

Преимущества обучения в ТУСУРе:

- Высокое качество образования в ТУСУРе основано на высокой квалификации профессорскопреподавательского состава, а также на передовой исследовательской материально-технической базе;
- Применение передовых технологий обучения, ориентированных на развитие творческого потенциала студентов, основанных на неразрывной связи с научными исследованиями и командной работой над реальными проектами;
- Полученное в ТУСУРе образование гарантирует 100%-ное трудоустройство, достойные условия труда, высокую зарплату и карьерный рост.

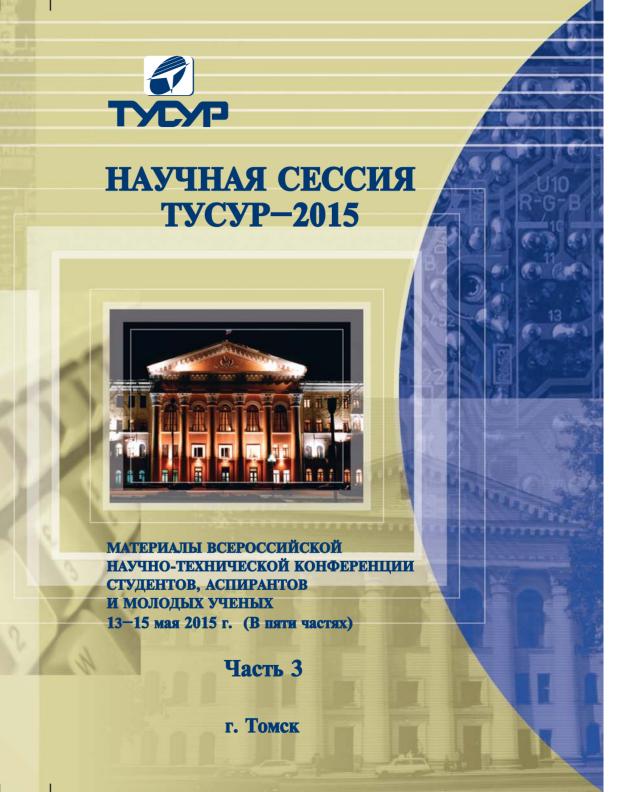
Прием документов на очную форму обучения начинается 19 июня и заканчивается 24 июля (если у абитуриента имеется полный комплект результатов вступительных испытаний в форме ЕГЭ или результатов волимпиад школьников, утвержденных Минобрнауми РФ) и 13 июля (если абитуриент будет сдавать вступительные испытания, проводимые ТУСУР самостоятельно). Абитуриент имеет право подать заявление не более чем на 3 направления подготовки и/или специальности ТУСУР, указавих рейтинг.

Вступительные испытания профильной направленности для инженерно-технических направлений - математика, физика, русский язык; для направлений в области IT технологий и информационной безопасности - математика, информатика, русский язык; для экономико-управленческих направлений - математика, обществознание, русский язык; для гуманитарных направлений - история России, обществознание вусский язык;

Конкурс абитуриентов на бюджетные места очной формы обучения проводится с 27 июля по сумме баллов за три экзамена в порядке ее убывания. Возможен прием абитуриентов на бюджетные места по договорам целевого приема. Зачисление в число студентов ТУСУРа на бюджетные места будет вестись с 30 июля по 7 августа включительно, зачисление на платные места - 7 и 21 августа.

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129

Тел.: (3822) 900-100 Факс: (3822) 900-100 E-mail: onir@main.tusur.ru Сайт: http://tusur.ru/



Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)»

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР-2015

Материалы

Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2015»

13-15 мая 2015 г., г. Томск

В пяти частях

Часть 3

В-Спектр 2015

УДК 621.37/.39+681.518 (063) ББК 32.84я431+32.988я431 Н 34

Н 34 **Научная сессия ТУСУР–2015:** материалы Всероссийской научнотехнической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13–15 мая 2015 г. – Томск: В-Спектр, 2015: в 5 частях. – Ч. 3. – 316 с.

ISBN 978-5-91191-223-6 ISBN 978-5-91191-326-7 (Y. 3)

Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых посвящены различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электрои радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированых систем управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, нанофотоники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, вычислительного интеллекта, автоматизации технологических процессов, в частности в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены статьи по математическому моделированию в технике, экономике и менеджменте, антикризисному управлению, правовым проблемам современной России, автоматизации управления в технике и образовании, а также работы, касающиеся социокультурных проблем современности, экологии, мониторинга окружающей среды и безопасности жизнелеятельности.

> УДК 621.37/.39+681.518 (063) ББК 32.84я431+32.988я431

Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках Конкурса проектов организации российских и международных молодежных научных мероприятий, проект № 15-37-10078

ISBN 978-5-91191-323-6 ISBN 978-5-91191-326-7 (4. 3)



Генеральный спонсор конференции – 3AO «ПКК Миландр»

ЗАО «ПКК Миландр» (г. Зеленоград) является одним из ведущих предприятий радиоэлектронного комплекса России, деятельность которого связана с разработкой и производством изделий микроэлектроники и электронных модулей на их основе. В настоящее время «Миландр» обеспечивает разработку высокоинтегрированных микросхем с проектными нормами до 0,065 мкм.

Номенклатурная линейка «Миландра» составляет более 200 типономиналов изделий (микроконтроллеры, микропроцессоры, радиочастотные микросхемы, микросхемы проводных интерфейсов, микросхемы управления питанием), которые широко используются российскими предприятиями оборонно-промышленного комплекса. Одним из конкурентных преимуществ компании является наличие собственного сборочного производства, позволяющего выполнять полный комплекс измерений параметров микросхем с последующей их установкой в металлокерамические (для спецприменений) или пластмассовые корпуса, а также Испытательного технического центра микроприборов, осуществляющего измерения, анализ и испытания микросхем.

В июне 2014 г. ЗАО «ПКК Миландр» совместно с Томским государственным университетом систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) и Томским государственным архитектурно-строительным университетом (ТГАСУ) одержали победу в конкурсе, выполняемом в рамках Постановления Правительства Российской Федерации № 218, по созданию высокотехнологичного производства интеллектуальных приборов энергетического учета, разработанных и изготовленных на базе отечественных микроэлектронных компонентов, и гетерогенной автоматизированной системы мониторинга потребляемых энергоресурсов на их основе. Для выполнения работ по комплексному проекту ЗАО «ПКК Миландр» и ТУСУР открыли Центр системного проектирования. В Центре системного проектирования, созданном на базе ТУСУРа, разрабатывается программное обеспечение для интеллектуальных приборов энергоучёта и комплексной системы автоматизированного сбора и обработки информации. Результаты работ Центра системного проектирования будут не только внедряться в производство. но и активно использоваться в учебном процессе ТУСУРа. Широкое внедрение совместных разработок ЗАО «ПКК Миландр», ТУСУРа и ТГАСУ позволит снизить затраты населения на тепло и электроэнергию на 15-20%.

Также ЗАО «ПКК Миландр» активно проводит программу по взаимодействию с вузами, в рамках которой предоставляет вузам оборудование собственного производства и методические пособия для проведения практических занятий на все время сотрудничества. По окончании курсов проводится аттестация студентов, по результатам которой самые выдающиеся студенты получают сертификаты. Проект реализуется в рамках общей программы по импортозамещению и позволяет студентам российских вузов приобрести навыки работы с отечественной элементной базой, с последующим трудоустройством в ведущие приборостроительные предприятия России.

ЗАО «ПКК Миландр»

124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5.

Тел.: (495) 981-54-33, факс: (495) 981-54-36.

E-mail: info@milandr.ru Сайт: www.milandr.ru



Cnoнcop секции 5 конференции – National Instruments (США)

National Instruments (США) – лидер в области разработки и производства аппаратных и программных средств автоматизации измерений, эксперимента, диагностики, управления в широком спектре приложений. Технологии NI предоставляют возможность быстрой разработки и модернизации практикумов, подготовки студентов к успешным решениям инженерных и научных задач в таких областях, как электротехника, электроника, мехатроника, разработка систем управления и контроля, цифровая обработка сигналов и видеоизображений, телекоммуникации, системы связи и др.

National Instruments Russia

119361, Москва, ул. Озерная, 42, оф. 1201.

Тел.: +7(495) 783-68-51, факс: +7(495) 783-68-51.

E-mail: ni.russia@ni.com Сайт: russia.ni.com

Спонсор конференции – НПО «Свободная энергия»



Научно-производственное объединение «Свободная энергия» существует с 2004 г. и имеет успешный опыт проектирования и производства малогабаритных автономных систем питания различного назначения на основе химических источников тока (промышленных элементов питания и аккумуляторов). Компания основана выпускниками ТУСУРа и на первом этапе своей деятельности использовала возможности, предоставляемые СБИ «Дружба» в дальнейшем, вошла в состав УНИК ТУСУРа. В процессе развития НПО «Свободная энергия» создало постоянно модернизируемую производственную базу, отлаживает технологии проектирования и монтажа, повышает компетенции сотрудников компании, а также оказывает социальную поддержку детским и студенческим спортивным организациям.

Для получения оптимального результата в задачах по автономному электропитанию современных специализированных устройств и промышленного оборудования требуется профессиональный подход. Коллектив компании и производственная база позволяют проводить полный цикл работ, начиная с разработки по техническому заданию и заканчивая выпуском серийных изделий. Работы на каждой стадии проходят в согласовании с инженерными службами заказчика, благодаря чему достигается сбалансированное техническое решение в установленные заказчиком сроки.

Комплексный подход к задачам создания эффективных систем питания — это не только изготовление батарей из промышленных химических источников тока, но также проектирование и изготовление корпусов батарей, адаптированных для определенных условий эксплуатации; разработка соответствующих электронных схем защиты и контроля, а также специализированных зарядных устройств; интеграция системы в аппаратуру заказчика.

Гибкость и универсальность технологий производства НПО «Свободная энергия» позволяет выпускать любые партии продукции, начиная от одной штуки. Это особенно ценно при изготовлении тестовых образцов батарей в процессе разработки новой аппаратуры.

В ряде производственных задач отказ и простой оборудования, вследствие отключения автономного питания, влечет за собой значительные финансовые затраты, а иногда от безотказности мобильных устройств может зависеть и жизнь человека. В таких случаях точность оценки состояния батарей питания до запуска оборудования имеет особое значение.

НПО «Свободная энергия» разработана уникальная система мониторинга «LOTOS», позволяющая с высокой точностью оценить со-

стояние батарей автономного питания в любой момент времени. На основании полученных данных может быть принято обоснованное решение о дальнейшей эксплуатации или виде обслуживания батареи.

Система состоит из миниатюрной платы контроллера, монтируемой в батарею на этапе сборки, и устройства считывания, подключаемого к контроллеру при необходимости получить информацию. Устройством считывания и обработки информации может быть как стандартный персональный компьютер, так и специальная мобильная аппаратура. В настоящее время компанией разработаны контактные и бесконтактные методы передачи данных от контроллера до устройств обработки информации.

Структура данных о батарее неперезаряжаемых литиевых элементов содержит реквизиты изделия; расчетные данные, включающие значения остаточной емкости, минимальной и максимальной рабочих температур; текущие электрические параметры. Структура данных об аккумуляторной батарее расширена и включает также значения прогнозируемой емкости, количество отработанных циклов заряда-разряда, общее напряжение на батарее и список напряжений на каждом элементе.

Постоянный складской запас сырья по наиболее востребованным позициям позволяет выпускать качественную продукцию в краткие сроки по конкурентной цене. Залогом высокого качества производимой НПО «Свободная энергия» продукции являются:

- квалифицированные кадры;
- отлаженная технология производства;
- наличие полного спектра диагностической аппаратуры;
- собственные исследования и разработки в области систем электропитания.

НПО «Свободная энергия» имеет долгосрочные партнерские отношения с ведущими российскими и зарубежными производственными предприятиями, такими как АО «Транснефть-ДИАСКАН» (г. Луховицы), Scientific Drilling (США), ООО «Технологическая компания Шлюмберже» (г. Томск), ОАО «Когалымнефтегазгеофизика» (г. Когалым), трест «СургутНефтегеофизика» (г. Сургут), ООО «Нефтьгазгеофизика» (г. Тверь), ОАО «Литий-Элемент» (г. Саратов), ООО ТНПВО «СИАМ» (г. Томск) и многими другими.

Компания постоянно развивается, совершенствует и создает разработки, изделия и технологии, проводит исследования и внедряет их результаты. НПО «Свободная энергия» готова решать любые задачи по автономному питанию и всегда открыта для сотрудничества.

Научно-производственное объединение «Свободная энергия»

634041, Россия, г. Томск, ул. Красноармейская, 89а.

Тел.: (382-2) 555-777, факс: (3822) 565-562.

