала под воздействие таких полей на постоянной основе, и существует серьезная и растущая озабоченность результатами этого воздействия не только на индивидов, но и на экологическую систему в целом. С начала прошлого века, а особенно быстрыми темпами с появлением радиолокационных установок и быстрым ростом радио, телевидения и сотовой связи, человечество окружило себя настоящим океаном искусственных электромагнитных полей. Исследователи отметили постоянный рост числа заболеваний многими формами рака, что, как полагают многие, происходит параллельно увеличению окружающих электромагнитных полей, включающих поля сверхвысоких радиочастот.

Технические способы уменьшения уровня излучения электромагнитных полей при использовании мобильной связи.

С каждым днём всё актуальнее становятся задачи обеспечения электромагнитной обстановки и улучшения электромагнитного фона в районах размещения базовых станций, облегчение процесса проектирования и эксплуатации сетей сотовой связи и снижение затрат на антенно-мачтовые сооружения, а также улучшения внешнего облика больших городов за счет более грамотного размещения антенн базовых станций. В качестве мер достижения этих целей на нынешнем этапе развития систем сотовой связи (ССС) можно выделить следующие:

1. Использование адаптивных, интеллектуальных антенн (Smart Antennas) на основе технологий MIMO.
2. Использование единых универсальных антенн для обслуживания двух и более БС разных операторов.
3. Размещение антенн БС разных операторов на единой мачте.
4. Объединение операторов сотовой связи на базе единой сети радиодоступа для обеспечения высокой эффективности эксплуатации сетей и использования радиочастотного спектра.
5. Соединение элементов сети радиодоступа на основе волоконно-оптических линий связи, что позволит обеспечить прозрачную взаимо-

связь между БС и антенными устройствами по волоконно-оптическим кабелям.

6. Использование самых современных систем передачи данных:

- одним из технических решений обеспечения снижения ЭМИ является Li-Fi. Принцип такой Li-Fi связи заключается в использовании светового диапазона обыкновенных светодиодов. Дело в том, что светодиоды имеют очень высокую частоту мерцания, и человек не может ее уловить. Технически же это можно использовать для передачи данных. Когда светодиод загорается, передается цифровая единица, а когда он гаснет, передается цифровой ноль. Этим достигается высочайшая скорость передачи. За секунду может быть передано около 600 мегабайт данных. Кроме того, Li-Fi можно использовать там, где пользоваться радиоволнами небезопасно. Например, в самолете требуется отключать мобильники для того, чтобы не было радиопомех для электронных приборов самолета. Или на нефтяных платформах, где есть опасность возникновения искр и возгорания.

Li-Fi представляет собой самый безопасный способ обмена информацией, который способен стать действительно революционным переворотом в средствах связи. Световой Интернет передает информацию при помощи не радиоволн, как в Wi-Fi, а световых излучений. Для этого необходимо в обычную светодиодную лампу, мощностью 1 Вт, встроить микрочипы, которые при включении света будут передавать сигнал на устройство, установленное в планшете или ПК. Кстати, с помощью одной лампочки можно будет подключить к Сети четыре компьютера. Таким образом, для того, чтобы пользователь находился в сети Интернет, лампа должна быть включенной. Преимущество светового Интернета в том, что он позволяет передавать информацию со скоростью 150 Мбит/сек – это значительно выше обычной скорости Интернета. Кроме этого, данная технология сделает подключение к Интернету более безопасным, поскольку свет, в отличие от радиоволн, не будет проходить через стены – сигнал действует только там, где находится интернет-пользователь. Теоретически для регистрации Li-Fi-импульсов смогут применяться камеры смартфонов, планшетов, ноутбуков и других гаджетов. Однако у Li-Fi есть очень серьезное ограничение: передатчик и приёмник данных должны находиться в зоне прямой видимости.

- Другим техническим решением обеспечения снижения ЭМИ является технология Wi-FAR, она принадлежит неприбыльной организации WhiteSpace Alliance (WSA) (Пробел Альянс), которая занимается вопросами спецификации стандарта 802.22, утвержденного IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) в 2011 г. Суть этой технологии заключается в том, что для беспроводной передачи данных задействуется неиспользуемая полоса частот ТВ-вещания под названием «белое пространство» (whitespace). С ее помощью можно обеспечить дальность от 10 до 100 км в условиях сельских районов или в отдаленных областях. Теоретическая пропускная способность по загрузке составляет свыше 22 Мб/с на один ТВ-канал, который может обслуживать до 512 устройств. Ведущие ИТ-компании, включая Google, Microsoft и Facebook, выступили в поддержку технологии Wi-FAR для обеспечения широкополосным интернет-доступом в тех регионах, где слабо развита инфраструктура мобильных 3G-сетей, не говоря о проводных.

Особенности стандарта:

В заключение можно отметить, что в мире уже имеется практика применения многих из приведенных выше мер улучшения электромагнитной обстановки в местах размещения базовых станций сотовой связи, и в настоящее время ведутся активные исследования в этих направлениях. Задача представителей отрасли мобильной связи в нашей стране — быть в курсе происходящих совершенствований и, по возможности, максимально быстро внедрять их на практике. Важнейшую роль в этом процессе призваны сыграть регулирующие органы страны при активном участии научно-исследовательских и проектных организаций.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ

Д.А. Перепелкин, В.С. Бышов

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Обеспечение высокоскоростного и надежного обмена информацией между узлами компьютерной сети (КС) при жестких требованиях к задержкам передачи информации в условиях возможных всплесков трафика и локальных перегрузок каналов связи является одной из важнейших проблем. В связи с этим для повышения качества обслуживания (Quality of Service, QoS) сетевых приложений особое внимание уделяется внедрению и поддержке решений многопутевой стратегии маршрутизации, использованию композитных метрик линий связи, максимально учитывающих численные значения различных QoS-показателей [1].

Существующие в настоящее время решения многопутевой маршрутизации потоков данных в компьютерных сетях базируются в основном на алгоритме Йена (k -кратчайших путей) с трудоемкостью расчета оптимальных и резервных маршрутов $O(N^3)$, где N – число маршрутизаторов или узлов связи [2]. Для балансировки потоков данных в КС также используют подход перераспределения потоков данных (Traffic Engineering, TE), как расширение алгоритма Йена. В данной работе основное внимание сосредоточено на разработке программного комплекса, который позволяет проанализировать эффективность модуля TE, работающего с маршрутами, вычисленными с помощью алгоритма Йена и балансировки нагрузки, включающую в себя три коэффициента: α , β , γ , дающих больше возможностей управления нагрузкой, и основанной на работе алгоритма парных перестановок маршрутов (АППМ с БН) [3].

Исследования представленных алгоритмов многопутевой адаптивной маршрутизации и балансировки потоков данных проводились на различных топологиях КС. Программный комплекс разработан на языке программирования C# с использованием платформы .NET Framework 4.5. и подходов объектно-ориентированного программирования, что обеспечит гибкость программного обеспечения за счет возможности дополнения программы новыми функциями, позволяющими расширить комплекс решаемых

задач. Разработанный программный комплекс позволяет: составлять и удалять модели КС, задавать параметры линий связи (пропускную способность, задержку, процент потери пакетов, стоимость, композитную метрику), выполнять балансировку нагрузки КС по различным критериям QoS, сохранять и открывать модели КС. Интерфейс программного комплекса и окно балансировки нагрузки представлены на рис. 1, 2.