E-mail: info@freepower.pro, slovo77@freepower.pro

Сайт: www.freepower.pro

Всероссийская научно-техническая конференция студентов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2015» 13–15 мая 2015 г.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- > Шелупанов А.А. председатель, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., профессор;
- ➤ Шурыгин Ю.А. сопредседатель, директор департамента управления и стратегического развития (первый проректор), д.т.н., профессор;
- > Беляев Б.А., зав. лабораторией электродинамики Ин-та физики CO РАН, д.т.н., г. Красноярск;
 - > Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.;
 - ▶ Грик Н.А., зав. каф. ИСР, д.ист.н., профессор;
- » Давыдова Е.М., декан ФБ, зам. зав. каф. КИБЭВС по УР, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.;
 - > Демидов А.Я., зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н., доцент;
 - > Дмитриев В.М., зав. каф. МиСА, д.т.н., профессор;
 - > Дробот П.Н., доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.;
 - ▶ Еханин С.Г., профессор каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент;
 - > Ехлаков Ю.П., зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор;
 - > Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н., доцент;
 - ▶ Карташев А.Г., профессор каф. РЭТЭМ, д.б.н., профессор;
 - > Катаев М.Ю., профессор каф. АСУ, д.т.н., профессор;
- ightharpoonup Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП, к.т.н., доцент;
- \succ Лощилов А.Г., зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.;
- > Лукин В.П., директор отд. распространения волн ин-та оптики атмосферы СО РАН, почетный член Американского оптического общества, д.ф.-м.н., профессор, г. Томск;
- ➤ Малюк А.А., декан фак-та информационной безопасности МИФИ, к.т.н., г. Москва;
- > Малютин Н.Д., начальник отдела перспективных проектов (ОПП), директор НОЦ «Нанотехнологии», д.т.н., профессор;

- ➤ Мещеряков Р.В., директор департамента по науке и инновациям, проректор по научной работе и инновациям, зав. каф. БИС, д.т.н., профессор;
 - ≻ Михальченко Г.Я., директор НИИ каф. ПрЭ, д.т.н., профессор;
 - > Мицель А.А., профессор каф. АСУ, д.т.н., профессор;
- > Осипов Ю.М., академик Международной академии информатизации, д.э.н., д.т.н., профессор;
- > Пустынский И.Н., профессор каф. ТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор;
- > Разинкин В.П., профессор каф. ТОР НГТУ, д.т.н., профессор, г. Новосибирск;
- > Соколовская Н.С., доцент каф. УП, зам. декана ЮФ по НИР, к.ю.н.;
 - ➤ Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.ф.н., профессор;
 - > Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор;
 - > Ходашинский И.А., профессор каф. КИБЭВС, д.т.н., профессор;
 - > Черепанов О.И., зав. каф. ЭСАУ, д.ф.-м.н.;
 - > Шарангович С.Н., профессор, зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.;
 - ➤ Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС, д.т.н., профессор;
 - > Шостак А.С., профессор каф. КИПР, д.т.н.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- ➤ Мещеряков Р.В., председатель Организационного комитета, директор департамента по науке и инновациям, проректор по научной работе и инновациям, зав. каф. БИС, д.т.н., профессор;
- ▶ Боков Л.А., директор департамента образования (проректор по учебной работе), к.ф.-м.н., доцент;
- > Коротина Т.Ю., заведующая аспирантурой и докторантурой, к.т.н.;
 - ▶ Юрченкова Е.А. вед. инженер ОППО, к.х.н.

СЕКЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ

- Секция 1. Радиотехнические системы и распространение радиоволн. Председатель секции Шарыгин Герман Сергеевич, зав. каф. РТС, д.т.н., проф.; зам. председателя Тисленко Владимир Ильич, профессор каф. РТС, д.т.н., доцент
- Секция 2. Радиоэлектронные системы передачи информации и средства их защиты. Председатель секции Голиков Александр Михайлович, доцент каф. РТС, к.т.н.; зам. председателя Бернгардт Александр Самуилович, доцент каф. РТС, к.т.н.

- Секция 3. Аудиовизуальная техника, бытовая радиоэлектронная аппаратура и сервис Пустынский Иван Николаевич, профессор каф. ТУ, д.т.н., проф.; зам. председателя Костевич Анатолий Геннадьевич, с.н.с. каф. ТУ НИЧ, к.т.н.
- Секция 4. Проектирование биомедицинских электронных и наноэлектронных средств. Председатель секции Еханин Сергей Георгиевич, профессор каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент; зам. председателя Романовский Михаил Николаевич, доцент каф. КУДР, к.т.н.
- Секция 5. Разработка контрольно-измерительной аппаратуры. Председатель секции Лощилов Антон Геннадьевич, зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.; зам. председателя Убайчин Антон Викторович, с.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.
- Секция 6. Проектирование и эксплуатация радиоэлектронных средств. Председатель секции Шостак Аркадий Степанович, профессор каф. КИПР, д.т.н.; зам. председателя Озёркин Денис Витальевич, декан РКФ, доцент каф. КИПР, к.т.н.
- Секция 7. Радиотехника. Председатель секции Семенов Эдуард Валерьевич, профессор каф. РЗИ, д.т.н.
- Секция 8. Оптические информационные технологии, нанофотоника и оптоэлектроника. Председатель секции Шарангович Сергей Николаевич, профессор, зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.; зам. председателя Буримов Николай Иванович, зав. УНЛ каф. ЭП НИЧ, к.т.н.
- Секция 9. Инфокоммуникационные технологии и системы широкополосного беспроводного доступа. Председатель секции Демидов Анатолий Яковлевич, зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н.; зам. председателя Гельцер Андрей Александрович, ст. преподаватель каф. ТОР, к.т.н.
- Секция 10. Интегрированные информационно-управляющие системы. Председатель секции Катаев Михаил Юрьевич, профессор каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя Суханов Александр Яковлевич, доцент каф. АСУ, к.т.н.
- Секция 11. Физическая и плазменная электроника. Председатель секции Троян Павел Ефимович, зав. каф. ФЭ, профессор, д.т.н.; зам. председателя Смирнов Серафим Всеволодович, профессор каф. ФЭ, д.т.н.
- Секция 12. Промышленная электроника. Председатель секции Михальченко Геннадий Яковлевич, директор НИИ ПрЭ, профессор, д.т.н.; зам. председателя Семенов Валерий Дмитриевич, профессор, зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н.

- Секция 13. Распределенные информационные технологии. Председатель секции Ехлаков Юрий Поликарпович, зав. каф. АОИ, д.т.н., проф.; зам. председателя Сенченко Павел Васильевич, декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.т.н.
- Секция 14. Инфомационно-измерительные приборы и устройства. Председатель секции Черепанов Олег Иванович, профессор каф. ЭСАУ, д.ф.-м.н.; зам. председателя Шидловский Виктор Станиславович, доцент каф. ЭСАУ, к.т.н.
- Секция 15. Аппаратно-программные средства в системах управления и проектирования. Председатель секции Шурыгин Юрий Алексеевич, директор департамента управления и стратегического развития (первый проректор), зав. каф. КСУП, профессор, д.т.н.; зам. председателя Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.
- Подсекция 15.1. Интеллектуальные системы проектирования технических устройств. Председатель секции Черкашин Михаил Владимирович, доцент каф. КСУП, к.т.н.
- Подсекция 15.2. Имитационное моделирование сложных технических систем. Председатель секции Коцубинский Владислав Петрович, доцент каф. КСУП, к.т.н.
- Подсекция 15.3. Инструментальные средства поддержки автоматизированного проектирования и управления. Председатель секции Хабибуллина Надежда Юрьевна, доцент каф. КСУП, к.т.н.
- Секция 16. Вычислительный интеллект. Председатель секции Ходашинский Илья Александрович, профессор каф. КИБЭВС, д.т.н.; зам. председателя Евсютин Олег Олегович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
- Секция 17. Автоматизация технологических процессов. Председатель секции Давыдова Елена Михайловна, декан ФБ, зам. зав. каф. КИБЭВС по УР, к.т.н.; зам. председателя Зыков Дмитрий Дмитриевич, доцент каф. КИБЭВС, зам. директора НОЦ «Нанотехнологии», к.т.н.
- Секция 18. Методы и системы защиты информации. Информационная безопасность. Председатель секции Шелупанов Александр Александрович, ректор ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, д.т.н., проф.; зам. председателя Конев Антон Александрович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
- Секция 19. Математическое моделирование в технике и экономике. Председатель секции – Мицель Артур Александрович, про-

- фессор каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.
- Подсекция 19.1. Моделирование в естественных и технических науках. Председатель секции Зариковская Наталья Вячеславовна, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.; зам. председателя Колотаев Илья Владимирович, разработчик ООО «Элекард-Мед»
- Подсекция 19.2. Моделирование в экономике. Председатель секции Мицель Артур Александрович, профессор каф. АСУ, д.т.н.; зам. председателя Кузьмина Елена Александровна, доцент каф. АСУ, к.т.н.
- Секция 20. Экономика и управление. Председатель секции Осипов Юрий Мирзоевич, д.э.н., д.т.н., проф.; зам. председателя Васильковская Наталья Борисовна, доцент каф. экономики, к.э.н.
- Секция 21. Экология и мониторинг окружающей среды. Безопасность жизнедеятельности. Председатель секции Карташев Александр Георгиевич, профессор каф. РЭТЭМ, д.б.н.; зам. председателя Денисова Татьяна Владимировна, доцент каф. РЭТЭМ, к.б.н.
- Секция 22. Социогуманитарные проблемы современности: история, теория, практика. Председатель секции Суслова Татьяна Ивановна, декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.ф.н., проф.; зам. председателя Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.и.н., проф.
- Подсекция 22.1. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель секции Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.и.н., проф.; зам. председателя Куренков Артем Валериевич, ст. преподаватель каф. ИСР, к,ист.н.
- Подсекция 22.2. Современные социокультурные технологии в организации работы с молодежью. Председатель секции Суслова Татьяна Ивановна, декан ГФ, зав. каф. ФиС, д.ф.н., проф.; зам. председателя Орлова Вера Вениаминовна, д.соц.н., профессор каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ»; Покровская Елена Михайловна, доцент каф. ФиС, к.ф.н., директор НОЦ ГФ ТУСУРа
- Секция 23. Молодежные инновационные научные и научнотехнические проекты. Председатель секции – Дробот Павел Николаевич, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.; зам. председателя – Антипин Михаил Евгеньевич, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.
- Секция 24. Автоматизация управления в технике и образовании. Председатель секции Дмитриев Вячеслав Михайлович, зав.

- каф. МиСА, д.т.н., проф.; зам. председателя Ганджа Тарас Викторович, доцент каф. МиСА, к.т.н.
- Секция 25. Современные информационные технологии. Открытия. Творчество. Проекты. Председатель секции - Мозгунов Алексей Викторович, начальник отдела набора и распределения студентов
- Секция 26. Правовые проблемы современной России. Председатель секции – Соколовская Наталья Сергеевна, доцент каф. уголовного права, к.ю.н.

Адрес оргкомитета:

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 40, ГОУ ВПО «ТУСУР» Научное управление (НУ), к. 205 Тел.: 8-(382-2) 701-524, 701-582 E-mail: nstusur@main.tusur.ru

> 1-й том – 1–6-я секции: 2-й том – 7–11-я секции; 3-й том – 12–15-я секции:

4-й том –16–19-я секции:

5-й том – 20–26-я секции.

СЕКЦИЯ 12

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Председатель секции — **Михальченко Геннадий Яковлевич,** директор НИИ ПрЭ, профессор, д.т.н.; зам. председателя — **Семенов Валерий Дмитрииевич,** профессор, зам. зав. каф. ПрЭ по HP, к.т.н.

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ФРАГМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОИСКА ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ТЕКСТУР

В.В. Анисимов, студент каф. ПрЭ,

Н.В. Калиновский, директор, гл. конструктор ООО «ИНТЭК»; Б.А. Давыдов, вед. специалист ООО «ИНТЭК»

г. Томск, ТУСУР, anisimov.vladimir@intecgroup.ru

Целью работы является разработка алгоритма поиска и выделения повторяющихся текстур из цифрового изображения.

Данная методика упростит процесс формирования внешнего вида 3D-моделей реальных объектов, а также получение тайлов (повторяющийся фрагмент большого изображения) в компьютерной графике или в веб-дизайне.

В основе алгоритма предлагается использовать метод сравнения изображений на основе перцептивного хэша [2]. Данный метод является наиболее простым в реализации и имеет хорошее быстродействие.

Хэш-функции — это функции, предназначенные для «сжатия» произвольного сообщения или набора данных, записанных, как правило, в двоичном алфавите, в некоторую битовую комбинацию фиксированной длины, называемую сверткой. Различают перцептивные и криптографические хэши.

Криптографическая хеш-функция должна удовлетворять трём основным требованиям:

- необратимость или стойкость к восстановлению прообраза;
- стойкость к коллизиям первого рода или восстановлению вторых прообразов;
 - стойкость к коллизиям второго рода.

Перцептивные хэши — это другая концепция по сравнению с криптографическими хэш-функциями. В отличие от них, перцептивные хэши можно сравнивать между собой и делать вывод о степени различия двух наборов данных [1].

Перцептивные хэш-алгоритмы описывают класс функций для генерации сравниваемых хэш-функций. Характеристики изображения используются для генерации индивидуального (но не уникального) отпечатка, и эти отпечатки можно сравнивать друг с другом [1].

Существуют различные алгоритмы вычисления перцептивных хэшей, которые различаются чувствительностью к определенным типам искажений, таких как изменение размера изображения, цветовых характеристик (яркость, контраст, гамма) и др.

AHash. Алгоритм является очень быстрым, не чувствителен к масштабированию исходного изображения, сжатию или растяжению, изменению яркости или контрастности. Данный алгоритм основан на среднем значении яркости всех точек изображения, и, как следствие, является чувствительным к операциям, изменяющим среднее значение (например, изменение уровней или цветового баланса изображения) [2].

PHash. Алгоритм во многом повторяет шаги aHash, но при этом добавляет еще один этап, на котором выполняется дискретное косинусное преобразование (DCT), которое позволяет разделить изображение на части разной степени «важности» (на гармоники дискретного сигнала), влияющие на качество изображения (данное преобразование используется при кодировании изображений в формате JPEG) [2].

DHash. Так же, как и aHash и pHash, алгоритм является простым в реализации, имеет высокую скорость работы и более высокую точность по сравнению с первыми двумя алгоритмами. В то время как aHash основывается на среднем значении и pHash на частотных паттернах, dHash отслеживает градиент изображения [2].

В данной работе решено использовать dHash, т.к. он является одним из наиболее быстрых и имеет хорошую точность при сравнении изображений.

Описание работы dHash. Первым шагом, как и в случае aHash/pHash-алгоритмов, происходит уменьшение размера изображения, но в данном алгоритме используется не квадратная, а прямо-угольная матрица изображения размером 9×8 [2].

Затем изображение переводится в градации серого, после чего для каждой строки вычисляется разница между следующим и предыдущим пикселем, таким образом, в результате получается матрица размером 8×8 пикселей [2].

Последним шагом выполняется расчет хэша: если значение текущего пикселя меньше предыдущего (y [i, j] > 0), значение хэша принимается 1, в противном случае 0 [2].

Описание работы алгоритма. На изображении выбирается квадратный фрагмент с предварительно заданным размером, считается его хэш и сравнивается с хэшем соседнего фрагмента. Ввиду возможности

присутствия на изображении «артефактов», фрагменты вряд ли будут совпадать со 100% точностью, поэтому введен порог, измеряющийся количеством допустимых ошибок при сравнении хэшей, превышение которого означает, что фрагменты не совпали. Если фрагменты не совпали, то размер фрагментов увеличивается и заново проводится процедура сравнения.

Экспериментальные данные. Результат, полученный алгоритмом, представлен на рис. 1. Слева на рисунке – изображение полотна, справа – текстура, полученная алгоритмом. На рис. 2 представлен

пример изображения, построенного из полученной текстуры.



Рис. 1. Полотно и полученная текстура

В ходе эксперимента использовались изображения без каких-либо искажений и коррекций с порогом, равным 15.

Рис. 2. Построение нового изображения на основе полученной текстуры

Заключение. На данном этапе разработки алгоритм уже точно может определить повторяющийся фрагмент, но на некоторых узорах ошибается в точном определении границ повторяющегося фрагмента. В целом алгоритм на основе перцептивных хэшей показал хорошие результаты. На изображении, построенном из полученной текстуры, не заметны «швы» соединения текстур, что является признаком точного определения повторяющегося фрагмента.

ЛИТЕРАТУРА

- $1.\ Memoды\$ и алгоритмы поиска изображений [Электронный ресурс]. URL: http://rep.bntu.by/jspui/bitstream/data/5507/1/МЕТОДЫ%20И%20АЛГОРИТМЫ%20ПОИСКА%20ИЗОБРАЖЕНИЙ%2%ОГНЕВОЙ%.pdf (дата обращения: 2 марта 2015 г.).
- 2. *Перцептивные* хэши для сравнения изображения [Электронный ресурс]. URL: http://159.253.18.71/?p=93 (дата обращения: 2 марта 2015 г.).

АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ КОММУТАЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ В ОДНОЦИКЛОВОМ РЕЖИМЕ

В.И. Апасов, инженер-конструктор 2-й кат. АО «НПЦ «Полюс», аспирант каф. ПрЭ

Научный руководитель С.Г. Михальченко, д.т.н., доцент каф. ПрЭ г. Томск, AO «НПЦ «Полюс», polus@online.tomsk.ru

В настоящее время в качестве базовых модулей при построении источников вторичного питания в различных системах достаточно распространенными являются импульсные преобразователи, управление которых в большинстве случаев строится на основе широтно-импульсной модуляции [1].

Проделанная работа была направлена на получение математического аппарата, позволяющего определять моменты коммутации силовых элементов комбинированного преобразователя при различных параметрах элементов схемы.

На рис. 1 представлена структурная схема комбинированного преобразователя. Данная математическая модель была рассмотрена ранее, где показана ее применимость для решения задач по поиску m-цикловых режимов работы преобразователя и описан алгоритм работы системы управления такой схемы [2–4].

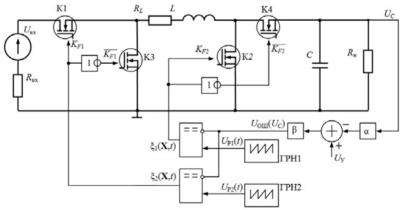


Рис. 1. Схема замещения комбинированного преобразователя со стабилизацией выходного напряжения

На схеме замещения преобразователя (см. рис. 1) приняты следующие обозначения: $U_{\rm Bx}$ – входной источник ЭДС; $R_{\rm Bx}$ – сопротивле-

ние входного источника; К1, К2, К3, К4 — силовые коммутационные элементы; R_L — сопротивление обмоток дросселя; L — индуктивность дросселя; C — емкость выходного фильтра; $R_{\rm H}$ — сопротивление нагрузки; $U_{\rm y}$ — управляющее напряжение; α , β — коэффициенты усиления пропорционального звена и сигнала ошибки; $U_{\rm P1}(t)$, $U_{\rm P2}(t)$ — развертывающее напряжение (пилообразное), формируемое генераторами ГРН1, ГРН2; $\xi_1(U_{\rm c},t)$, $\xi_2(U_{\rm c},t)$ — коммутационные функции для управления ключами.

Математическая модель преобразователя построена на основе системы дифференциальных уравнений, построенных в базисе коммутационно-разрывных функций [3], с переменными матрицами состояний $\bf A$ и $\bf B$ для каждого из возможных состояний схемы, зависящими от коммутационных функций $K_F(\xi)$:

$$\frac{d\mathbf{X}}{dt} = \mathbf{A}(K_F(\xi))\mathbf{X} + \mathbf{B}(K_F(\xi)). \tag{1}$$

В свою очередь, **X** – вектор переменных состояний, **X** = $\{i_L, U_C\}$, где i_L – ток в дросселе и U_C – напряжение на выходном конденсаторе. В схеме возможны три состояния коммутационных элементов, которым соответствуют свои матрицы состояния **A** и **B** [5].

Вычисление вектора \mathbf{X} найдено аналитически – интегрированием системы обыкновенных дифференциальных уравнений (1) на участках линейности [5]. Это решение на каждом интервале линейности при начальных условиях $\mathbf{X}((k-1)\tau) = \mathbf{X}_{k-1}$, где k – номер тактового периода ШИМ, может быть записано в виде

$$\mathbf{X}(t) = \mathbf{e}^{\mathbf{A}(t - (k-1)\tau)} (\mathbf{X}_{k-1} + \mathbf{A}^{-1}\mathbf{B}) - \mathbf{A}^{-1}\mathbf{B}.$$
 (2)

Для трех состояний схемы, используя уравнение (2), можно записать последовательно уравнения для поиска вектора состояния, зависящих от моментов коммутаций $z_{k1},\ z_{k2},\$ где $z_{ki}=\frac{t_{ki}-k\tau}{\tau}$. Для поиска

моментов коммутации одноциклового режима учитывается, что векторы переменных \mathbf{X}_{k-1} в начале каждого тактового интервала и в его конце \mathbf{X}_k равны, таким образом, в получившемся выражении заменяя переменную \mathbf{X}_{k-1} на \mathbf{X}_k , определяется напряжение на выходном фильтре (3):

$$U_{C} = \mathbf{E}_{1} (\mathbf{E} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau) + \mathbf{A}_{3}(z_{k2}\tau)})^{-1} \times \\ \times (e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau) + \mathbf{A}_{3}(z_{k2}\tau)} \times \\ \times \mathbf{A}_{3}^{-1} \mathbf{B}_{3} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau)} \mathbf{A}_{3}^{-1} \mathbf{B}_{3} + \\ + e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau)} \mathbf{A}_{2}^{-1} \mathbf{B}_{2} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau)} \times \\ \times \mathbf{A}_{2}^{-1} \mathbf{B}_{2} + e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau)} \mathbf{A}_{1}^{-1} \mathbf{B}_{1} - \mathbf{A}_{1}^{-1} \mathbf{B}_{1}), \tag{3}$$

где
$$\mathbf{E} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$
, $\mathbf{E}_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$.

Из уравнений, описывающих работу системы управления [3], также выражается напряжение на конденсаторе U_C (4):

$$U_C = \frac{1}{\beta} \left(U_{\rm Y} - \frac{U_{0i} + U_{pm} z_{ki}}{\alpha} \right), \quad \text{где } i = 1, 2.$$
 (4)

Приравнивание уравнений (3) и (4) дает требуемое уравнение (5) для определения моментов коммутаций, соответсвующих одноцикловому режиму:

$$\frac{1}{\beta} \left(U_{\mathbf{y}} - \frac{U_{0i} + U_{\mathbf{p}m} z_{ki}}{\alpha} \right) = \mathbf{E}_{1} \left(\mathbf{E} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau) + \mathbf{A}_{3}(z_{k2}\tau)} \right)^{-1} \times \\
\times \left(e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau) + \mathbf{A}_{3}(z_{k2}\tau)} \mathbf{A}_{3}^{-1} \mathbf{B}_{3} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau)} \mathbf{A}_{3}^{-1} \mathbf{B}_{3} + \\
+ e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau) + \mathbf{A}_{2}(z_{k1}\tau - z_{k2}\tau)} \mathbf{A}_{2}^{-1} \mathbf{B}_{2} - e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau)} \mathbf{A}_{2}^{-1} \mathbf{B}_{2} + \\
+ e^{\mathbf{A}_{1}(\tau - z_{k1}\tau)} \mathbf{A}_{1}^{-1} \mathbf{B}_{1} - \mathbf{A}_{1}^{-1} \mathbf{B}_{1} \right). \tag{5}$$

Решение уравнения (5) относительно z_{ki} найдено при помощи метода минимизации ошибки вычисления. Для проверки результатов математического вычисления были получены диаграммы напряжения на конденсаторе методом установления, который был изложен ранее [3], по которым были определены моменты коммутации z_{k1} и z_{k2} . Часть результатов экспериментов сведены в таблицу.

Сравнение методов определения моментов коммутаций

Параметры схемы			Аналитический поиск		Метод установления	
$U_{\rm BX},{ m B}$	α	β	z_{k1}	z_{k2}	z_{k1}	z_{k2}
20	0,1	3	0,993	0	0,995	0
20	0,1	2	1	0,304	1	0,305
30	0,1	3	0,865	0	0,865	0
30	0,1	2	1	0,103	1	0,102
40	0,1	3	0,764	0	0,765	0
40	0,1	2	1	0,073	1	0,072

Заключение. Из результатов эксперимента видно, что моменты коммутации, найденные с помощью аналитического поиска, совпадают с найденными по методу установления, что говорит о правильности полученного решения. При этом следует отметить, что при использовании аналитического метода значительно сокращается время вычислений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баушев В.С.* Стохастичность в динамике стабилизатора напряжения с широтно-импульсным регулированием / В.С. Баушев, Ж.Т. Жусубалиев, С.Г. Михальченко // Электричество. 1996. № 3. С. 47–53.

- 2. Апасов В.И., Михальченко С.Г., Коцубинский В.П. Математическое моделирование комбинированного преобразователя напряжения со стабилизацией выходного напряжения // Докл. ТУСУРа. 2013. № 4(30). С. 96–102.
- 3. Апасов В.И. Выбор частоты коммутации широтно-импульсной модуляции системы управления понижающе-повышающего преобразователя напряжения: матер. докладов «Научная сессия ТУСУР–2014». 2014. С. 161–164.
- 4. Апасов В.И., Михальченко С.Г. Бифуркационный анализ комбинированного преобразователя при изменении емкости выходного фильтра // Решетневские чтения: матер. XVIII Междунар. науч. конф.: в 3 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова / Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. Ч. 2. 530 с.
- 5. *Кобзев А.В.* Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей / А.В. Кобзев, Г.Я. Михальченко, С.Г. Михальченко, А.И. Андриянов // Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2007. 224 с.

АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ

Ш.Б. Айдаров, студент каф. ПрЭ.

Научный руководитель И.А. Кречетов, программист ЛИСМО г. Томск, ТУСУР, of_the_14@mail.ru
Проект ГПО ПрЭ-1301 «Технологии получения образовательного контента»

В рамках группового проектного обучения разрабатывается система адаптивного обучения. Адаптивное обучение представляет собой совокупность методов позволяющих найти индивидуальный подход к каждому студенту и предоставить наиболее подходящую программу для обучения. Система адаптивного обучения проводит анализ имеющихся знаний, навыков и способностей. Базируясь на анализе, предоставляет адаптивный контент для изучения [1].

В настоящее время существует полностью функционирующая система адаптивного обучения. Создателем является компания «Кпеwton». Эта система благополучно применяется в таком учебном заведении, как Аризонский государственный университет (крупнейший государственный вуз США).

Основными недостатками системы «Knewton» являются время, затрачиваемое на разработку, и методы формирования адаптивного контента.

Разрабатываемую систему можно условно разделить на подсистемы. Назначение первой подсистемы – предоставление клиенту (обучаемому) интерфейса системы, проверка текущего уровня знаний (тестирование), хранение персональных данных клиента, передача промежуточных результатов обучения и т.п. К функциям второй подсистемы, о которой далее и пойдет речь, относятся: хранение базы знаний,

обработка запросов первой части, на основе промежуточных результатов обучения выполнять расчет наиболее подходящей программы для дальнейшего обучения, хранение такой информации, как количество времени, проведенного за изучением материала, времени, затраченного на тестирование и т.д.

Разработка системы в виде отдельных подсистем дает дополнительную возможность. Предположим, требуется внедрить систему в несколько вузов. Для этого не нужно внедрять всю систему в каждый вуз, необходимо лишь внедрить первую подсистему. На рис. 1 приведено схематическое представление системы. Здесь вторая подсистема (именуется как сервер) является общей для трех вузов. Эта структура также позволяет сделать всю систему независимой от платформы.

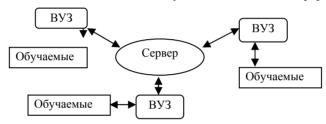


Рис. 1. Схема взаимодействия первой части со второй частью системы

Основным языком программирования для создания системы был выбран «РНР». Выбор основывался на широких возможностях, простоте, популярности языка.

Ниже на рис. 2 представлена структурная схема второй части, состоящая из базы знаний, базы данных, алгоритма построения индивидуальной траектории обучаемого и PHP-сценария.

База знаний представляет собой набор материала, необходимого для формирования учебного процесса, находящийся в определенной структурированной форме. К таким материалам можно отнести лекции, тесты (для контроля), видеоуроки и т.д. На данный момент нет четкого представления о структуре базы знаний.

В базе данных содержится вся необходимая информация о процессе обучения. MySQL отлично подошла для этих задач.

MySQL — это система управления реляционными базами данных (совокупность двумерных таблиц, связанных отношениями друг с другом). MySQL позволяет эффективно работать с данными и обеспечивает быстрый доступ к данным одновременно нескольким пользователям. При этом доступ к данным предоставляется только пользователям, имеющим на это право [2].

Назначением PHP-сценария является организация взаимодействия всех элементов структуры.

Система работает таким образом. После входа обучаемого в первую часть формируется и отправляется запрос с идентификатором пользователя на вторую часть. На основе полученного идентификатора РНР-сценарий считывает данные из базы данных о состоянии обучения. После чего отправляет его алгоритму. Последний вычисляет, какой материал выдать, и отправляет сведения о нем РНР-сценарию. Материал считывается из базы знаний и отправляется первой части системы.



Рис. 2. Структурная схема второй части системы

На первом этапе разработки стояла задача организации связи между первой и второй подсистемами. В ходе розработке использовались библиотеки «libcurl» и «cURL» языка «PHP».

cURL и libcurl – библиотеки, позволяющие серверу передавать файлы на удаленный компьютер, используя множество интернет-протоколов. Библиотеки имеют очень гибкую настройку и позволяют выполнить практически любой удаленный запрос. Используя их, webсервер может выступать полноценным клиентом любого основанного на http-протоколе сервиса [3].