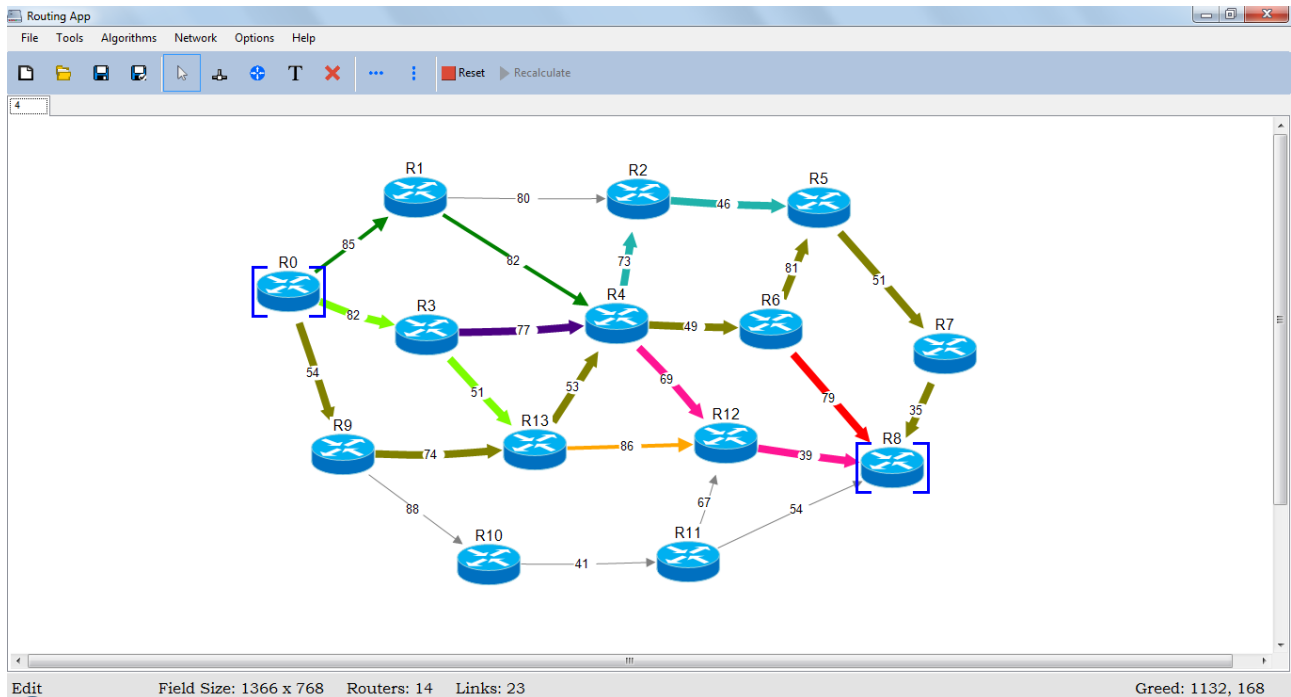


Рис. 1 – Интерфейс программного комплекса

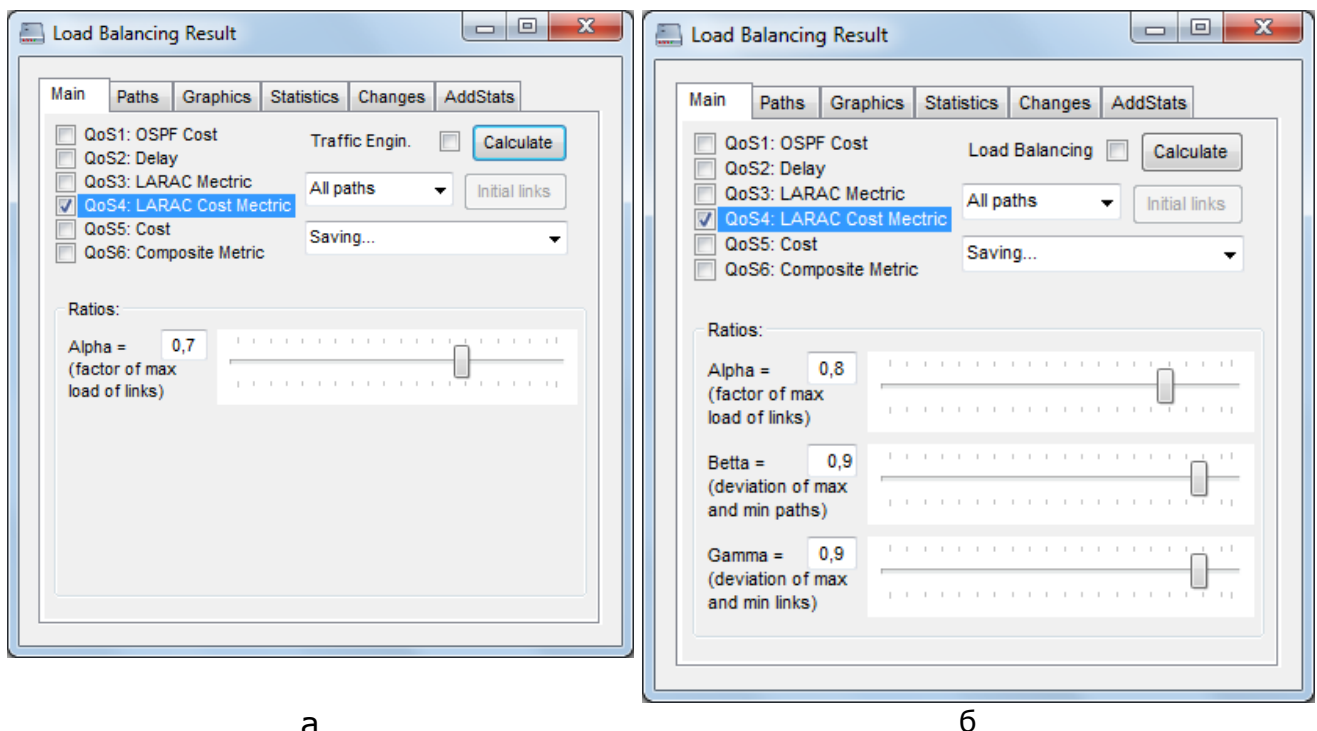


Рис. 2 – Окно балансировки нагрузки:
а – алгоритм Йена с модулем ТЕ; б – АППМ с БН

Для каждого канала связи в КС был установлен набор параметров, обеспечивающих требуемое качество обслуживания сетевых сервисов. На рис. 3 приведены значения параметров и метрики качества сервиса для произвольного канала связи в КС.



Рис. 3 – Значения параметров и метрики качества сервиса произвольного канала связи: а – значение критерия качества; б – значение QoS-метрик; в – значение коэффициентов для метрик QoS 3 и QoS 4

Анализ полученных результатов показывает, что применение усовершенствованной модели [3] по сравнению с классическим ТЕ-модулем позволяет балансировать нагрузку не только между смежными интерфейсами, но и проложенными маршрутами за счет контроля над параметрами α , β , γ .

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – кандидатов наук МК-6016.2016.9 и гранта РФФИ 16-47-620300 р_а.

Библиографический список

1. S. Shenker, C. Partridge, and R. Guerin, "Specification of Guaranteed Quality of Service," RFC 2212, Internet Engineering Task Force, September 1997.

2. Jin Y. Yen, "Finding the k-shortest Loopless Paths in a Network", Management Science. 17 (11), 1971, pp. 712–716.

3. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Разработка и исследование математической модели многопутевой адаптивной маршрутизации в сетях связи с балансировкой нагрузки // Электросвязь. 2014. № 12. С. 27–31.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

В.А. Рёмин

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Сегодня практически невозможно представить себе, что когда-то электронные устройства питались исключительно от стационарной сети. Современные переносные и носимые устройства работают, в основном, на аккумуляторных батареях. Аккумуляторные батареи обладают уникальными тактико-техническими характеристиками: номинальное напряжение, емкость, максимальный отдаваемый ток, минимальное рабочее напряжение, при котором встроенный контроллер еще позволит эксплуатировать аккумуляторную батарею, форма, габариты и др.

Наиболее ключевой характеристикой является емкость аккумуляторной батареи, которой и обусловлено то время, которое аккумулятор сможет отдавать энергию для работы электронных устройств. В отличие от номинального напряжения или максимального отдаваемого тока, емкость не является постоянной величиной. Ее значение сильно зависит от условий эксплуатации аккумуляторной батареи, от количества циклов за-ряд/разряд, которые уже были произведены, от степени изношенности аккумулятора, от качества зарядного устройства, поскольку при хроническом недозаряде, номинальная емкость остается лишь на бумаге.

Часто встречается ситуация, когда в эксплуатацию попадают аккумуляторные батареи, номинальная емкость которых неизвестна. Также необходимо систематически проверять остаточную емкость аккумуляторов, если в системе нет резервирующего питания.

Для решения этих вопросов существует несколько методов, позволяющих определить остаточную емкость аккумуляторной батареи.

Наиболее простым методом является разрядка полностью заряженного аккумулятора на известную нагрузку. В этом случае необходимо подключить к аккумуляторной батарее нагрузку с заранее известным номиналом, определить начальное напряжение и контролировать текущее напряжение на аккумуляторной батарее в течение всего цикла разряда (в случае, если в аккумуляторной батарее отсутствует встроенный контроллер, который отключит батарею по достижении порогового напряжения), и за-сечь время. По достижении порогового напряжения нагрузка отключается и останавливается таймер. По закону Ома определяется ток, отдаваемый аккумуляторной батареей, и этот ток умножается на время разряда. Для большинства портативных устройств внутренним сопротивлением аккумуляторной батареи можно пренебречь. Данный метод является наиболее очевидным и простым, однако требует больших затрат времени, поскольку разрядку

лучше всего производить токами наиболее приближенными к эксплуатационным.

Второй метод предполагает производить оценку емкости аккумуляторной батареи на этапе зарядки. Конструктивное исполнение аккумуляторных батарей подразумевает наличие в них внутреннего сопротивления, которое при заряженном аккумуляторе стремится к нулю. При подключении нагрузки величина падения напряжения на аккумуляторной батарее обусловлена, в том числе, и внутренним сопротивлением аккумулятора. Чем сильнее разряжается аккумулятор, тем больше растет его внутреннее сопротивление. Наблюдается прямая зависимость емкости аккумуляторной батареи от ее внутреннего сопротивления. Может возникать ситуация, когда при подключении заряженного аккумулятора к неизвестной нагрузке падение напряжения на аккумуляторе становится меньшим, чем минимальное пороговое напряжения для работы устройства. Уменьшая ток потребления, падение напряжения на аккумуляторе становится меньше и этого становится достаточно для работы устройства. Этот принцип можно использовать для оценки качества аккумуляторной батареи, например, чем выше внутреннее сопротивление у одного из двух одинаковых заряженных аккумуляторов, тем его емкостные характеристики будут хуже. Для оценки емкости батареи по данному методу необходимо при зарядке периодически замерять внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. В процессе измерения можно сделать вывод, что если внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи упало в два раза, то емкость выросла в два раза. Комбинируя данный метод с первым, можно сократить время, потраченное на исследование, а так же оценивать степень изношенности аккумуляторных батарей, поскольку показатель внутреннего сопротивления является определяющим при оценке качества.