Вышеперечисленные способы решения и используемые на этой стадии разработки вполне удовлетворяют требованиям. Не исключено, что при дальнейшей разработке может возникнуть необходимость в замене некоторых из них.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Кречетов И.А. Применение онтологического подхода в технологии разработки образовательного контента. М., 2010.
- 2. Прохоренок Н. HTML, JavaScript, PHP и MySQL джентльменский набор Web-мастера. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 912 с.
- 3. Войцеховский А. Применение cURL и libcurl в php// [Электронный ресурс]. URL: http://www.php.su/articles/?cat=protocols&page=004.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОШНОСТИ В ИНДУКТОРЕ

Д.Б. Бородин, магистрант каф. ПрЭ, Р.Г. Калинин, м.н.с. ЛИМОС Научный руководитель В.Д. Семёнов, к.т.н., профессор каф. ПрЭ г. Томск, ТУСУР, Borodindanila@mail.ru

В литературе [1] были рассмотрены основные схемотехнические решения преобразователей постоянного напряжения в переменное напряжение, а также алгоритмы регулирования мощности в индукторе. По результатам исследований, рассматривающих преобразователи с точки зрения количества элементов силовой цепи и алгоритма управления транзисторными ключами, обеспечивающие наименьшие потери, был выбран однотактный полумостовой резонансный преобразователь с частотным регулированием. В таком преобразователе для реализации «мягкого переключения» необходимо, чтобы частота переключения силовых ключей была приближена к резонансной частоте LC-контура нагрузки. При рабочей частоте, меньшей резонансной, переключение силовых транзисторов происходит в «жёстком» режиме, что сопровождается большими потерями в транзисторах.

Одним из решений данной проблемы является введение в схему непосредственного преобразователя напряжения и дополнительного контура обратной связи для регулирования мощности в индукторе при помощи изменения величины входного напряжения преобразователя.

В данной статье приводится сравнение двух преобразователей с двойным регулированием мощности в индукторе. В обоих преобразователях частота переключения транзисторов совпадает с резонансной частотой LC-контура, на который нагружены эти преобразователи. Мощность индуктора регулируется посредством изменения амплитуды напряжения на выходе преобразователей: в одном случае на входе инвертора стоит регулируемый источник постоянного напряжения (НПН-1), в другом амплитуда напряжения регулируется за счет изменения относительного времени открытого состояния транзисторов инвертора. Структурные схемы реализации двух типов регулирования мощности резонансного преобразователя представлены на рис. 1.

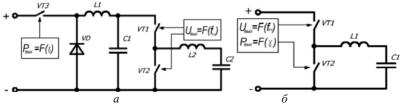


Рис. 1. Схемы реализации широтно-импульсного регулирования (a) и несимметрично-импульсного регулирования (δ)

Моделирование проводилось в среде схемотехнического моделирования LTSpice IV. Сравнение эффективности представленных преобразователей и их алгоритмов регулирования осуществлялось путем сравнения потерь мощности в силовых ключах и КПД преобразователей. Графики зависимостей динамических потерь на ключевых элементах схемы от величины относительной длительности импульсов представлены на рис. 2, 3.

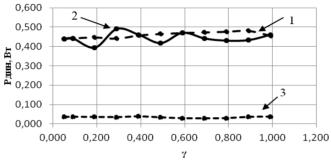


Рис. 2. Зависимость динамических потерь ключевых элементов от относительной длительности импульсов при ШИР: 1, 2 – верхний и нижний ключ резонансного преобразователя соответственно, 3 – ключ входного широтно-импульсного регулятора

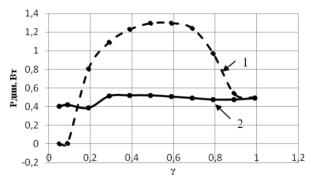


Рис. 3. Зависимость динамических потерь ключевых элементов от относительной длительности импульсов при НИР: 1, 2 – верхний и нижний ключ резонансного преобразователя соответственно

Как видно из рис. 2 и 3, динамические потери на ключевых элементах при широтно-импульсном регулировании много меньше, чем при несимметричном широтно-импульсном регулировании, что позволяет сохранить высокие энергетические показатели при данном способе регулирования и позволяет сохранить режим «мягкой коммутации» [2].

На рис. 4 представлена зависимость суммарных потерь мощности на транзисторах от времени относительной длительности импульса.

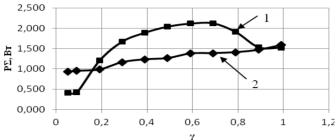


Рис. 4. Зависимость суммарных потерь на ключевых элементах от относительной длительности импульса при несимметричном широтно-импульсном (1) и широтно-импульсном (2) регулировании мощности резонансного преобразователя

Как видно из рис. 4, суммарные потери при несимметричном широтно-импульсном регулировании (НИР) увеличиваются — это обусловливается неравномерной нагрузкой ключевых элементов схемы — при нелинейно-импульсном регулировании, при увеличении γ, уменьшается длительность открытого состояния верхнего ключа и увеличивается длительность открытого состояния нижнего [1]. Таким образом, нижний транзистор полумоста включается в мягком режиме во всем диапазоне регулирования. Верхний ключ по мере уменьшения гаммы переходит в режим жесткой коммутации. Также необходимо отметить изменение КПД резонансного преобразователя при НИР. На рис. 5 представлены зависимости КПД резонансного преобразователя от γ при различных способах регулирования.

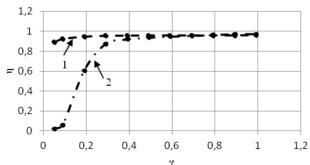


Рис. 5. Зависимость КПД резонансного преобразователя от относительной длительности импульса при ШИР (1) и НИР (2)

Низкий КПД при малых значениях γ , в случае НИР, обусловливается большими потерями мощности в ключевых элементах в результате «жесткой» коммутации верхнего транзистора. На участке от 0.5γ до 0.8γ КПД совпадает, а от 0.8γ КПД преобразователя с НИР превышает КПД преобразователя с предварительным ШИР на 2%. Это объясняется наличием регулируемого входного источника в схеме с предварительной ШИР. На участке $0.1-0.4\gamma$ КПД преобразователя с НИР значительно отличается от КПД преобразователя с ШИР. Это связано с большими потерями на верхнем ключе полумоста.

Поэтому предпочтительнее использовать схему резонансного преобразователя с широтно-импульсным регулированием из-за равномерной нагрузки на силовые ключи. Также возможно увеличить КПД данного преобразователя при помощи введения квазирезонансной цепи.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Калинин Р.Г.* Устройство индукционного нагрева для снятия изоляции с проводов: дис. . . . к.т.н. 05.09.12. Томск, 2014. 171 с.
- 2. Дзлиев С.В. Характеристики резонансного транзисторного инвертора напряжения при фазовом и частотном регулировании / С.В. Дзлиев, Д.А. Патанов // Актуальные проблемы теории и практики индукционного нагрева (АРІН-2005): матер. междунар. науч.-техн. конф. Санкт-Перербург, 2005 г. Май 25–26 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://interm.su/pdfs/25.pdf

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ

А.П. Бушуева, студентка, А.В. Литвинов, А.Ю. Хуторной, В.Н. Учаев, аспиранты каф. ПрЭ

Научные руководители: В.Д. Семёнов, профессор каф. ПрЭ, к.т.н., Д.О. Пахмурин, к.т.н., доцент г. Томск, ТУСУР, a_stella92@mail.ru
Проект ГПО-0901 «Аппаратно-программный комплекс для реализации локальной гипертермии»

Аппаратно-программный комплекс [1, 2] для реализации локальной гипертермии построен по модульной структуре. Комплекс содержит модуль силового питания (МСП), обеспечивающий питание всех модулей, установленных в модульном корпусе; модуль ультразвукового введения (МУВ), предназначенный для введения с помощью ультразвуковых колебаний кожухов нагревателей для размещения в них нагревателей игольчатых; модуль стабилизации температуры (МСТ), обеспечивающий поддержание температуры нагревателей игольчатых и нагревателей поверхностных на заданном уровне с высокой точностью, и калибровочный модуль (КМ), предназначенный для предвари-

тельной калибровки нагревателей игольчатых. Для управления этими модулями было предложено создать модуль управления устройством (МУУ), который бы имел связь со всеми подключенными модулями и персональным компьютером. На рис. 1 приведена структурная схема комплекса с модулем управления.

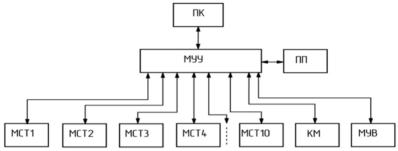


Рис. 1. Структурная схема устройства

Разрабатывая каждый из модулей, были предложены задачи для модуля управления. Модуль управления устройством должен обеспечить работу комплекса в двух режимах:

Режим 1 — управление комплексом от персонального компьютера (ПК) посредством интерфейса через кабель соединения с персональным компьютером.

Режим 2 — локальное управление, используя пользовательское меню (передняя панель (ПП) МУУ).

В режиме 1: МУУ должен по управляющим запросам от ПК отправлять:

- 1) информацию о подключенных МСТ на ПК;
- 2) запрос на запуск и остановку процедур калибровочного модуля;
- 3) данные о температуре в нагреваемой области точки нагрева;
- 4) запрос на изменение температуры конкретного нагревателя на МСТ;
- 5) МУУ должен принимать начальные установки процедуры нагрева (выбор каналов нагрева, задание температуры стабилизации для каждого канала нагревателей, задание времени процедуры нагрева);
 - 6) МУУ должен отправлять данные об ошибках о подключенных МСТ; В режиме 2:
 - 1) МУУ должен получать информацию о подключенных МСТ;
- 2) управление и ввод начальных установок нагрева должно осуществляться с помощью пользовательского меню;
- 3) изменение температуры конкретного нагревателя, запуск калибровки нагревателя должно осуществляться с помощью пользовательского меню.

Для организации правильной работы приема и передачи данных между МУУ и остальными подключенными модулями было предложено использовать собственный протокол, построенный на SPI-интерфейсе, который отлично подходит под требования разрабатываемого аппаратно-программного комплекса, отличается высоким быстродействием (до 24 МБод) [3].

Алгоритм работы модуля управления устройством приведен на рис. 2.

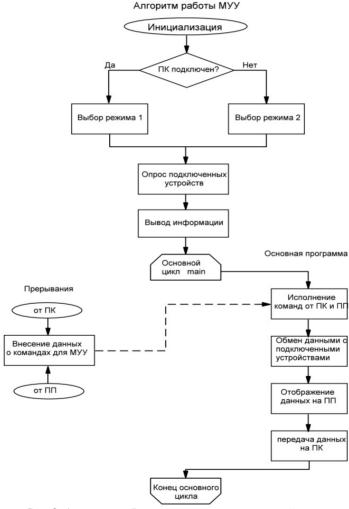


Рис. 2. Алгоритм работы модуля управления устройством

В заключение можно сказать, что по предложенному алгоритму, который включает все основные задачи МУУ, будет реализована программа взаимодействия всех устройств, входящих в комплекс. Взаимодействие устройств, для организации правильной передачи данных, будет производиться с помощью собственного протокола, построенного на SPI-интерфейсе.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Пат.* 78659 РФ, МПК А61В 18/04. Установка и устройство для лечения опухолевых заболеваний / А.В. Кобзев, Д.О. Пахмурин, В.Д. Семенов, А.А. Свиридов. № 2008128639/22; заяв. 14.07.2008; опубл. 10.12.2008. Бюл. № 34.
- 2. *Итоги* научно-исследовательских работ и курсового проектирования студентов 1–4 курсов каф. промышленной электроники: матер. ежегодной науч.-практ. конф. / В.Д. Семенов, А.Ю. Хуторной, В.Н. Учаев, А.В. Литвинов, Д.О. Пахмурин, В.А. Федотов. 2009.
- 3. Бушуева А.П., Литвинов. А.В., Хуторной А.Ю. и др. Протокол связи микроконтроллеров в аппаратно-программном комплексе для реализации ло-кальной гипертермии // Научная сессия ТУСУР–2014: матер. Всерос. научтехн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2014». Томск, 2014.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА РАСТЕНИЙ И.О. Цех, студент каф. ПрЭ

Научные руководители: В.Д. Семенов, профессор, A.B. Храмцов, электроник г. Томск, ТУСУР, tsekh11@gmail.com ГПО-1304 «Устройство автоматического полива растений»

В рамках проекта ГПО «Устройство автоматического полива растений» нам была поставлена задача разработать прототип простого в использовании и установке устройства, которое будет осуществлять автоматический уход [1] за растениями. При этом устройство должно быть доступным массовому потребителю. Разрабатываемое устройство позволяет использовать его как в лабораторных условиях для проведения исследований, лабораторных работ в учебных заведениях, так и в домашних целях для выращивания и ухода за различными растениями.

В первую очередь нами были определены и разработаны основные блоки устройства, с помощью которых можно поддерживать и стимулировать нормальный рост и развитие растений. Ими являются следующие блоки: блок контроля температуры воды, блок контроля уровня воды и протечки, блок контроля влажности почвы, блок доставки воды к почве, блок искусственного освещения и интерфейс

управления. Структурная схема разрабатываемого устройства изображена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема устройства автоматического полива

Контроль над работой всех частей устройства осуществляется с помощью микроконтроллера STM32F051R8T6, размещенного на отладочной плате STM32f0discovery [2].

Для создания блока интерфейса были использованы такие части, как жидкокристаллический (ЖК) индикатор, светодиоды и кнопки управления (рис. 2). С помощью данного блока можно задавать различные параметры для ухода за растениями, такие как температура полива, время полива, длительность освещения и пр. Также этот блок используется для отображения сервисной информации.



Рис. 2. Структурная схема блока интерфейса управления

Принципиальная схема датчика уровня воды [3], используемого в нашем устройстве, изображена на рис. 3. Принцип работы датчика заключается в следующем: в емкости с водой расположены 4 металлических контакта на различных уровнях, и при достижении водой определенного уровня, загорается соответствующая светодиодная индикация.

Также в устройстве используются датчик протечки воды, датчик влажности и датчик температуры (рис. 4).