Третий метод основан на сравнении емкости измеряемого аккумулятора с известной емкостью эталонного конденсатора. Этот метод наиболее быстрый, однако требует использования высокоточных компонентов. Определение емкости осуществляется путем замера напряжения на измеряемом аккумуляторе и разряде его на конденсаторную нагрузку, засекая время заряда конденсатора известной емкости. Данные измерения позволяют рассчитать емкость изменяемого аккумулятора по формуле:

$$Q = \frac{CU}{2tK}$$

где Q – электрическая емкость измеряемой АКБ,

C – емкость эталонного конденсатора,

t – время заряда конденсатора от измеряемого АКБ,

K – коэффициент, учитывающий конструктивные и технологические особенности.

Особенностью данного метода является тот факт, что длительность разрядки очень мала и влияние ее на емкость аккумуляторной батареи незначительно.

Использование качественных зарядных устройств, полнота циклов заряда/разряда, правильное хранение позволят продлить срок службы аккумуляторных батарей, а приведенные выше методы позволяют оценить текущее состояние и степень изношенности.

Библиографический список

1. Хрусталеv Д.А. Аккумуляторы. – Х.: Изумруд, 2003. – 222 с.
2. Вайлов А.М. Эксплуатация аккумуляторных батарей. – М.:Талер, 2009. – 170 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ

В.А. Рёмин

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

к.т.н., доц.

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

На практике достаточно часто встречаются различные электронные устройства, питание которых осуществляется от встроенного аккумулятора. Разнообразие электронных устройств подразумевает большое количество всевозможных аккумуляторных батарей, различной формы, размеров и технических характеристик. Обилие типов аккумуляторных батарей ведет к увеличению номенклатуры зарядных устройств, предназначенных для каждого типа аккумуляторов. Однако может встретиться ситуация, когда определить тип аккумуляторной батареи не представляется возможным: устройство несертифицированное или же давно находится в использовании. В случае, когда аккумуляторная батарея заряжена или разряжена частично, подобрать подходящее зарядное устройство из большого множества не составит сложности, что нельзя сказать о случаях, когда аккумуляторная батарея находится в состоянии сильного разряда или даже на нуле.

Рассмотрим пример, когда номинал заряжаемой аккумуляторной батареи неизвестен, а напряжение на ней равно нулю. В этом случае ошибка выбора необходимого зарядного напряжения может быть серьезной: 100mA при 12V это не то же самое, что 100mA при 5V. Мощность теплового рассеивания будет в 2,4 раза больше, что для литиевых аккумуляторов может стать критической точкой. Литиевые аккумуляторы не терпят перегрева и могут взорваться. Можно вручную повышать зарядное напряжения по мере роста потенциала на аккумуляторной батарее, но этот метод требует постоянного вмешательства оператора на всей протяженности зарядки.

Данный процесс можно автоматизировать, включив в схему простейший контроллер, который будет последовательно подбирать необходимое зарядное напряжение. В этом случае весь диапазон зарядных напряжений можно разбить не несколько поддиапазонов (рисунок 1) с автоматической подстройкой.

Задача микроконтроллера сводится к определению необходимого момента для переключения на следующий поддиапазон. Рассмотрим на примере: имеется сильно разряженный аккумулятор свинцово-кислотного типа, с неизвестным номинальным напряжением (6V или 12V). Напряжение на аккумуляторной батарее 5V. Микроконтроллер, согласно графику на рисунке 1, выставит зарядное напряжение 8V, что является оптимальным для

6-вольтовых аккумуляторных батарей. В момент, когда потенциал аккумуляторной батареи достигнет порога 7V (это номинал полностью заряженного 6-вольтового свинцово-кислотного аккумулятора), микроконтроллер будет анализировать скорость дальнейшего изменения потенциала на аккумуляторной батарее.

Если аккумуляторная батарея действительно 6-вольтовая, то рост ее потенциала практически остановится что и должен отследить микроконтроллер. Однако, если аккумуляторная батарей 12-вольтовая, то рост ее напряжения продолжится и после преодоления отметки 7,1V, тогда микроконтроллеру следует переключиться на следующий диапазон зарядки – 14,5V (рисунок 2).

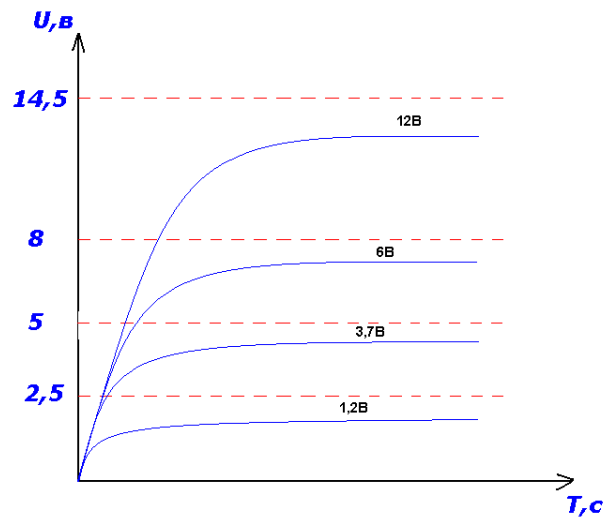


Рис. 1 – Разбиение зарядного напряжения на поддиапазоны с указанием кривых заряда аккумуляторов 1,2V; 3,7V; 6V; 12V

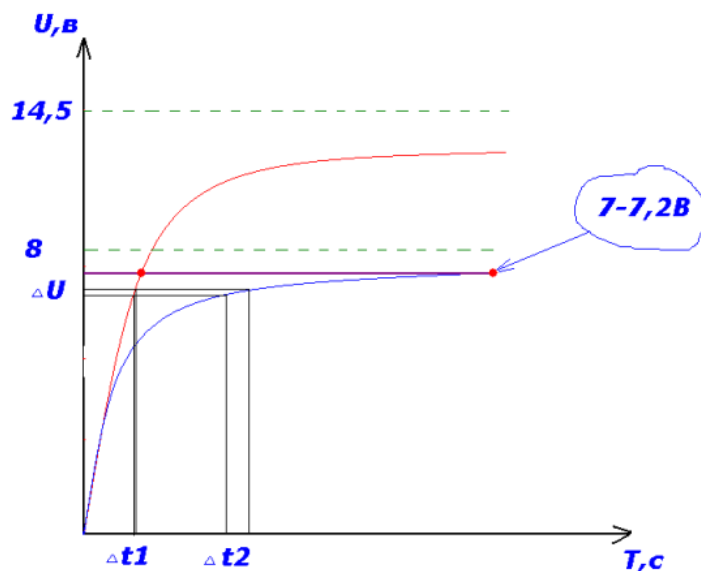


Рис. 2 – Пример отслеживания микроконтроллером необходимого времени переключения на следующий диапазон зарядки

Как следует из рисунка 2, для разных типов аккумуляторов, в данном примере 6V и 12V, для одного и того же изменения напряжения (ΔU), необ-

ходимо разное время Δt_1 и Δt_2 . Малое время t_1 свидетельствует о дальнейшем продолжении зарядки и необходимости увеличения зарядного напряжения. Большое, по сравнению с t_1 , время t_2 говорит о том, что аккумуляторная батарея практически заряжена и достигла своего максимального напряжения, и дальнейшего увеличения напряжения не нужно.

Таким образом, используя данный физический принцип и особенности зарядки различных аккумуляторных батарей, можно автоматизировать поиск необходимого зарядного напряжения методом последовательного приближения, что позволит каждый раз использовать оптимальное напряжения для каждого поддиапазона и сделать зарядное устройство автоматическим для подбора напряжения зарядки.

Библиографический список

1. Хрусталева Д.А. Аккумуляторы. – Х.: Изумруд, 2003. – 222 с.
2. Вайлов А.М. Эксплуатация аккумуляторных батарей. – М.:Талер, 2009. – 170 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА OPENFLOW

Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова
Научный руководитель – Корячко В.П.
д.т.н., проф.

Рязанский государственный радиотехнический университет

Использование программно-конфигурируемых сетей (ПКС) на основе протокола OpenFlow (OF) позволяет разделить уровни передачи и управления данными [1]. Становится возможным упростить сетевые элементы передачи данных и осуществить централизованное управление всеми коммутационными устройствами сети с помощью контроллера. В современных ПКС на основе протокола OF для обеспечения высокой скорости обработки и передачи данных используются алгоритмы адаптивной маршрутизации. Эти алгоритмы обеспечивают высокую скорость обработки данных за счет единого вычислительного центра. Для поиска оптимальных маршрутов в ПКС и построения таблиц коммутации пакетов данных используется алгоритм Дейкстры.

Математическую модель ПКС представим в виде неориентированного взвешенного связного графа $Network = (Nodes, Links, Weights)$, где $Nodes = (Controllers, Switches, Hosts)$, $Controllers$ – множество контроллеров, $|Controllers| = C$, $Switches$ – множество коммутаторов сети, $|Switches| = N$, $Hosts$ – множество хостов (конечных узлов) сети, $|Hosts| = H$, $Links$ – множество каналов связи, $|Links| = M$, $Weights$ – множество весов каналов связи (стоимость каналов связи, например пропускная способность, задержка, процент потери пакетов или композитная метрика).

Для применения алгоритма Дейкстры в ПКС на основе протокола OF разработано программное обеспечение (ПО) адаптивной маршрутизации. Средствами разработки выбраны: операционная система Ubuntu 14.04, эмулятор MiniNet, язык программирования Python. Разработанное ПО пред-

назначено для проектирования структур ПКС и моделирования процессов адаптивной маршрутизации. Отличительной особенностью ПО является универсальность алгоритмов и представление данных для решения задач адаптивной маршрутизации в режиме реального времени. ПО позволяет составлять карту компьютерной сети, задавать параметры линий связи, вычислять оптимальные маршруты передачи данных по критериям минимальной задержки передачи и максимальной пропускной способности. Приложение может использоваться как отдельным модулем, например при автоматизированном обучении, так и в составе сетевого автоматизированного комплекса проектирования и оптимизации ПКС на базе протокола OpenFlow.

Рассмотрим основные программные конструкции разработанного ПО.

Основным методом в скрипте является метод `main()`, который запускает подготовительные и вычислительные методы скрипта.

```
def main():
    return ( find_switch() + find_host() + arp_and_ip() + measure_link())
```

Используемая для каждого передаваемого пакета `q` функция обратного вызова `register_callback(мymac_learner)` запускает метод заполнения маршрутной информации для каждого пакета в фоновом режиме. Данный метод выводит информацию в следующем формате: MAC адрес источника, MAC адрес узла назначения, номер коммутатора, входной порт.

Вычислительный алгоритм реализован в методе `def get_path(src, dst, first_port, final_port)`, где `src` – источник, `dst` – узел назначения, `first_port` – исходящий порт, `final_port` – входящий порт.

На начальном этапе для каждого коммутатора устанавливается значение временной метки `distance` и устанавливается предыдущий коммутатор `previous`. Для всех коммутаторов кроме источника значение `distance` равно бесконечности, а предыдущий коммутатор не обозначен. Для источника метка равна 0.

```
distance = {}
previous = {}

for dpid in switches:
    distance[dpid] = float('Inf')
    previous[dpid] = None

distance[src]=0
```

Далее заполняется список `Q` не просмотренных коммутаторов сети, в котором находится коммутатор `u` с минимальной меткой, который помечается как просмотренный (удаляется из списка `Q`).

```
Q=set(switches)
while len(Q)>0:
    u = minimum_distance(distance, Q)
    Q.remove(u)
```

Далее происходит обновление меток коммутаторов.

```
for p in switches:
    if adjacency[u][p] != None:
        if thr[u][p] != None:
            w = thr[u][p]
        else:
            w = 1
        if distance[u] + w < distance[p]:
            distance[p] = distance[u] + w
            previous[p] = u
```

Для построения оптимального маршрута path используется следующий фрагмент кода:

```
r=[]
p=dst
r.append(p)
q=previous[p]
while q is not None:
    if q == src:
        r.append(q)
        break
    p=q
    r.append(p)
    q=previous[p]
r.reverse()
if src==dst:
    path=[src]
else:
    path=r
```

Проведенный анализ вычислительной сложности алгоритма Дейкстры в ПКС на основе протокола OF составил величину $O(N^2)$. Кроме того, в представленном алгоритме изменение метрики канала связи приводит к полному перерасчету таблиц коммутации пакетов данных в ПКС. В связи с этим необходима разработка новых алгоритмов адаптивной маршрутизации с учетом специфики функционирования ПКС в условиях динамических изменений метрик каналов связи и топологии компьютерных сетей.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых–кандидатов наук МК-6016.2016.9, гранта РФФИ 16-47-620300 p_a, стипендии президента РФ СП-505.2016.5, программы УМНИК Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Библиографический список

1. McKeown N., Anderson T., Balakrishnan H., Parulkar G., Peterson L., Rexford J., Shenker S., Turner J. Openflow: Enabling Innovation in Campus Networks Proc. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. 2008. Vol. 38, No. 2. pp. 69-74.

ПРИМЕНЕНИЕ САПР KICAD ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХРАНИЛИЩА МАРШРУТНЫХ КАРТ

М.А. Бакулева, И.В. Солотенков

Рязанский государственный радиотехнический университет

На сегодняшний день успешно применяется большое количество САПР, предназначенных для автоматизации деятельности инженеров и проектировщиков в разных отраслях промышленности [1]. Однако, как правило, все они характеризуются высокой ценой (даже в пересчете на одну лицензию), ограниченным по времени пробным периодом (как правило, 30 дней) и зачастую отсутствием облегченных (тем более, бесплатных) версий. Поэтому очевидна актуальность разработки, поддержки и внедрения свободнорааспространяемых САПР.

По определению ГОСТ 3.1118-82 маршрутная карта (МК) является основным и обязательным документом любого технологического процесса. МК содержит описание технологического процесса и межцеховых переходов изготовления детали (сборочной единицы) по всем операциям в технологической последовательности с указанием соответствующих данных по оборудованию, трудовым и другим нормативам.

В представленной работе проводится исследование и анализ возможностей применения САПР KiCad, предназначенной для разработки изделий электронной техники, с дальнейшим сохранением алгоритма проектирования в форме соответствующей маршрутной карты. Полученную МК целесообразно сохранять в хранилище данных (ХД) [1] для последующего использования и анализа технологического процесса. В докладе рассмотрены преимущества использования САПР KiCad и разработаны подходы к формированию ХД МК.

Одним из важных преимуществ KiCad является отсутствие ограничений на размер платы, с его помощью можно разрабатывать платы содержащие до 16 медных слоев (слоев металлизации) и до 12 технических слоев. В сквозном цикле проектирования KiCad позволяет создать все файлы, необходимые для производства печатных плат: Gerber-файлы для изготовления фотошаблонов на фото-плоттерах, файлы для сверления отверстий в платах и установки на них компонентов, и другие. Данный программный продукт является кросс-платформенным (есть версии для Windows и Linux) и включает комплекс программ со свободной лицензией типа GPL, предназначенный для разработки электрических принципиальных схем и автоматизированной разводки печатных плат.

Рабочий процесс в системе KiCad включает в себя две основных задачи: создание схемы и трассировку печатной платы. Для этих двух задач необходимы две библиотеки: библиотека компонентов и библиотека посадочных мест корпусов электронных компонентов. В стандартный дистрибутив KiCad включено значительное количество необходимых инженеру библиотечных компонентов. Схематически процесс создания проекта электронной схемы изображен на рисунке 1.