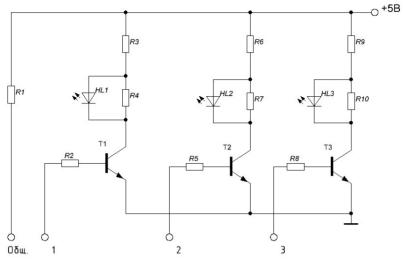


Рис. 3. Принципиальная схема датчика уровня воды

Данные с датчика влажности R4 и с датчика температуры R6 поступают на АЦП микроконтроллера, обрабатываются и в соответствии с ними осуществляется полив растения с помощью помпы и контроль температуры воды с помощью нагревательного элемента. В качестве датчика протечки R1 используются графитовые контакты, расположенные вблизи емкости с водой. И в случае, если есть протечка, то контакты замыкаются и на порту микроконтроллера высокий уровень напряжения, а если все в норме – низкий.

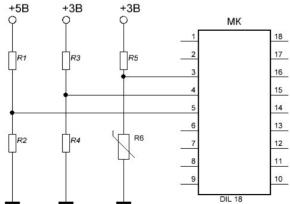


Рис. 4. Принципиальная схема датчиков протечки, влажности и температуры воды

Для управления нагревателем и лампой искусственного освещения используются схемы управления [4], состоящие из оптосимистора и симистора (рис. 5). В качестве нагрузки R4 — лампа либо нагревательный элемент.

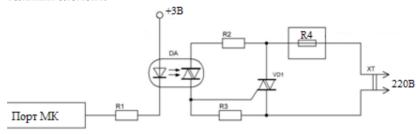


Рис. 5. Схема подключения схемы управления нагревателем/лампой к МК

В настоящее время все блоки собраны и функционируют, далее планируется объединить их и собрать полноценное устройство автоматического полива

ЛИТЕРАТУРА

- 1. $Bu\partial \omega$ автополива [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://умныйполив.pф/stati/51/vidy-avtopoliv.html
- 2. Отладочная плата STM32F0DISCOVERY [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF253215
- 3. *Индикатор* уровня воды [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://radioskot.ru/publ/izmeriteli/indikator_urovnja_vody/15-1-0-605
- 4. Управление нагрузкой 220 В [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eugenemcu.ru/publ/10-1-0-58

ОБЗОР И ВЫБОР УСТРОЙСТВ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ

Б.В. Дорошенко, бакалавр, Л.А. Корчуганов, магистр Научные руководители: В.Д. Семенов, зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н., Р.Г. Калинин, м.н.с. ЛИМЭС, начальник СКБ «Импульс», к.т.н., В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ, werdikt2@sibmail.com

При проведении сварочных работ необходимо подводить сварочные материалы к месту сварки (сварочной ванне). Для усовершенствования технологии ориентировано устройство автоматической подачи проволоки.

Одним из таких устройств является ИТС ПДГО-510 [2].

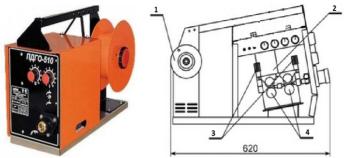


Рис. 1. ИТС ПДГО-510: *I* – тормозное устройство; *2* – привод редукторный; *3* – ручки регулирования усилия прижима роликов; *4* – сменные ролики

Применяется для полуавтоматической сварки с использованием порошковой и сплошной проволоки в среде защитных газов на постоянном токе совместно с источниками для сварки MIG/MAG. Работает с любыми выпрямителями, обладающими жесткой или комбинированной вольт-амперной характеристикой.

Технические характеристики:

Напряжение – 24 В.

Диаметр электрода/проволоки — стальная 1,2–1,6 мм; порошковая 1.6–2.0 мм.

Номинальный ток – 500 А.

Скорость подачи проволоки – 120–1100 м/ч.

Диаметр катушки – 300 мм.

Объем расплавленной стали в час – 17 кг/ч.

Цена установки – 23,541 руб.

Подающий механизм ПДГО-615 [3].

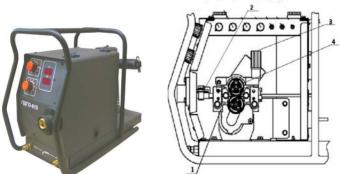


Рис. 2. ПДГО-615: I — механизм подачи проволоки; 2 — токовый зажим; 3 — ручка регулирования усилия прижима роликов; 4 — сменные ролики механизма подачи проволоки

Имеет плавно-ступенчатое регулирование скорости передачи электродной проволоки (2 ступени), которое регулируется ручкой потенциометра, расположенного на передней панели и с помощью сменной ведущей зубчатой шестеренки механизма подачи проволки SSJ-21.

Технические характеристики:

Напряжение – 42 В.

Диаметр электрода/проволоки – 1,2–2 мм.

Номинальный ток – 630 А.

Скорость подачи проволоки – 80–980 м/ч.

Диаметр катушки – 600 мм.

Объем расплава стали в час – 24 кг/с.

Цена установки – 40,738 руб.

Подающий механизм ПДГО-527-4К [4] (рис. 3). В основном используется в серийном производстве металлоконструкций в строительстве, машиностроении и энергетике, судостроении и судоремонт. Механизм подачи проволоки успешно применяется при интенсивных сварочных работах и в тяжелых условиях эксплуатации.

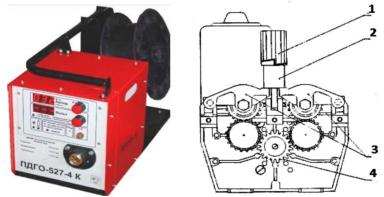


Рис. 3. ПДГО-527-4: 1 – гайка регулировочная; 2 – устройство прижимное; 3 – скоба прижимная; 4 – ведущая шестерня

Технические характеристики:

Напряжение – 24–36 В.

Диаметр электрода/проволоки — 0,8-1,4 мм.

Номинальный ток -500 A.

Скорость подачи проволоки – 70–930 м/ч.

Диаметр катушки – 200 мм.

Объем расплава стали в час – 11 кг/с.

Цена установки – 15,900 руб.

Подающий механизм ПДГ-312-5 [5] (рис. 4). Используется в полуавтоматической сварке. Для работы ПДГ-312-5 необходимо подключение к сварочному источнику достаточной мощности для жесткой или комбинационной вольт-амперной характеристики.

Технические характеристики:

Напряжение - 60 В.

Диаметр электрода/проволоки – 0,8–2 мм.

Номинальный ток – 315 А.

Скорость подачи проволоки – 35–1500 м/ч.

Диаметр катушки – 300 мм.

Объем расплава стали в час -37 кг/с.

Цена установки – 27,500 руб.

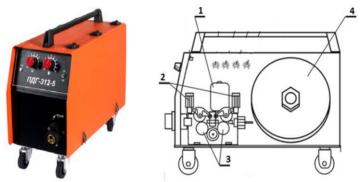


Рис. 4. ПДГ-312-5: I — привод редукторный; 2 — ручки регулирования усилия прижима ролика; 3 — сменные ролики; 4 — кассета

Все рассмотренные устройства подачи проволоки могут быть сведены к обобщенной структуре, представленной на рис. 5.

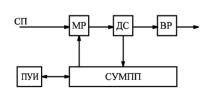


Рис. 5. Структурная схема механизма подачи проволоки:

СУ МПП – система управления механизма подачи проволоки;

МР – мотор-редуктор; ВР – вращающийся ролик; СП – сварочная проволока; ПУИ – пусковое устройство индикации; ДС – датчик скорости

Сварочная проволока проходит через MP, который получает команду от СУ МПП, так же СУ МПП получает информацию о скорости подачи проволоки от ДС прежде чем проволока выйдет из ВР к месту расплавки. СУ МПП всю получаемою информацию выводит на ПУИ, где можно регулировать скорость подачи СП.

Из всех рассмотренных установок минимальную цену имеет установка ПДГО-527-4К, у которой максимальная скорость подачи проволоки 930 м/ч, а диаметр электрода/проволоки составляет 0,8–1,4 мм. ПДГО-527-4К способна доставлять 11 кг стальной проволоки за час в место расплавки. Этот показатель в сравнении с другими устройствами достаточно мал.

Другая установка ПДГО-615, со скоростью подачи проволоки 980 м/ч и диаметром электрода/проволоки 1,2–2 мм, способна доставить к месту расплава 24 кг стальной проволоки за час. Это в 2 раза выше, чем у ПДГО-527-4К, но и цена такой установки значительно (в 1,5–2 раза) превышает остальные.

С точки зрения цены и объема доставляемой проволоки к месту расплава является установка ПДГ-312-5, у которой скорость подачи проволоки 1500 м/ч, что выше, чем у ПДГО-615, а диаметр электрода/проволоки составляет 0,8–2 мм. Объем доставляемой стали составляет 37 кг в час, что в 1,5 раза больше, чем ПДГО-615.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Исследовано в России [Электронный ресурс]. URL: http://penzaelektrod.ru/articles/art31.htm (дата обращения: 03.03.2015).
- 2. ЗАО «НПФ ИТС» [Электронный pecypc]. URL: http://www.npfets.r u/catalog/ets/svarka_v_zashitnom_gaze/podaushie_mehanizmu/pdgo_510/ (дата обращения: 3.03. 2015).
- 3. ЗАО «НПФ ИТС» [Электронный pecypc]. : URL: http://www.npfets.ru/catalog/ets/svarka_v_zashitnom_gaze/podaushie_mehanizmu/podaushiy_mehanizm pdgo 615/ (дата обращения: 3.03.2015).
- 4. ООО «Компания Авант» [Электронный ресурс]. URL: http://www.avant-com.ru/detail/2984 (дата обращения: 4.03.2015).
- 5. ЗАО НПФ ИТС [Электронный pecypc]. URL: http://www.npfets.ru/catalog/ets/svarka_v_zashitnom_gaze/podaushie_mehanizmu/pdg_312_5/ (дата обращения: 4.03.2015).

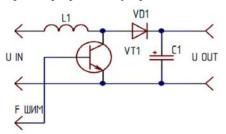
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ DC\DC ПРИ ИЗМЕНЕНИИ НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ

И.О. Суховерков, Д.Е. Филатов, студенты каф. ПрЭ Научный руководитель С.Г. Михальченко, д.т.н., доцент, зав. каф. ПрЭ г. Томск, ТУСУР

Проблемы. Реализация электронной «начинки» для космического аппарата — одна из самых сложных в данной сфере. Проблемы с ограниченным количеством энергии заставляют использовать технологии, позволяющие получать высокий КПД.

В ходе работы космический аппарат использует как внутренние, так и внешние приборы энергоснабжения. Распределитель энергии служит для корректного их общения между собой. Например: телевизионный спутник, находись на солнце, работает от солнечных батарей. При отсутствии же солнечного света спутник будет работать от внутренних аккумуляторов. Это два ключевых режима. Но зачастую энергии вырабатываемой может не хватать на работу аппарата или же наоборот: превышать потребление. В таких случаях распределитель должен либо использовать заряд в аккумуляторе, либо накапливать его там. Однако в результате работы узлов и агрегатов могут появляться «посадки» или «недобор».

Автором были проведены исследования на основе повышающего преобразователя напряжения (ППН), входящего в состав структуры зарядно-разрядного устройства системы питания космического аппа-



рата на основе солнечных батарей. Функциональная схема данной системы изображена на рис. 1.

Рис. 1. Принципиальная электрическая схема преобразователя

Решить это можно при помощи ШИМ. Рассмотрим простейший повышающий DC/DC преобразователь напряжения. Синтез системы управления для повышающего преобразователя напряжения с широтно-импульсной модуляцией проводится с таким расчетом, чтобы динамика рабочей точки ППН находилась в зоне регулирования.

Система управления планируется к реализации на базе микроконтроллера управления. Осциллограмма работы устройства приведена на рис. 2.

Транзистор VT1 работает строго в ключевом режиме. При замкнутом эмиттер-коллекторном переходе входящий ток протекает через катушку L1, заряжая её, и уходит на землю. Как только транзистор размыкается, току источника и току, запасённому в катушке, некуда идти. Он проходит через диод VD1 и заряжает конденсатор C1, при этом сглаживаясь, и поступает на выход устройства. Благодаря накапливанию тока в катушке и накапливанию заряда в конденсаторе устройство увеличивает выходное напряжение за счёт повышенного потребления тока. Регулировать работу устройства можно с помощью заданной частоты тактирования.

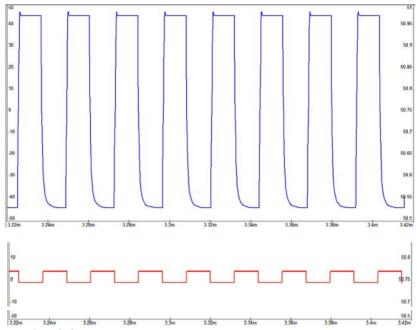


Рис. 2. Зависимость выходного напряжения от частоты тактирования

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Гавриш П.Е., Михальченко С.Г., Михальченко Г.Я. Математические модели скоростных подсистем электроприводов силового гироскопического прибора // Докл. Том. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2013. № 2 (13). С. 103–109.
- 2. Гавриш П. Е., Михальченко Г. Я. Построение системы управления частотой вращения бесконтактного двигателя постоянного тока. // Докл. Том. унта систем управления и радиоэлектроники. 2014. № 2 (32). С. 303–307.
- 3. *Андриянов А.И., Малаханов А.А.* Математическое моделирование динамики импульсного преобразователя напряжения повышающего типа // Вестник Брянского государственного технического университета. 2006. №1.
- 4. Диксон Р.К., Дементьев Ю.Н., Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г., Семёнов С.М. Двухфазный повышающий преобразователь с мягкой коммутацией транзисторов и особенности его динамических свойств // Изв. ТПУ. 2014. №4. Т. 324.
- 5. *Михальченко С.Г.* Функционирование импульсно-модуляционных преобразователей в зонах мультистабильности // Докл. Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2012. № 1(1).

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ КОМПЛЕКСА ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ

Т.А. Кабин, студент, М.В. Гавриленко, А.Ю. Хуторной Научные руководители: В.Д. Семёнов, к.т.н., профессор, Д.О. Пахмурин, к.т.н., доцент г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ

Медицинские источники питания на рынке представлены такими компаниями, как TDK-Lambda, Mean Well и т.д. [1, 2]. К источникам питания предъявляются жесткие требования по электромагнитной совместимости и электробезопасности. В настоящее время для питания комплекса локальной гипертермии (КЛГ) используется разработанный источник питания, функциональная схема которого представлена на рис. 1 [3].