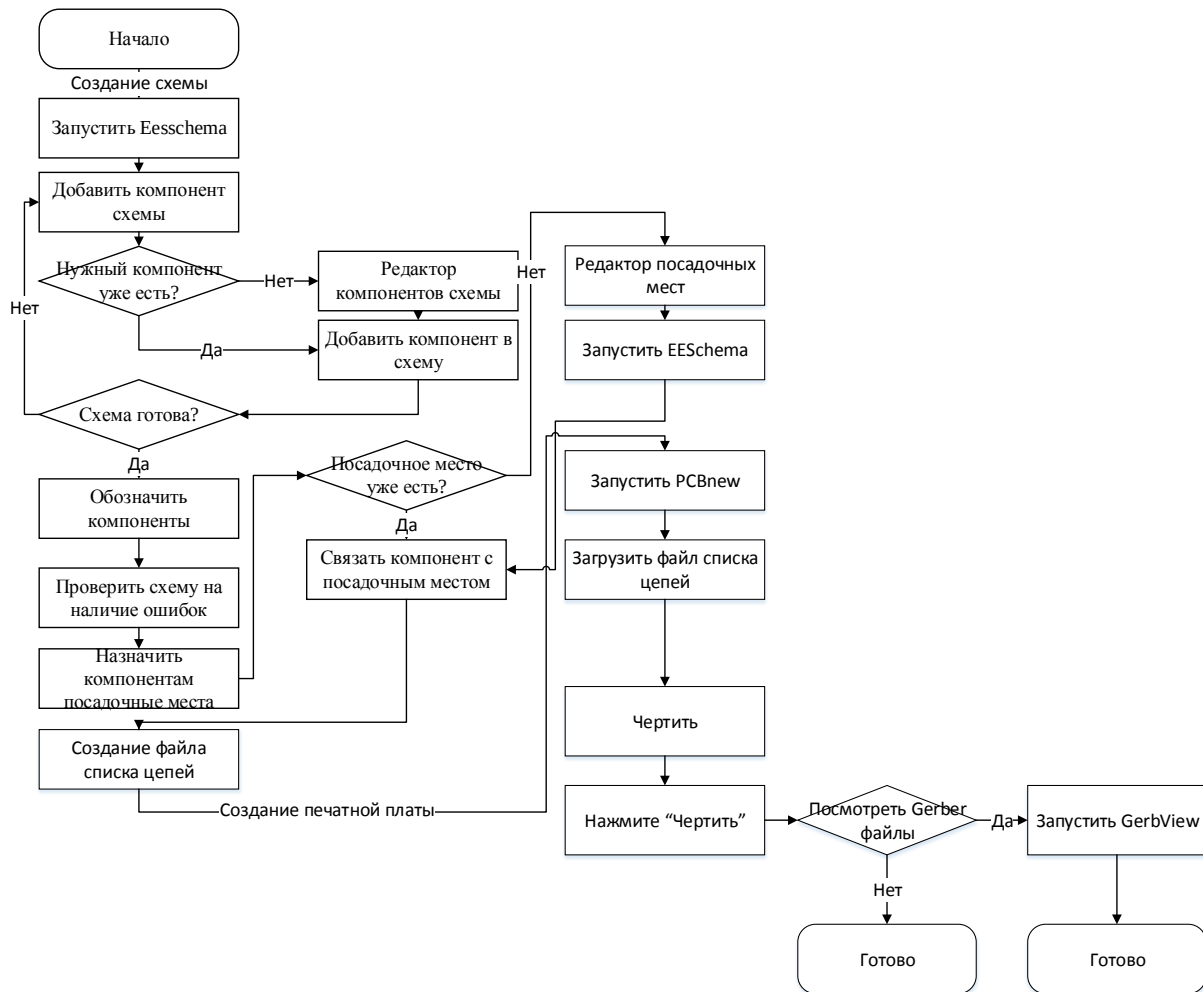


Рис. 1 – Маршрут проектирования

В докладе рассматриваются особенности программных инструментов KiCad:

- Kicad – менеджер проектов;
- EESchema – редактор электрических схем;
- CVpcb – программа выбора файлов посадочных мест для компонентов;
- PCBnew – редактор топологии (проводящего рисунка) печатных плат;
- GerbView – обозреватель файлов формата Gerber или Drill;
- PCB_calculator – для расчета печатных плат ;
- Bitmap2Component – программа для формирования изображений компонентов проекта из растрового образа [2]. Также рассмотрены возможности расширения представленного инструментария программой автоматизированного формирования МК для последующего сохранения в ХД.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках госзадания № 115011560084.

Библиографический список

1. Бакулева М.А., Бакулев А.В., Телков И.А. Алгоритм автоматизации проектирования хранилищ данных (статья). Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 23. Рязань: РГРТУ, 2008. С. 90-93.
2. kicad-pcb.org

ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

Р.Ш. Валетов, А.А.Олмасов

**Центр электромагнитной совместимости, Самаркандской области,
республика Узбекистан**

Аннотация

В данной статье, описывается помехоустойчивый код, и алгоритм его кодирования, и области применения.

День за днем, в век информации, информация приобретает особую ценность. Кто владеет информацией, тот владеет миром. Поэтому растёт потребность в различных системах передачи данных, которые позволили бы удовлетворить потребность людей. При этом особую актуальность приобретает вопрос защиты передаваемой информации от преднамеренного взлома, проникновения в информационную систему злоумышленниками или конкурентами.

Один из способов обеспечения информационной безопасности - это кодировка передаваемого информационного потока. Кодировка информации была бы полезна при защите внутри корпоративной сети передачи данных, больших и малых предприятий.

Кодирование информации может быть реализовано по принципу помехоустойчивого кодирования информации.

Принцип кодирования основан на добавлении к передаваемым четырём битам информации избыточных символов, для помехозащищённости.

Имеется комбинация информационных элементов 0111. Для этого кода построить разрешенную комбинацию кода (7,4) и показать, что данный код исправляет одну ошибку.

Воспользуемся проверочной матрицей. Имеем:

$$a_1=0, a_2=1, a_3=1 \text{ va } a_4=1.$$

$$b_1 = a_2 \oplus a_3 \oplus a_4 = 1 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$b_2 = a_1 \oplus a_3 \oplus a_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$b_3 = a_1 \oplus a_2 \oplus a_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$\text{т. е. } b_1 b_2 b_3 \rightarrow 100$$

Разрешенная комбинация имеет вид 0111100. Пусть произошла ошибка в a_4 , т. е. приняли 0110100. Убедимся, что ошибка исправляется. Для этого вычислим по информационной части принятой кодовой комбинации новые проверочные разряды:

$$a_1=0, a_2=1, a_3=1 \text{ va } a_4=0.$$

$$b_1' = a_2 \oplus a_3 \oplus a_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$b_2' = a_1 \oplus a_3 \oplus a_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$b_3' = a_1 \oplus a_2 \oplus a_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$\text{т. е. } b_1' b_2' b_3' \rightarrow 011. \quad \text{Найдем синдром}$$

$$\begin{array}{r} b_1, b_2, b_3 \\ \oplus b_1', b_2', b_3' \\ \hline c_1 c_2 c_3 \end{array} = \begin{array}{r} 1, 0, 0 \\ \oplus 0, 1, 1 \\ \hline 1 1 1 \end{array}$$

111 - есть число 7. На 7-м условном номере согласно табл. стоит информационный элемент a_4 . Следовательно, значение принятого a_4 нужно исправить: вместо «1» нужно поставить «0». Кодовая комбинация принята правильно.

Число синдрома, десятично условный номер	Элементы синдрома			Элементы кодовой комбинации с ошибкой
	C_1	C_2	C_3	
1	0	0	1	b_3
2	0	1	0	b_2
3	0	1	1	a_1
4	1	0	0	b_1
5	1	0	1	a_2
6	1	1	0	a_3
7	1	1	1	a_4

Оценка полосы пропускания

Длительность кодовой посылки определяется по формуле:

$$\tau_0 = \Delta t_{\partial} / (N_k \cdot n); (2)$$

где Δt_{∂} - интервал дискретизации,

n - длина кодовой комбинации,

N_k - количество каналов телеизмерения.

Получим

$$\tau_0 = \frac{0.000845}{2 \cdot 7} = 60 \text{ мкс}$$

Ширина полосы пропускания:

$$\Delta f = \mu(1/\tau_0); (3)$$

где μ - коэффициент воспроизведения импульса ($0.5 \div 2$), возьмём $\mu = 1$

$$\Delta f = \frac{1 \cdot 1}{60 \cdot 10^{-6}} = 16.6 \text{ кГц}$$

Можно сделать вывод о том, что полоса пропускания линии связи составляет не более 16,6 кГц. Этот помехоустойчивый код возможно использовать для передачи данных как по каналам радио связи, так и по каналам проводной связи. При этом надо учесть, что полоса пропускания увеличивается с увеличением кодовых комбинаций.

Система использует помехозащищенное кодирование с использованием вышеизложенного кода, что гарантирует большую вероятность приема достоверной информации на приемной стороне.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

В.С.Гуров, А.И.Таганов, С.И.Гусев ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ И ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ ТЕХНОПАРКА РГРТУ.....	3
С.Г. Мосин ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ.....	8
Д.А. Перепелкин ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫЕ СЕТИ: НОВЫЙ ПОДХОД К МАРШРУТИЗАЦИИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ.....	10

Секция 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В.М.Назаров, Л.А.Виликотская ИГРОВОЙ КОМПОНЕНТ ЭЛЕКТРОННОГО КУРСА СОЦИОЛОГИИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ MOODLE....	15
П.А.Фролов ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ.....	16
Т.Н.Ермакова МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ.....	17
И.Е.Коньякова, М.С.Маскина О НЕКОТОРЫХ СФЕРАХ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ.....	19
Л.С.Иванкина ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНФЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ И ВОЛАТИЛЬНОСТИ ВАЛЮТНОГО РЫНКА.....	21
И.А.Нечепуренко ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ОДНОСЕКТОРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА, УЧИТЫВАЮЩЕЙ КОНЕЧНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ И КОНКУРЕНЦИЮ ЗА ОГРАНИЧЕННЫЕ РЕСУРСЫ.....	23
А.С.Рыбакова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ.....	24
Э.Б.Бахтияров ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ НА ВОЕННОЙ КАФЕДРЕ.....	25
А.А.Тимакина ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ.....	27
Я.В.Гурьева, К.В.Служаева ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЙТИНГОВОЙ WEB-СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО МЕТОДИКЕ «GREEN CITY INDEX».....	28
О.П.Серова ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ СТАВОК ПО СТРАХОВЫМ ВЗНОСАМ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	30
А.В. Курочкин ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ НА ОСНОВЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ.....	32

А.М.Скачков РАЗРАБОТКА СТРЕЛКОВОГО ТРЕНАЖЕРА.....	34
Е.А.Кутузов МНЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЙ ФАКТОР В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ САЙТОВ АДМИНИСТРАЦИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ.....	36
Я.Э.Лебедев, Я.В.Дёмочкина, Н.Ю.Кулавина, Г.А.Шашкина РАЗРАБОТКА НАГЛЯДНЫХ ПОСОБИЙ ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В MS VISIO.....	38
А.О.Васин ОБЩАЯ СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАКОПЛЕНИЯМИ.....	39
В.А.Демарева, А.И.Токарь ВЕГЕТАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЧТЕНИЯ ТЕКСТОВ РАЗНОГО ШРИФТА НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ.....	41
Л.Е.Мартынова ОБЗОР МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ОЧЕРЕДИ.....	43
В.А.Демарева, Д.А.Колосанова ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ЧТЕНИИ ТЕКСТОВ С ИСКАЖЕНИЯМИ.....	45
Ю.О.Бакина, Д.В.Марчев ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ РЯЗАНСКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СБЫТОВОЙ КОМПАНИИ МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ.....	47
Т.В.Кудинова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ.....	50
А.Н.Мусолина КОНТРОЛЬ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ПРОЦЕССЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	52
Н.А.Копылова ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ.....	53
К.В.Рак ВНЕДРЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ЗРЕНИЯ.....	55
А.Н.Мусолина ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ.....	56
К.В. Рак ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ.....	57
С.Ю.Жулева ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА.....	58
М.А.Бакулева РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЯ ОТРЫТЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	60

Секция 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Л.В.Савкин МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ ЛАБИРИНТНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ ТОМАСА.....	62
М.В.Гусарова ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДИТЕЛЯ, КАК ЭЛЕМЕНТА КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРОДА.....	63

И.В.Манягина ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ.....	65
Т.М.Торопов ПРИМЕНЕНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ МАТНСАД.....	67
Ю.Д.Гальцева ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОЙ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНА ОТ НЕКОТОРЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	68
Х.Н.Дао МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПАХ.....	69
А.М.А.Аль-Кебси АППРОКСИМАЦИЯ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ НОМОГРАММОЙ.....	71
А.Т.Аль-Там ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	73
И.В. Чернова ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	74
М.М.Егин, А.А.Михайлов РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОПУЛЯЦИОННОГО АЛГОРИТМА.....	75
И.Ю.Клочкова МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ ПАРАШЮТИСТА.....	77
Н.Н.Астахова АСПЕКТЫ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ...	78
Е.В.Шуварикина УСЛОВИЯ УПРАВЛЯЕМОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	80
Ю.Е.Белова ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ЗАДАННЫМ УРОВНЕМ ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	81
И.С.Сенькин ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ.....	82
К.О.Политов УСЛОВИЯ ЦИКЛИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МНОГОСЕКТОРНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	83

Секция 3 ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.Е.Нуйкина ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ.....	84
В.Т.Дмитриев, А.Ф.Янак ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ КОДЕКОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА – ЯКОВЛЕВА.....	86
М.Ю.Зуев ОБНАРУЖЕНИЕ И РАЗЛИЧЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ ПОМЕХ СО СТРУКТУРОЙ СИГНАЛА.....	87
М.О.Исаев КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКВАЛАЙЗЕРОВ ДЛЯ УЗКОПОЛОСНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА.....	88
О.В.Некрасова К ВОПРОСУ О ПРИЕМЕ СИГНАЛОВ СПУТНИКОВОГО TV В ФОРМАТЕ UHD.....	90
А.О.Харламова МОДУЛИРОВАННЫЕ КОЛЕБАНИЯ СИСТЕМЫ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ.....	92

И.А.Холмогорцев КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТАКТОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ. ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА.....	93
И.В.Косткин, А.В.Елютин ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМА ПОДАВЛЕНИЯ ДРОЖАНИЯ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СОЗВЕЗДИЙ ОСОБЫХ ТОЧЕК.....	95
И.В.Лукашин МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ГРУБОЙ ОЦЕНКИ ВРЕМЕННОГО РАССОГЛАСОВАНИЯ АЛГОРИТМА СИНХРОНИЗАЦИИ MINN С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДРОБНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ.....	97
В.Т.Дмитриев, А.Д.Суздальцев ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СЕТЕЙ IP-ТЕЛЕФОНИИ.....	99
Е.В.Шатилов АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОКАНАЛА ПРИ ПРИЕМЕ OFDM СИГНАЛОВ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ.....	100
Д.И.Лукьянов, А.С.Михайлова ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИКТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ГАУССОВЫХ СМЕСЕЙ.....	101
П.С.Писака ЗАДАЧА ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КАДРА ИЗ ПОТОКА ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	103
В.Т.Дмитриев, П.Ю.Трушин РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СЖАТИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ПАКЕТНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ С ПОДАВЛЕНИЕМ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ.....	104
М.С.Бунин РЕАЛИЗАЦИЯ AD – НОС СЕТЕЙ.....	105
М.В.Грачев ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДУПЛЕКСНОГО РЕЖИМА В ЦИФРОВОМ ТРАНСИВЕРЕ USRP X300.....	106
И.В.Косткин, А.С.Михайлов ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ПОВЫШЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КАЧЕСТВА СЖАТЫХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПЕРЕДАВАЕМЫХ ПО ЦИФРОВЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ.....	108
А.О.Краснолуцкая ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ РРЛ В СЕТИ СВЯЗИ С ПЕРЕНОСОМ ЕМКОСТИ.....	109
И.Н.Филатов, Д.Ю.Мамушев ИССЛЕДОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ ЗНАЧИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАДАЧАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛИКА ДИКТОРА ПО ГОЛОСУ...	110
С.В.Хромов OFDM МОДУЛЯЦИЯ В КАНАЛЕ СВЯЗИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	112
Л.В.Аронов ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИММЕТРИЧНОГО ВИБРАТОРА БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ....	113
Е.И.Мирохин, К.Г.Терехов ОЦЕНКА ВЗАИМНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ.....	115
М.Н.Мамонов КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЧАСТОТНОГО ДАЛЬНОМЕРА БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ.....	116
Л.В.Аронов КАНАЛ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ КОГЕРЕНТНОГО ИСТОЧНИКА ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	117
К.Г.Терехов, Е.И.Мирохин ВЫБОР СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕКУЩЕЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ.....	119

В.В.Благоннадеждин, А.В. Звездочкин ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЙ В РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	120
А.Э.Жариков ТЕХНОЛОГИЯ МІМО: ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ.....	121
А.И.Моисеенко ПОДХОДЫ К КАЧЕСТВУ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ МОБИЛЬНОМ ДОСТУПЕ.....	122
А.И.Моисеенко АНАЛИЗ ПРОТИВОРЕЧИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОБИЛЬНОГО ДОСТУПА.....	123
Ю.М.Тобратов, И.Г.Осин БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗЕ.....	125

Секция 4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО- ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Р.В.Ерхов МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ И АРХИТЕКТУРА СОВРЕМЕННЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	129
А.С.Шустов ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ ПО ТИПАМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ.....	131
Д.М.Цыбулько, А.В.Пруцков ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОДА И ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ.....	133
О.И.Каширина ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ. V- МОДЕЛЬ.....	135
Г.А.А.Х.Аль-Гоби ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ WOLFRAM МАТЕМАТИКА ПРИ РАСЧЕТА КОНТУРА ПИТАНИЯ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ В ПЛАСТЕ С ТРЕЩИНОЙ.....	137
Э.И.Гусамов, О.Г. Быкова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MICROSOFT EXCEL ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАВНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ПРИЁМИСТОСТИ СКВАЖИН БАРСУКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	138
А.В.Пруцков, О.С.Ярлова СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПРОСМАТРИВАЕМЫХ ЦЕПОЧЕК ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ФОРМ СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ.....	139
Е.Н.Степура АНАЛИЗ ИНСТРУМЕНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЕКТОВ НА JAVA, ИЛИ ПОЧЕМУ ЛУЧШЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ GRADLE.....	141
И.В.Субботин ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИРЕКТИВ И ОПЦИЙ OPENMP.....	143
А.С.Фролов СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМЫ «1С:ПРЕДПРИЯТИЕ».....	144
Д.В.Аникеев, В.И.Паршин ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ SPA В СИСТЕМЕ SQLTEST.....	146
П.В.Овечкин ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕКОДЕРА ВИТЕРБИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВНО-ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	147

М.В.Илюшин, М.В.Стремоухов, В.В.Дворядкин	ИНТЕНСИФИКАЦИЯ УЧЕБНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВОЕННОГО ВУЗА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ	149
И.В.Барин	ОБЗОР МЕТОДОВ ДЕКОДИРОВАНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫХ КОДОВ.....	151
П.П.Маркина	ОПЕРАТОРЫ МОДИФИКАЦИИ НЕЧЕТКОСТИ МНОЖЕСТВА: АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	153
А.А.Манакин, Ю.С.Морозова, И.Г.Осин	РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАБЫВАНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ В ХОДЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....	155
А.О.Сапрыкина, А.Н.Сапрыкин	ОЦЕНИВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПОРТФОЛИО.....	156
И.Г.Осин	ЗАДАЧИ УКЛАДКИ ГРАФОВ.....	157
А.К.Головин, С.А.Орлов, А.С.Тарасов, А.В.Токарев	РАЗРАБОТКА СИМУЛЯТОРА РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА РЛС.....	158