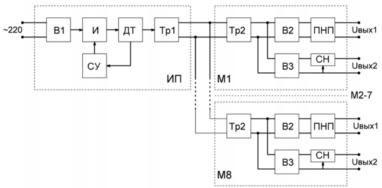


Рис. 1. Функциональная схема источника питания (ИП) и подключаемых модулей (М1-8) КЛГ: В1 – выпрямитель; И – инвертор; ДТ – датчик тока; СУ – система управления; Тр1 – трансформатор; Тр2 – трансформатор; В2 – выпрямитель; ПНП – преобразователь напряжения понижающий; В3 – выпрямитель; СН – стабилизатор напряжения

В функциональной схеме источника питания блок (В1) представляет собой выпрямитель, напряжение с которого поступает на вход инвертора (И). Инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное частотой 50 кГц. Датчик тока (ДТ) представлен трансформатором тока, сигнал с которого поступает в систему управления (СУ) инвертора, для защиты от короткого замыкания. Далее напряжение подается на вход трансформатора (Тр1), который служит для обеспечения гальванической развязки 4 кВ. От трансформатора осуществляется питание подключаемых модулей (М1-8). Однако этот источник питания обладает рядом принципиальных недостатков:

- отсутствует стабилизация выходного напряжения;
- выходное напряжение источника питания является высокочастотным (50 кГц) и передается на все узлы КЛГ через материнскую плату, что отрицательно влияет на электромагнитную совместимость;
- для обеспечения питания модулей используется трансформаторная развязка (Tp2) с дополнительно установленным понижающим преобразователем, что существенно усложняет схему.

Для устранения существующих недостатков было принято решение о необходимости модернизации источника питания [4]. Функциональная схема предложенного источника питания представлена на рис. 2.

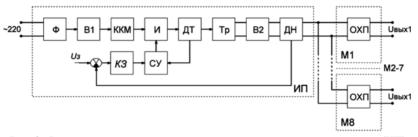


Рис. 2. Функциональная схема модернизированного источника питания (ИП) для КЛГ: Ф — фильтр электромагнитной совместимости; В1 — выпрямитель; ККМ — корректор коэффициента мощности; И — инвертор; ДТ — датчик тока; СУ — система управления; Тр — трансформатор; В2 — выпрямитель; ДН — датчик напряжения; КЗ — корректирующее звено; ОХП — обратноходовой преобразователь

В функциональной схеме рис. 2 блок Ф представлен фильтром для обеспечения электромагнитной совместимости марки 3ЕМС1, предназначенный для подавления электромагнитных помех, излучаемых в сеть при работе комплекса локальной гипертермии. С выхода фильтра переменное напряжение поступает на выпрямитель В1 и далее через корректор коэффициента мощности ККМ на вход инвертора И. Корректор коэффициента мощности подавляет высшие гармоники тока питания, синхронизирует входные токи с напряжения, а также обеспечивает отсутствие всплесков тока потребления на вершине синусоиды питающего напряжения и равномерную нагрузку на силовую линию. Инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное. Отличительная особенность предложенной структурной схемы состоит в том, что система управления отслеживает уровень напряжения на выходе источника питания с помощью датчика напряжения ДН и формирует алгоритм управления инвертором для обеспечения нужного уровня напряжения на выходе источника питания. Корректирующее звено КЗ представляет собой ПИД-регулятор, необходимый для устранения статических и динамических ошибок. Датчик тока ДТ представляет собой шунт, сигнал с которого поступает в систему управления СУ инвертора. Переменное напряжение с инвертора подается на вход трансформатора Тр, обеспечивающего гальваническую развязку 4 кВ. Выпрямитель В2 преобразует переменное напряжение в постоянное. Датчик напряжения представляет собой резистивный делитель, сигнал с которого поступает в систему управления через оптопару, тем самым поддерживая напряжение на заданном уровне и обеспечивая гальваническую развязку вход-выход. В каждом модуле, подключенном к источнику питания, присутствует обратноходовой преобразователь с необходимым количеством гальванически развязанных выходов.

Предложенная структура системы питания комплекса локальной гипертермии позволяет исключить все вышеизложенные недостатки. На выходе источника питания формируется постоянное напряжение, которое по материнской плате передается на все модули КЛГ, что уменьшает уровень индуктивных электромагнитных помех. Обратная связь по напряжению осуществляет стабилизацию выходного напряжения. Благодаря изменению системы питания каждого подключаемого модуля к источнику питания значительно уменьшились габаритные размеры [5].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Медицинские* источники питания TDK-Lambda [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://tdk-lambda.ru/public/, свободный (дата обращения: 14.03.2015).
- 2. *Медицинские* источники питания Mean Well [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mean-well.ru/, свободный (дата обращения: 15.03.2015).
- 3. *Хуторной А.Ю.* Источник питания для устройства стабилизации температуры в аппаратно-программном комплексе для реализации локальной гипертермии / А.Ю. Хуторной, В.Д. Семенов, В.Н. Учаев и др. // Научная сессия ТУСУР–2012: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, ТУСУР, 4—7 мая 2010 г. Томск, 2010. Ч. 4. С. 186—189.
- 4. *Хуббиев Р.В.* Источник питания для стабилизации температуры в аппаратно-программном комплексе для реализации локальной гипертермии / Р.В. Хуббиев, А.Ю. Хуторной, Д.О. Пахмурин // Научная сессия ТУСУР–2014: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, ТУСУР, 22–25 апреля 2014 г. Томск, 2014. С. 1119–1121.
- 5. Кобзев А.В. Управление электронными игольчатыми нагревателями при реализации метода локальной гипертермии и его экспериментальная проверка / А.В. Кобзев, В.Д. Семенов, Д.О. Пахмурин и др. // Доклады ТУСУРа. 2010. № 2(22), ч. 2. С. 300–302.

УСТРОЙСТВО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ СНЯТИЯ ИЗОЛЯЦИИ С ПРОВОДОВ

А.Е. Кебекбаев, Д.В. Ли, студенты каф. ПрЭ

Научные руководители: Р.Г. Калинин, м.н.с. ЛИМЭС, нач. СКБ «Импульс», В.Д. Семенов, зам. зав. каф. по HP., профессор каф. ПрЭ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, aidar-kz@list.ru

Проект ГПО Пр3-1403 «Комплекс испытательный трехфазный для прогрузки переменным током 50 Γ ų 19 кA»

Известны устройства для снятия эмалевой и лаковой изоляции с проводов методом индукционного нагрева [1,2]. Недостатком этих устройств является то, что для обеспечения электробезопасности в нем входное выпрямленное напряжение 311 В уменьшается до 42 В, а затем подается на инвертор с индуктора, где усиливается в Q (добротность) раз на резонансной частоте. Поскольку для нагрева требуется порядка 400 В, то AЧХ резонансного контура имеет «крутой» спад, что в свою очередь влияет на качество управления (чем круче спад, тем сложнее стабилизировать ток).

Другим недостатком является то, что микроконтроллерная система МкСУ находится в блоке БПиУ. Это значит, что нажатие кнопки начала процесса зачистки, расположенной в блоке зачистки БЗ, отслеживается МкСУ в другом блоке. После принятия сигнала нажатия кнопки запуска МкСУ отправляет сигнал запуска для блока зачистки. Все это требует дополнительных линий связи как для отправки данных, так и для питания. При этом блоки соединяются семью проводами.

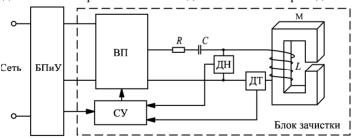


Рис. 1. Структурная схема устройства индукционного нагрева для снятия изоляции с проводов

Устройство на рис. 1 состоит из двух блоков. Блок питания и управления БПиУ обеспечивает питающее напряжение силовой части и систем управления СУ, а также включает в себя микроконтроллерную систему управления процессом зачистки. Блок зачистки Б3 состоит из высокочастотного преобразователя ВП, нагруженного на резонаненый LC-контур, индуктивность L которого является эквивалент-

ной индуктивностью индуктора с концентратором М. Посредством датчиков напряжения ДН и тока ДТ система управления СУ блока зачистки стабилизирует ток, протекающий в индукторе. Таким образом, в предлагаемом устройстве БПиУ соединяется с БЗ семью проводами, из них: 2 провода плюс и общий — питание силовой части, 2 провода +15 В и общий — питание системы управления, 1 провод для отслеживания нажатия кнопки запуска зачистки на БЗ, 2 провода для передачи стартового импульса от БПиУ. Кроме того, вторичный источник питания, расположенный в БПиУ, должен обеспечивать питание для силовой части системы управления устройством и один канал для управления собственной СУ, что накладывает на него дополнительные требования к габаритной мощности, электромагнитной совместимости и стабильности работы.

Предлагаемая структурная схема модернизироованного устройства представлена на рис. 2.

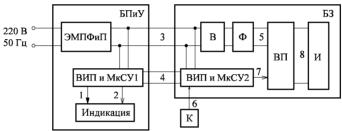


Рис. 2. Структурная схема модернизированного устройства индукционного нагрева для снятия изоляции с проводов: *I* – питание для индикации; 2 – вывод данных на индикатор; *3* – питание блока зачистки; *4* – обмен данными между микроконтроллерными системами; *5* – питание преобразователя; *6* – стартовый сигнал с кнопки; *7* – сигнал запуска преобразователя; *8* – питание индуктора

Как и в предыдущем варианте, новое устройство разделено на два блока БПиУ и БЗ. Преимущество новой схемы состоит в том, что блоки соединяются всего четырьмя проводами (против 7 проводов старой схемы): два провода для питания силовой части и системы управления, два провода для обмена данными между СУ блоков. Размещение в БЗ микроконтроллерной системы МкСУ2 позволяет отслеживать нажатие 6 кнопки К и формировать управляющий импульс 7 самим блоком зачистки. Настройки процесса зачистки, которые задаются с помощью МкСУ1 в БПиУ, передаются в БЗ посредством протокола I2С по двум проводам. Также в МкСУ2 прописывается электронный номер блока зачистки, рассчитанного на определенный диапазон диаметров зачищаемых проводов. После подключения БЗ к БПиУ МкСУ1 считывает номер блока и загружает подходящую для него таблицу диаметров.

Таким образом, БПиУ становится универсальным и подходит для всех типов БЗ.

Другое изменение — это отказ от использования общего вторичного источника питания. В модернизированном устройстве для питания силовой части через фильтр подавления электро-магнитных помех и предохранители ЭМПФиП используется напряжение 220 В 50 Гц, выпрямленное диодным мостом В и сглаженное фильтром Ф. Для обеспечения МкСУ1 и МкСУ2 напряжением питания +15 и +5 В используются маломощные модульные источники питания (например ТМ10VAC22015DSEH52 [3] мощностью 10 Вт томского производства компании Виток). Эти меры позволяют уменьшить массогабаритные показатели устройства и в целом уменьшить экономические затраты на элементы схемы вторичного источника питания из предыдущей разработки.

Электробезопасность [4] устройства обеспечивается трансформатором, согласующим индуктор И с высокочастотным преобразователем ВП.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Патент 150202 Российская Федерация, МПК7 Н02G 1/12, Н05В 6/06. Устройство для снятия эмалевой и лаковой изоляции с проводов / Р.Г. Калинин, В.Д. Семенов, В.А. Федотов. Опубл. 10.02.15, Бюл. № 4. 2 с.
- 2. Калинин Р.Г. Устройство индукционного нагрева для снятия изоляции с проводов; дис. ... канд. техн. наук: 05.09.12. Томск, 2014. 172 с.
- 3. Документация на источник питания TM10V AC 220 15DS EH52 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://witok-tmk.ru/DswMedia/tm10v-ac220-15ds-eh52.pdf (дата обращения: 10.03.2015).
 - 4. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М.: Альвис, 2013. 816 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ УСТРОЙСТВ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ.

Л.А. Корчуганов, студент, Б.В. Дорошенко, бакалаврНаучные руководители: В.Д. Семенов, к.т.н., зав. каф. ПрЭ по НР, Р.Г. Калинин, к.т.н., м.н.с. ЛИМЭС, начальник СКБ «Импульс», В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО
г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ, korchuganovleonid@gmail.com

3D-печать металлом представляет собой процесс изготовления трехмерного твердого объекта практически любой формы. Такие способы обработки материалов, как сверление, резка или фрезеровка, основаны на придании необходимой формы объекту из заготовки путем удаления «лишнего» материала. При этом для каждого вида металлообработки требуются определенные геометрические формы заготовок [1].

Технология 3D-печати металлом используется в машиностроении для создания единичных деталей, в медицине создают индивидуальные протезы, облегчает производство ювелирных изделий, широкое применение получило в военной и космической промышленности [1].

Лазерное спекание – спекание лазером, слоя порошкового материала по заданному контуру [2] (рис. 1).

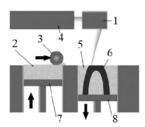


Рис. 1. Лазерное спекание: I — зеркальная система; 2 — расходный материал; 3 — ролик; 4 — лазер; 5 — рабочая камера; 6 — изготовляемая модель; 7, 8 — подвижные платформы

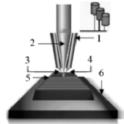


Рис. 2. Электронно-лучевая плавка: I — система подачи порошка; 2 — лазерный луч; 3 — расходный материал, 4 — наносимой материал; 5 — субстрат; 6 — продвижение по осям X и Y

Порошковый материал подается в рабочую камеру в количествах, необходимых для нанесения одного слоя. Специальный валик выравнивает поданный материал в ровный слой и удаляет излишний материал из камеры, после чего лазерная головка спекает частицы свежего порошка между собой и с предыдущим слоем согласно контурам, определенным цифровой моделью [2].

В качестве расходных материалов могут использоваться практически любые металлы и сплавы в порошковой форме [2].

Электронно-лучевая плавка – технология, использующая электронные пучки высокой мощности для сплавки металлического порошка в вакуумной камере с образованием последовательных слоев, повторяющих контуры цифровой модели. В отличие от технологий спекания, электронно-лучевая плавка позволяет создавать детали особо высокой плотности и прочности [3] (рис. 2).

Этот метод производства деталей произвольных форм позволяет создавать металлические модели высокой плотности из металлического порошка. Готовые изделия практически не отличаются от литых деталей по механическим свойствам. Контуры слоев модели вычерчиваются электронным пучком, плавящим порошок в местах соприкосновения. Плавка производится в вакуумных рабочих камерах, что позволяет работать с материалами, чувствительными к оксидации, например с чистым титаном [3].