Секция 5

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

А.С.Рыбакова	РАЗРАБОТКА СПИСКА ДЕЛ НА JAVASCRIPT С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ REACT.....	160
К.Д.Акинина, А.Н.Сапрыкин	ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ..	161
Г.А.Попов	ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА.....	162
В.Г.Соколов	ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОСНОВАННЫХ НА ЗНАНИЯХ, В СОВРЕМЕННЫХ САПР.....	164
Ю.С.Соколова	РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СОРТИРОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SVM-АЛГОРИТМА.....	166
М.А.Однорал	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ПЛАТЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТА КОНТРОЛЯ МОНТАЖА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА.....	168
Е.В.Сухих	МЕТОДЫ ФИЛЬТРАЦИИ СПАМА ВО ВХОДЯЩИХ ЭЛЕКТРОННЫХ ДОКУМЕНТАХ.....	170
Т.А.Пюрова	АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АЛГОРИТМОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СОРТИРОВКИ ДАННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ CUDA.....	171
Е.В.Бронин, И.Э.Галиев	АНАЛИЗ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	173
К.Н.Турбин, А.А.Петухов	УСТРОЙСТВО И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	174
Д.И.Толстых, Е.В.Тишкина	ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ERWIN, КАК СРЕДСТВО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БД.....	176
А.И.Гусева	ПРОГРАММЫ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ. БАЗЫ ДАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КАК РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ АВТОРСКИХ ПРАВ НА БАЗУ ДАННЫХ.....	177

Е.Е.Веха, А.Н.Сапрыкин ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ТРАССИРОВКИ СОЕДИНЕНИЙ МОДУЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	178
П.В. Шелехин, П.Ю.Чесалин МЕТОДЫ ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	179
А.В.Перов, В.С.Горин ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОВОДОВ ПО ЖГУТАМ.....	180
К.Д. Акинина ПРОГРАММА КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА.....	182
Н.З. Нгуен РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОРНОГО МОДУЛЯ 16-ТИ РАЗРЯДНОГО ПРОЦЕССОРА НА БАЗЕ ПЛИС.....	183
А. В. Шолохов, Д. С. Ананьев МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЙРОСТРУКТУРНОГО ПОДХОДА.....	184
А.В. Бакулев, М.А. Бакулева МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИНТЕРНЕТ РЕСУРСОВ С ОТКРЫТЫМИ API.....	186
И.М.Купцов К ЗАДАЧЕ О НАХОЖДЕНИИ ФОРМЫ ЦЕПИ, НЕПОДВИЖНО ВИСЯЩЕЙ В ОДНОРОДНОМ ПОЛЕ ТЯЖЕСТИ.....	188

Секция 6 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

А.А. Епифанцев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФРЕЙМОВОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ВЕБ-РЕСУРСА.....	191
Е.С. Геращенко, В.Ю. Потапова ПОЛУЧЕНИЕ И ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОСИГНАЛА.....	192
Р.Р. Джавадов АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ WEBGL.....	194
Г. И. Нечаев, А. Н. Кабанов, Д. Н. Фоломкин ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИНЕЙНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В СИСТЕМЕ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ.....	196
И.А. Ключева ИССЛЕДОВАНИЕ АСПЕКТОВ ПРИМЕНИМОСТИ СТРАТЕГИЙ СЭМПЛИНГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННОСТИ СТРУКТУР ДАННЫХ.....	198
В.Ю. Потапова ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕКСТУР НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	200
Т.Г. Авачева, Н.В. Дорошина, А.Н. Кабанов ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИСТЕМ.....	202
А.Е. Кожин НАКОПЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МАСС-СПЕКТРОМЕТРА.....	204
В.А. Стародубцева РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД.....	206
Д.О. Есиков АЛГОРИТМЫ ОПЕРАТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	

РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	207
А.И. Моргунов ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	209
Д.К. Савченко РАЗРАБОТКА ПЕРЕДАЮЩЕЙ И ПРИЁМНОЙ ЧАСТЕЙ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ.....	211
А.В. Клопова РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	212
Р.В. Пантюхин ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ОТСЧЕТОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИГНАЛОВ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ.....	214
А. А. Кузнецов ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.....	216
А.С. Тарасов УВЕЛИЧЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМНОГО КЛАССА ВІТМАР ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКАЗАТЕЛЕЙ.....	217
А.А. Бондарук ЗАЩИТА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ДУБЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....	218
А.А. Бондарук ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ДОСТУПА С УЧЕТОМ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	220
С.Ю. Кашалевич МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО КАНАЛАМ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.....	222
С.Ю. Кашалевич ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ЛИНЕЙНОГО ЗАШУМЛЕНИЯ.....	224

Секция 7

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

А.С. Романова ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМ.....	227
Т.С. Бубнова СЕТЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С КОМБИНАЦИЕЙ ПРЕДИКТОРА СМІТА И ЦИФРОВОГО КОРРЕКТОРА, ПОВЫШАЮЩЕГО ЗАПАЗДЫВАНИЕ ПРИНЯТОГО СИГНАЛА ДО ПЕРИОДА ДИСКРЕТИЗАЦИИ.....	228
М.С. Мальченко МОДИФИЦИРОВАННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ.....	230
А.С. Тюнин АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ И ЕГО ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ OPENCV.....	231
А.О. Бозванов ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПІД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЛИНЕЙНОСТЯМИ.....	232
Е.М. Попков ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С РАЗНЕСЕННЫМ ПРИЕМОМ ПО МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНОГО ЛИНЕЙНОГО СЛОЖЕНИЯ.....	234

С.А. Галкин АЛГОРИТМЫ ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ.....	235
Н.С. Лактюшин РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА».....	237
А.В. Федин РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО АЛГОРИТМА ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	238
В.А. Чебукин АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕДУРЫ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ.....	239
С.М. Ларионов СЛЕЖЕНИЕ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ИСКАЖЕНИИ.....	241
П.А. Фурсов КАЛИБРОВКА ТЕПЛОВИЗИОННОГО КАНАЛА СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ЛОКОМОТИВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА.....	243
А.И. Шарипов ПОИСК ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ГРАНИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИИ.....	244
П.В. Бабаян, Е.А. Масленников, С.А. Смирнов АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ НА ОСНОВЕ ДЕСКРИПТОРА ВНЕШНЕГО КОНТУРА.....	245
Д.Ю. Ерохин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЁРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ.....	246
М.Д. Ершов, Н.Ю. Шубин ОБНАРУЖЕНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ.....	248
М.Н. Князев, А.Б. Фельдман ОБНАРУЖЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАРЫ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВИДЕОКАМЕР.....	249
Д.А. Писарев БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА И ЕГО ФИЛЬТРАЦИЯ.....	251
С.Е. Корепанов, С.А. Смирнов, В.В. Стротов ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ МНОГОЭТАЛОННОГО АЛГОРИТМА ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТОВ.....	252
М.Д. Ершов, Н.Ю. Шубин МУЛЬТИАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	254
В.С. Муравьев АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ДЛЯ СИСТЕМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ В ВОЗДУХЕ.....	255
А.Б. Фельдман, М.Д. Ершов, Е.В. Герман ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ С ПОМОЩЬЮ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ.....	257
М.Д. Ершов ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ.....	259

Секция 8 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.А. Конев, М.С. Конева АНСАМБЛЬ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ДАННЫХ.....	262
В.В. Аванесян ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	263
И.В. Гринь, Р.А. Ершов ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ ДОСТУПА АБОНЕНТОВ.....	264
Н.А. Егошкин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ВЕЙВЛЕТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ СМАЗА И РАСФОКУСИРОВКИ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	266
В.А. Зенин ТЕХНОЛОГИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В РЕЖИМЕ СКОЛЬЖЕНИЯ СПУТНИКА.....	267
П.А. Князьков АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗКИХ КРАЕВ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.....	268
О.К. Головнин СИСТЕМА ЗОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ.....	270
А.М. Кочергин, А.А. Воронин, Е.П. Козлов ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ.....	272
В.А. Зенин, А.А. Макаренков ВОПРОСЫ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «РЕСУРС-П».....	273
В.И. Побаруев, А.М. Кочергин, А.С. Рыжиков ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СЕРИИ «КАНОПУС».....	274
П.Н. Светелкин АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТОСИНТЕЗИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПО ВЫСОКОТОЧНОЙ МОДЕЛИ СЪЕМКИ.....	275
В.А. Ушенкин ФОРМИРОВАНИЕ ОПОРНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ НИЗКОДЕТАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА.....	276
О.А. Пресняков СТРУКТУРНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОТ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ «АВРОРА» МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА «АИСТ-2Д».....	277
Д.А. Корячко АЛГОРИТМ ИНТЕРАКТИВНОЙ СЕГМЕНТАЦИИ ОБЛАЧНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА.....	278
В.А. Ушенкин УТОЧНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ БАЗЫ ПРИ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКЕ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА.....	279
Р.С. Пронченко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЗЗ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ МАЛОЙ ПЛОЩАДИ ВОЗГОРАНИЯ.....	280