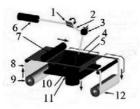


Рис. 3. Печать методом ламинирования: I — зеркало; 2 — лазерный луч;

3 – оптическая головка; 4 – рабочий стол; 5 – контур детали и надрезы лишнего материала; 6 – лазер;
 7 – подогреваемый ролик; 8 – листовой материал; 9 – рулон; 10 – уложенный слой; 11 – рабочая платформа; 12 – рулон с остатками материала

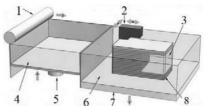


Рис. 4. Струйная трехмерная печать: I — вращающийся ролик; 2 — струйная печатная головка для нанесения связующего материала; 3 — остаточный материал служит опорой для следующих слоев; 4 — расходный материал; 5 — подвижная платформа; 6 — остаточной порошок; 7 — рабочая платформа; 8 — модель

Ламинирование — последовательное нанесение тонких листов материала с формированием за счет механической или лазерной резки и склеиванием для получения трехмерной модели. В качестве расходного материала может использоваться и металлическая фольга. Получаемые модели не являются полностью металлическими, так как их целостность основана на применении клея, связующего листы расходного материала. Плюсом же данной технологии являются относительная дешевизна производства и высокое визуальное сходство получаемых моделей с цельнометаллическими изделиями. Как правило, этот метод используется для макетирования [4] (рис. 3).

Струйная трехмерная печать — перспективная технология послойной 3D-печати металлических объектов. По принципу действия, устройство струйной печати металлом подобно чернильному струйному принтеру. В нем также используется печатающая головка, но вместо чернил распыляется расплавленный металл [5] (рис. 4).

Струйная трехмерная печать применяется для построения моделей из легкоплавких материалов.

На основе проведенного обзора устройств предложена обобщенная схема трехмерного принтера (рис. 5). Основными частями устройства являются блоки питания БП, питающегося от промышленной сети (220/380 В 50 Гц) и системы управления СУ, которая управляет блоком подачи материала БПМ, печатающей головкой ПГ, драйвером двигателей ДД и двигателя Д, перемещающих ПГ по оси X и Y.

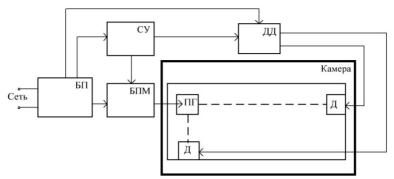


Рис. 5. Общая схема трехмерного принтера

ЛИТЕРАТУРА

- 1. 3D-Printing Technology [Электронный ресурс] // PATSEER: URL: http://www.patentinsightpro.com/techreports/0214/Tech%20Insight%20Report%20%203D%20Printing.pdf (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 2. Прямое лазерное спекание металлов (DMLS) [Электронный ресурс]. 3Dwiki: URL: http://3dtoday.ru/wiki/DMLS_print/ (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 3. Электронно-лучевая плавка (EBM) [Электронный ресурс] // 3D-Today: URL: http://3dtoday.ru/wiki/EBM print/ (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 4. *3D-печать* металлами [Электронный ресурс]. 3D-Today: URL: http://3dtoday.ru/wiki/3dprint_metal/#.D0.9F.D0.B5.D1.87.D0.B0.D1.82.D1.8C.D0 .BC.D0.B5.D1.82.D0.BE.D0.B4.D0.BE.D0.BC.D0.BB.D0.B0.D0.BC.D0.B8.D0.B0.D0.D0.D0.D0.D0.D0.D0.D0
- 5. Анонс жидкометаллического струйного принтера «Mark 1» от Vader Systems [Электронный ресурс] // 3Dwiki: URL: http://3dwiki.ru/anonszhidkometallicheskogo-strujnogo-printera-mark-1-ot-vader-systems/ (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 6. *3D-принтер* и металл настоящее и будущее трехмерной печати металлом [Электронный ресурс] // 3D Today: URL: http://3dtoday.ru/industry/a-3d-printer-and-metal-present-and-future-three-dimensional-printing-metal.html (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 7. 3D-принтеры вызвали ажиотаж в Германии. Пара слов о патентах [Электронный ресурс] // 3D-INDUSTRY URL: http://www.3dindustry.ru/article/321/ (дата обращения: 28 февраля 2015).
- 8. *Патентный* портрет 3D-принтера в интерьере [Электронный ресурс] // GeekTimes URL: http://geektimes.ru/post/232759/ (дата обращения: 28 февраля 2015).

ЛАБОРАТОРНАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ СУШКИ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРОВ

Д.В. Ли, студент каф. ПрЭ

Научные руководители: В.Д. Семенов, к.т.н., профессор, зам. зав. каф. ПрЭ по НР; Р.Г. Калинин, к.т.н., м.н.с. ЛИМЭС, начальник СКБ «Импульс», В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО г. Томск, ТУСУР, master_li95@mail.ru
Проект ГПО ПрЭ-1402 «Комплекс испытательный однофазный для прогрузки переменным током 400 Гц 4 кА»

Процесс изготовления трансформатора включает в себя намотку обмоток трансформатора. Для повышения изоляционных свойств между обмотками прокладываются дополнительные изоляционные ленты из картона, лакоткани, стеклоткани или других материалов с высоким электрическим сопротивлением. Такие материалы способны выдержать напряжение порядка 2 кВ. Для высоковольтных трансформаторов применяют заливку обмоток трансформаторным маслом или пропиточным лаком. После пропитки лаком трансформатор необходимо высушить.

Существует несколько типов сушки трансформаторов. На крупных электроремонтных заводах сушку обмоток производят в вакуумсушильных камерах с паровым обогревом [1]. Для трансформаторов I и II габаритов с высшим напряжением 6–10 кВ вакуум не обязателен: для них вполне удовлетворительные результаты дает сушка активных частей в конвекционных печах при 105–110 °С в течение 12–14 ч [2]. Процесс сушки обмоток трансформаторов состоит в удалении воды, находящейся в материале изоляции в свободном состоянии [1]. В результате чего диэлектрическая проницаемость изоляционного материала на порядок повышается. Такой трансформатор выдерживает большое напряжение пробоя.

В проекте ГПО ПрЭ-1402 «Комплекс испытательный однофазный для прогрузки переменным током 400 Гц 4 кА» с целью управления тиристорами применяются малогабаритные тороидальные трансформаторы собственного производства. Для сушки этих трансформаторов необходимо было модернизировать печь с учетом того, что при сушке таких трансформаторов после пропитки вакуум не обязателен. На рис. 1 представлена функциональная схема лабораторной печи для сушки маломощных трансформаторов.

При включении сушильной печи в сеть питания (220 В 50 Гц) включается устройство регулирования (УР), которое начинает считывать значения температуры с датчика температуры (ДТ), а затем срав-

нивает считанное значение температуры с заданным в параметрах настройки УР, сравнив температуры, УР управляет нагревательным элементом (НЭ) для нагрева термокамеры, если температура в печи ниже заданной, УР повышает температуру и поддерживает заданную температуру при ее достижении.

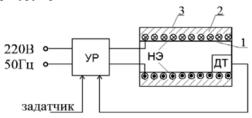


Рис. 1. Функциональная схема печи для сушки трансформаторов: I — термокамера; 2 — термоизоляционный слой; 3 — корпус

Для реализации печи за основу была выбрана неисправная лабораторная печь, изготовленная на заводе «Электродело», мощностью 500 Вт, питающейся от сети 220 В 50 Γ ц с максимальной температурой 200 °C (рис. 3). В данной печи необходимо было заменить старый нагревательный элемент, а также установить устройство регулирования и датчик температуры.

В качестве устройства регулирования рассматривались терморегуляторы моделей: DESHENG WY-II, METAFLEX-prodidy, TAM 124-14 Т-120, ТРМ-500. Из представленных моделей лучше всего подходил ТРМ-500, так как данный терморегулятор оснащен цифровым дисплеем, одним универсальным входом для измерения температуры при помощи термопары или термосопротивления, тремя выходами для управления 5 и 30 А или сигнализации, также управление температурой может происходить по «on\off» или «ПИД» закону [3].

В качестве датчика температуры была взята термопара из сплава хромель-копель ДТПL 021-0,7/0,2, поскольку она подходит к универсальному входу термодатчика [4]. На рис. 2 представлена схема соединений печи для сушки трансформаторов.

Для экспериментальной проверки изоляционных свойств были взяты 2 одинаковых трансформатора. Тип магнитопровода — тор. Обмотки намотаны медным лакированным проводом ПЭТВ-2 диаметрами 0,3 и 0,5 мм. Для межобмоточной изоляции использовалась лакоткань ЛШМ 0,12. Один трансформатор пропитывался лаком и запекался в печке в течение 3 ч при температуре 100 °C. Второй трансформатор не пропитывался и не запекался.

Проверка изоляции проводилась с применением установки для проверки электрической безопасности Gwinstek GPT-79803. В результате эксперимента было установлено, что не пропитанный трансформатор пробивается при напряжении 1,5 кВ. В то время как пропитан-

ный выдерживает напряжение до 6 кВ. На рис. 3 представлены фотографии модернизированной лабораторной печи для сушки обмоток трансформаторов малой мощности.

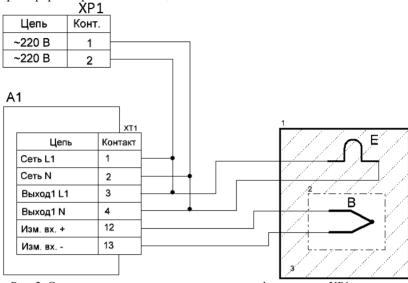


Рис. 2. Структурная схема печи для сушки трансформаторов: XP1 — сетевая вилка; A1 — терморегулятор TPM-500; B — термопара; E — нагревательный элемент; I — корпус печи; 2 — термокамера; 3 — термоизоляция

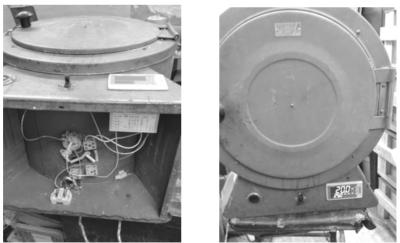


Рис. 3. Фотографии модернизированной лабораторной печи для сушки обмоток трансформаторов малой мощности

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Перельмутер Н.М.* Электромонтер-обмотчик и изолировщик по ремонту электрических машин и трансформаторов: учеб. пособие для СПТУ. М.: Высшая школа, 1984. 328 с.
- 2. Силовые трансформаторы. Сушка активной части [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://silovoytransformator.ru/stati/sushka-aktivnoychasti.htm, свободный (дата обращения: 1.03.15).
- 3. Терморегулятор ТРМ-500. Технические характеристики [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://www.owen.ru/catalog/termoregu-lyator_owen trm500/harakteristiki, свободный (дата обращения: 1.03.15).
- 4. Преобразователи термоэлектрические XA, XK, ТПП (ДТПК, ДТПL, ДТПS). Краткое описание [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://www.owen.ru/catalog/termoelektricheskie_preobrazovateli_tipa_dtplhk_i_dtpkh a_datchiki_temperaturi_termopari/opisanie, свободный (дата обращения: 1.03.15).

КОРРЕКТОР КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Д.С. Муликов, аспирант каф. ПрЭ

Научный руководитель Г.Я. Михальченко, профессор каф. ПрЭ г. Томск, ТУСУР, dmul@mail.ru

Повсеместное использование частотно-регулируемого электропривода как одного из средств реализации энергосбережения практически во всех технологических процессах, в том числе и на всем жизненном пути добычи, транспортировки и потребления самих энергоресурсов, позволило экономить до 30% электрической энергии. В то же время предлагаемые производителями преобразователи частоты с бестрансформаторным входом, образованным неуправляемым выпрямителем с емкостным фильтром, для питающих сетей представляют собой сугубо нелинейную нагрузку с импульсным потребляемым током.

При этом производители преобразователей частоты позиционируют в технической документации коэффициент мощности не менее 0,95, хотя эта величина относится только к первой гармонике потребляемого тока, поскольку коэффициент гармоник потребляемых реальными преобразователями токов превышает 100%. Таким образом, в действительности коэффициент мощности равен произведению коэффициента искажений тока на $\cos \phi_n$:

$$K_{\rm M} = K_{\rm H} \cdot \cos \varphi_{\rm H} \tag{1}$$

или

$$K_{\rm M} = \cos\varphi_{\rm H} / \sqrt{1 + K_{\Gamma}^2} \ . \tag{2}$$

Разрешение этой проблематичной ситуации известно и связано с компенсацией мощности искажений быстродействующими статиче-

скими компенсаторами реактивной мощности и мощности искажений, причем компенсация как реактивной мощности, так и мощности искажений более эффективна в месте ее генерации [1]. Также решить эту проблему можно путём использования корректоров коэффициента мощности (активных выпрямителей) [2, 3].

Второй способ является более предпочтительным, т.к. сетевые компании не считают необходимым устанавливать такого рода дополнительное оборудование, поскольку поставляют заказчику энергию в виде напряжения с заданным ГОСТ Р 54149–2010 качеством.

Для проектирования корректора коэффициента мощности необходимо изучить его работу на имитационной модели. Для этого в программе MATLAB была создана модель трёхфазного двухуровневого корректора коэффициента мощности (рис. 1). В основе такого преобразователя лежит схема трёхфазного мостового инвертора.

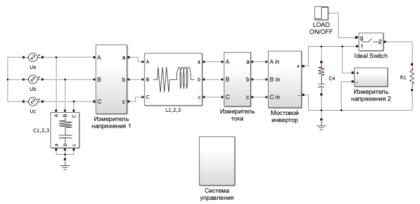


Рис. 1. Имитационная модель корректора коэффициента мощности в программе MATLAB

Внутреннее содержание блока «Система управления» представлено на рис. 2. По сути это система управления с подчинённым регулированием, в которой внешним является контур стабилизации выходного постоянного напряжения, а внутренним — контур стабилизации входного тока. «U700_adc» содержит в себе значение напряжения конденсатора C4, «U_phase_adc» — значения трёхфазных напряжений, «I phase adc» — значения токов дросселей L1, L2, L3.

Сигнал ошибки по напряжению проходит через ПИ-регулятор напряжения. Его выход умножается на фазные напряжения, тем самым формируя задания на токи дросселей L1, L2, L3. Далее формируются ошибки по фазным токам, и они проходят через П-регулятор. Далее

эти сигналы поступают в блок «ШИМ», на выходе которого формируются импульсы управления транзисторами корректора.