Секция 9

КОСМИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Барсуков ПРОГРАММНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ КОНФИГУРИРОВАНИЯ РАЗРЯДНОСТИ НЕЙРОНОВ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ.....	283
В.С. Котельников АППАРАТУРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА.....	285
Д. А. Мелкова ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА HARD C-MEANS ДЛЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ.....	287
А.Н. Колесенков, Д.В. Цегельник СИСТЕМА КАТАЛОГИЗАЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ И СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ.....	289
А.А. Козлова УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА СОЛНЕЧНЫЕ БАТАРЕИ.....	290
С.Г. Захаров АНАЛИЗ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕДУР УПРАВЛЕНИЯ НАУКОЕМКИМИ ПРОЕКТАМИ.....	292
А.Н. Колесенков, Д.В. Фетисов РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ПОИСКА, ДОБЫЧИ И ОХРАНЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	294
А.Н. Колесенков, А.А. Мельников ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА, КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ ЖИЛЫХ И НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.....	295
С. И. Мокроусов ИССЛЕДОВАНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ЦИФРОВОГО ТРАНСИВЕРА USRP X300.....	297
С.Г. Захаров КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА.....	299
О.В. Спиркина ПРОСТРАНСТВЕННО-РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.....	300
А.Н. Колесенков, В. А. Слинкин ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	301
Ю.А. Челебаева НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ В КОД ФУНКЦИИ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ СЛЕДЯЩЕГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕТИ ХОПФИЛДА.....	303
А.И. Шмакова ДИСКРЕЦИОННАЯ И МАНДАТНАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПА. ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ.....	305
В.Г. Псоянц НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА.....	307
В.А. Коньков МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА РАДИОРЕЛЕЙНОЙ ЛИНИИ.....	309

Секция 10

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В.В. Корябкин ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В MATLAB.....	311
Р.О. Яранцев МЕТОДЫ БЕСПРОВОДНОГО ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ESP8266.....	313
А.О. Митин ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЛУЧЕВУЮ ПРОЧНОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ..	314
А.С. Буробина, Е.С. Геращенко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЕЙСТВА NETLINK-ПРОТОКОЛА RTNETLINK ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ УСТРОЙСТВА.....	316
А.А. Виноградов МЕТОД ОЦЕНКИ ВЗАИМНОЙ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ СИГНАЛОВ С OFDM-МОДУЛЯЦИЕЙ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОДХОДА МИНИМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСИИ КЕЙПОНА.....	319
А.В. Лазарев АЛГОРИТМЫ СТЕГАНОГРАФИИ И МЕТОДЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОДАХ, ИСПРАВЛЯЮЩИХ ОШИБКИ ДЛЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ.....	321
А.А. Кудряшова ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ОЦЕНКИ МАТРИЦЫ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ КАНАЛА.....	322
В.И. Кудряшов ОЦЕНКА ДИСПЕРСИИ ОШИБКИ ОЦЕНИВАНИЯ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ММО СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ.....	324
П.А. Казначеев ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАЗОВОГО ШУМА СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ НА ОЦЕНКУ КАНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ММО СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА.....	325
Д.А. Савин ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ШТРИХОВОГО КОДИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОДОВЫХ ШКАЛ.....	327
А.Ю. Точилин РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ДВУНАПРАВЛЕННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ С НЕСКОЛЬКИМИ СЕТЕВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ АСИНХРОННЫМ МЕТОДОМ ПЕРЕДАЧИ.....	328
В.С. Чикалкин РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ МНОЖЕСТВЕННОГО ДОСТУПА.....	330
В.Т. Фам ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК.....	331
А.Ю. Кретов ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ В ЦИФРОВЫХ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ЛИНИЯХ.....	333
Нгуен Ань Зунг, Фам Ань Минь ПРОГРАММА МОДЕЛИРОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАЗБИЕНИЯ ПРИ РАЗРЕШЕНИИ КОНФЛИКТОВ В СРЕДЕ С ОБЩИМ ДОСТУПОМ.....	334
М.В. Гольд РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ДАННЫХ ПО КОЛЬЦЕВЫМ СЕТЯМ	335

К.И. Корабельникова ОРГАНИЗАЦИЯ ГИБКОЙ ДЕМИЛИТАРИЗОВАННОЙ ЗОНЫ В ЛОКАЛЬНЫХ ETHERNET-СЕТЯХ.....	336
Е.Н. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХФАЗНОЙ МНОГОКАНАЛЬНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ДАТА-ЦЕНТРОВ.....	337
Д.С. Демидов УМЕНЬШЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ОШИБКИ В ОБЛАСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ДЕКОДИРОВАНИЯ САМООРТОГОНАЛЬНОГО КОДА.....	338
А.О. Чубко РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ДОСТУПА В СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ.....	340
Е.Н. Сапрыкина, А.Н. Сапрыкин ПРОГРАММА БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ ПО СХЕМЕ ДВУХФАЗНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В СЕТЯХ ДАТА-ЦЕНТРОВ.....	341
И.И. Балаш СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА GSM и UMTS.....	343
А.П. Аникин РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ СРАВНИТЕЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКОВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ СИСТЕМЫ GPS/ГЛОНАСС.....	345
В.Д. Третьяк КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ МИКРОСХЕМ.....	347
И.И. Балаш ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ АБОНЕНТА В СЕТЯХ СОТОВОЙ СВЯЗИ.....	349
А.С. Тарасов, В.Ю. Потапова РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАНИЙ.....	351

Секция 11

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Ю. Холомин, А.Р.Семенов ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВИРТУАЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ.....	353
А.М. Телегин АЛГОРИТМ ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПЫЛЕУДАРНОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРЕ.....	354
А.О. Железняк АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СКЛАДА.....	356
А.Р. Гадельшин ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗУБЧАТОЙ ШЕВРОННОЙ ПЕРЕДАЧИ.....	357
Е.А. Трушина ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНОЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	358
Е.А. Козлов, В.В. Васильев ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ АНОДА НА ТОК КОРОННОГО РАЗРЯДА.....	360
О.А. Комаров, Д.Р. Даутов, С.Ю. Дмитриев ОЦЕНКА ПОТЕРЬ КПД СТУПЕНИ ТУРБИНЫ С ОБЛЕГЧЁННЫМИ БАНДАЖНЫМИ ПОЛКАМИ.....	363
В.Б.Жарков РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ВЫХОДА ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА НА УСТАНОВИВШИЙСЯ ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ.....	364
А.А. Холодилов, М.В. Пузынина ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНЫХ ФОРМ.....	364
В.М. Кравчук МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛА В ЛАЗЕРНОМ МОДУЛЕ.....	366

Д.В. Миронов РАЗРАБОТКА КЛАПАННОЙ СИСТЕМЫ ПАРОРЕАКТИВНОГО НАГНЕТАТЕЛЯ.....	368
И.И. Кучин О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ОШИБОК С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО УРОВНЯ ДЕФЕКТОВ.....	369
И.В. Вакуленко АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.....	370
А.О.Максименко СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА НА УЧАСТКЕ СБОРКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	371
С.Ю. Дмитриев, В.Г. Мербаум, О.А. Комаров, Д.Р. Даутов СОЗДАНИЕ ИНФОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ РАБОТЫ ПОДШИПНИКА СКОЛЬЖЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ОПОРЫ РЕДУКТОРА.....	373
А.А. Фефелов, В.А. Тюрин, А.Н. Мусолина РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ХЛАДАГЕНТА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛОСКОГО ТРУБЧАТОГО СОЛЕНОИДА.....	374
Р.Ш. Валетов, А. Олмасов ТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ.....	376
Д.А. Перепелкин, В.С. Бышов ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС БАЛАНСИРОВКИ ПОТОКОВ ДАННЫХ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ.....	378
В.А. Рёмин МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕМКОСТИ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ.....	381
В.А. Рёмин ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ МЕТОДОМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ.....	383
Д.А. Перепелкин, М.А. Иванчикова ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛА OPENFLOW.....	385
М.А. Бакулева, И.В. Солотенков ПРИМЕНЕНИЕ САПР KICAD ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХРАНИЛИЩА МАРШРУТНЫХ КАРТ.....	388
Р.Ш. Валетов, А.А.Олмасов ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ.....	390

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ISBN 978-5-7722-0274-6

**Новые информационные технологии в научных исследованиях
(НИТ 2016): материалы XXI Всероссийской научно-технической кон-
ференции студентов, молодых ученых и специалистов.**

Компьютерная верстка: Бакулева М.А.
Буробина А.С.
Геращенко Е.С.
Потапова В.Ю.

Подписано в печать 25.10.2016. Формат бумаги 60x84 1/16/
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл.-печ.л. 47,12.
Уч.-изд.л. 24,6. Тираж 300 экз. Заказ 277
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.
Редакционно-издательский центр РГРТУ.

Отпечатано в ООО «БукДжет»

Ссылка на страницу
конференции
в Интернет:



<http://sapr.rsreu.ru>

КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)

Кафедра САПР ВС готовит бакалавров и магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника» и «Конструирование и технология электронных средств».

На кафедре функционируют аспирантура и докторантура. Учебный процесс и научные исследования обеспечивают 5 профессоров, докторов наук и свыше 20 доцентов, кандидатов наук.

Выпускники кафедры работают на предприятиях оборонно-промышленного комплекса; на предприятиях радиоэлектронной промышленности; в организациях среднего и малого бизнеса, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией вычислительной и цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмоскovie и других регионов России.

Страница кафедры в Интернет: <http://sapr.rsreu.ru>