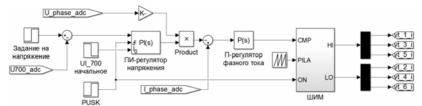


Рис. 2. Модель системы управления корректором коэффициента мощности

Из начальных условий задано только напряжение на конденсаторе C4, равное 700 В. Это сделано для того, чтобы минимизировать пусковые токи. Общее время моделирования составило 120 мс. В момент времени 20 мс подключается нагрузка R1 = 325 Ом. В момент времени 70 мс нагрузка отключается.

Были получены следующие диаграммы входных напряжений и токов (рис. 3) и выходного напряжения (рис. 4).

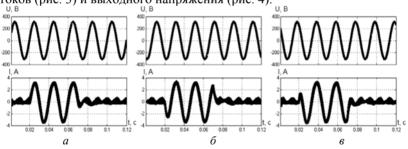


Рис. 3. Диаграммы входных токов и напряжений:

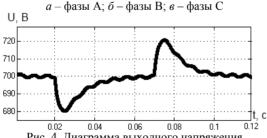


Рис. 4. Диаграмма выходного напряжения

При подключении нагрузки провал выходного напряжения составил 20 В. При отключении нагрузки перерегулирование выходного напряжения составило тоже 20 В. Из рис. 3 видно, что потребляемый

из сети ток находится в фазе с сетевым напряжением. Также рассматриваются особенности «плавного» пуска многофазного корректора коэффициента мощности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Иванов А.Ю., Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г., Русанов В.В., Федотов А.В. Энергосберегающие технологии компенсации реактивной мощности и мощности искажений // Изв. Том. политехн. ун-та. 2010. Т. 314, № 4. С. 104–110.
- 2. Михальченко Г.Я. Формирование потребляемого из сети тока в модуляционных преобразователях с бестрансформаторным входом: матер. семинара «Высокоэффективные источники и системы вторичного электропитания РЭА», М., 1986. С. 34–42.
- 3. *Михальченко Г.Я.* Двойная модуляция потока энергии при воспроизведении низкочастотных сигналов в многофазных преобразователях // Техн. электродинамика. Киев: 1988, №5.

ПЛАВНЫЙ ПУСК ТРЁХФАЗНОГО КОРРЕКТОРА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Д.С. Муликов, аспирант каф. ПрЭ

Научный руководитель Г.Я. Михальченко, профессор каф. ПрЭ г. Томск, ТУСУР, dmul@mail.ru

При использовании трёхфазных корректоров коэффициента мощности улучшается форма потребляемого из сети тока и появляется возможность регулирования коэффициента мощности. Основан такой корректор на схеме обращенного трёхфазного мостового инвертора — преобразователя повышающего типа.

Много литературы посвящено работе такого преобразователя в режиме потребления энергии из сети, так и в режиме рекуперации, синхронизации его с питающей сетью и др.

Но существует нетривиальная проблема плавного пуска преобразователей такого типа, информационных материалов по решению которой недостаточно [1].

В частности, в работе [1] плавный пуск разделён на три этапа:

- подключение корректора к сети через зарядные резисторы;
- шунтирование зарядных резисторов;
- запуск контура стабилизации напряжения (включение транзисторов).

С первыми двумя этапами всё ясно, это традиционный путь ограничения тока заряда конденсатора через диоды неуправляемого выпрямителя, образованного обратными диодами транзисторов. Наи-

больший интерес представляет третий этап, когда выходная ёмкость корректора заряжена до выпрямленного напряжения сети и происходит включение транзисторов.

В [1] предложен метод плавного пуска корректора коэффициента мощности. Ограничение зарядного тока происходит за счёт плавного разворота синусоидального сигнала, синхронизированного с сетью, который является заданием для ШИМ.

Недостаток этого метода пуска заключается в том, что нет возможности жестко задать величину зарядного тока, потому что не введена обратная связь по зарядному току. Кроме того, пусковой ток существенно зависит от параметров преобразователя — индуктивности входных дросселей и ёмкости выходного конденсатора.

С целью качественного улучшения процесса плавного пуска в настоящей работе предлагается новый подход. Существо этого метода заключается в том, что после подключения к питающей сети и шунтирования зарядных резисторов «дозаряд» выходного конденсатора до напряжения, на уровне которого будет производится стабилизация, реализуется сначала коммутацией транзисторов катодной группы преобразователя. По достижении необходимого уровня напряжения «дозаряд» прекращается и включается в работу основной контур управления корректором (подключаются к работе транзисторы анодной группы).

Для отработки такого подхода разработана имитационная модель трёхфазного корректора коэффициента мощности в программе MATLAB (см. рис. 1 в предыдущей статье).

Внутреннее содержание блока «Система управления» представлено на рис. 1. Его можно поделить на четыре функциональных модуля: а) модуль выбора режима работы преобразователя; б) модуль контроля зарядного тока; в) основной модуль управления корректором; г) модуль формирования управляющих ШИМ-сигналов для транзисторов.

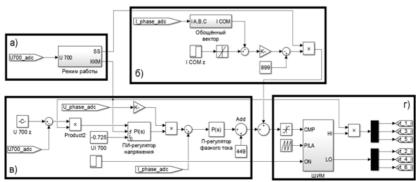


Рис. 1. Модель системы управления корректором коэффициента мощности

Режим «дозаряда» конденсатора реализуется следующим образом. Вычисляется модуль обобщённого вектора тока в блоке «Обобщённый вектор». Далее вычисляется сигнал ошибки по этому току, корректируется П-регулятором, и этот сигнал поступает на вход формирователя ШИМ-сигналов. Так решается задача стабилизации зарядного тока.

Затем, когда выходное напряжение достигает заданного уровня, включается основной контур управления. Сигнал ошибки по напряжению корректируется ПИ-регулятором. Для основного контура необходимо вычислить начальное значение выхода интегрального регулятора постоянного напряжения «UI 700». Это нужно для того, чтобы глубина модуляции управляющих сигналов соответствовала уровню напряжения на выходном конденсаторе.

Результаты моделирования представлены на рис. 2–4. В целях уменьшения времени моделирования «дозаряд» производился с напряжения 680 до 700 В.

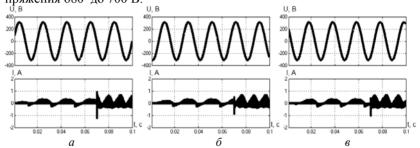
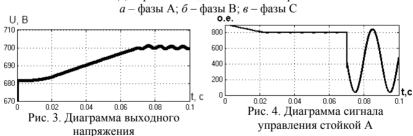


Рис. 2. Диаграммы входных токов и напряжений:



В момент времени t=0,002 с начинается «дозаряд» конденсатора. В момент времени t=0,07 с «дозаряд» заканчивается и включается основной контур управления преобразователем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Misha Kumar, Laszlo Huber, Milan M. Jovanovic. Start-up Procedure for Three-Phase Six-Switch Boost PFC Rectifier // Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2014 Twenty-Ninth Annual IEEE. P. 1852–1859.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ДЕМПФИРУЮЩИХ ЦЕПЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ТРАНЗИСТОРА

В.О. Оскирко, аспирант

Научный руководитель В.Д. Семенов, профессор, к.т.н., каф. ПрЭ., ТУСУР г. Томск, Институт сильноточной электроники СО РАН, oskirkovo@gmail.com

Демпфирующие цепи (ДЦ) являются неотъемлемыми элементами современных импульсных преобразователей, поскольку они решают ряд важных задач. Во-первых, ДЦ предотвращают нежелательные всплески тока и напряжения на ключевых элементах, способные вывести их из строя. Во-вторых, ДЦ позволяют уменьшить динамические потери мощности на ключах. Кроме того, ДЦ используются для снижения уровня электромагнитных помех, генерируемых во время коммутации. Принцип действия ДЦ основан на формировании безопасной траектории движения рабочей точки транзистора при его включении и выключении.

В случае непрерывного тока, протекающего в обратном диоде, включение транзистора сопровождается всплеском тока. Бросок тока обусловлен восстановлением запирающих свойств обратного диода, шунтирующего ток нагрузки [1,2]. Как правило, в ДЦ используется последовательный дроссель, ограничивающий скорость роста тока при включении транзистора. В результате уменьшается амплитуда выброса тока в первоначальный момент.

Благодаря своей простоте, широкое применение находят диссипативные демпфирующие цепи (ДДЦ). В ДДЦ накопленная в защитном дросселе энергия преобразуется в тепло на активном сопротивлении дополнительных элементов: диоде, резисторе или стабилитроне [3].

При правильном выборе величины защитного дросселя и других элементов ДДЦ рабочая точка транзистора остается в области безопасной работы (ОБР). Это позволяет снизить нагрузку на транзистор и повысить надежность импульсного преобразователя. Однако расчеты, проведенные в работе [4], наглядно показывают, что использование ДДЦ не приводит к улучшению общей энергоэффективности импульсного преобразователя, поскольку потери в элементах, рассеивающих энергию защитного дросселя, могут превосходить потери при переключении транзистора без ДЦ. В целях уменьшения величины запасаемой энергии может использоваться дроссель с насыщающимся сердечником. К примеру, в работе [5], с помощью дросселя насыщения, расположенного в цепи обратного диода, удалось снизить потери при включении транзистора более чем в два раза. Но использование

дросселя с насыщающимся сердечником влечет за собой увеличение его габаритов и потерь на перемагничивание [6].

Чтобы избежать снижения КПД преобразователя, формирование безопасной траектории включения транзистора осуществляется с помощью рекуперативных демпфирующих цепей (РДЦ). В РДЦ энергия защитного дросселя возвращается обратно в источник питания (рекуперируется) или передается в нагрузку. На рис. 1, a изображена РДЦ, в которой энергия, запасаемая в защитном дросселе, рекуперируется в нагрузку [1]. Дроссель $L_{\rm H}$ в схеме определяет индуктивный характер нагрузки, при котором происходит «жесткая» коммутация транзистора.

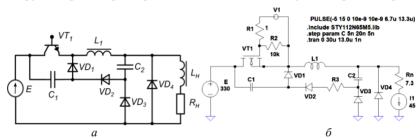


Рис. 1. Рекуперативная демпфирующая цепь №1 (РДЦ №1) – a; компьютерная модель РДЦ №1 – δ

В РДЦ №1, изображенной на рис. 1, a, формирование траектории рабочей точки транзистора осуществляется с помощью дросселя L_1 , ограничивающего скорость роста тока при включении VT_1 , и емкости C_1 , ограничивающей скорость роста напряжения на VT_1 при его выключении.

Энергия, накопленная в C_1 при выключении VT_1 , переходит в емкость C_2 при очередном включении транзистора. Ток перезарядки протекает по цепи C_1 - VT_1 - L_1 - C_2 - VD_2 . Амплитуда тока перезарядки ограничивается дросселем L_1 .

Далее вся энергия накопленная в C_2 передается в нагрузку при очередном выключении VT_1 . Разряд емкости C_2 в нагрузку осуществляется по цепи C_2 - $L_{\rm H}$ - $R_{\rm H}$ - VD_3 .

Энергия, запасаемая в L_1 , переходит в нагрузку, когда VT_1 находится в выключенном состоянии. При этом ток, разогнанный в L_1 , замыкается в цепи L_1 - $L_{\rm H}$ - $R_{\rm H}$ - VD_3 - VD_2 - VD_1 .

Для того чтобы исследовать РДЦ №1 и определить наиболее оптимальные параметры демпферных элементов, была разработана компьютерная модель в программном пакете Swicher CAD/LTspice [7, 8]. Разработанная модель РДЦ №1 представлена на рис. 1, δ . В модели используется источник постоянного напряжения E (330 B); дроссель $L_{\rm H}$

с непрерывным током, замененный источником постоянного тока I_1 (45 A); генератор V_1 , формирующий импульсы управления силовым полем транзистора VT_1 с фиксированной частотой 75 к Γ ц и относительной длительностью управляющего импульса 0,5.

Интересующий нас режим работы находится в спорном диапазоне, с позиции эффективности применения MOSFET или IGBT-транзистора, но согласно [9], предпочтение все же отдано MOSFET-транзистору. Математические SPICE-модели полевого транзистора STY112N65M5 и ультрабыстрого диода STTH8006 были взяты с сайта компании производителя STMicroelectronics [10].

При выборе оптимальной величины демпферной емкости C_1 учитывались величина запасаемой энергии и динамические потери при выключении VT_1 .

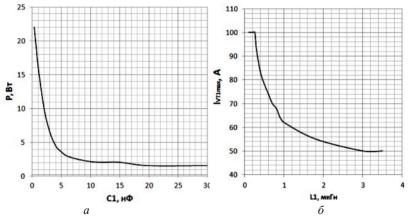


Рис. 2. Зависимость потерь при выключении VT_1 от величины демпферной емкости C_1-a ; зависимость максимального тока в VT_1 от индуктивности L_1 при рабочем токе 45 A – δ

На рис. 2, a показано, что при увеличении C_1 до 5 нФ динамические потери при выключении VT_1 уменьшаются примерно в 10 раз. Далее динамические потери уменьшаются слабо, хотя увеличение емкости влечет за собой пропорциональное увеличение запасаемой в ней энергии.

Выбор величины демпферного дросселя L_1 осуществлялся, исходя из амплитуды выброса тока при включении VT_1 , обусловленного восстановлением запирающих свойств обратного диода VD_4 . На рис. 2, σ приведена зависимость максимального тока в транзисторе от L_1 , при величине рабочего тока 45 А. Для ограничения выброса тока на приемлемом уровне (не более 25% от величины рабочего тока, что соот-

ветствует амплитуде тока транзистора примерно 60 А) необходимо использовать дроссель с индуктивностью не менее 2 мкГн.

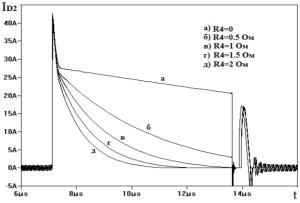


Рис. 3. Импульс тока в диоде VD_2

Как уже было отмечено ранее, рекуперация энергии из демпферных элементов (C_1 и L_1) в нагрузку осуществляется через диод VD_2 . На рис. 3 приведена эпюра импульса тока, протекающего через диод VD_2 , когда VT_1 находится в выключенном состоянии. На данном интервале через VD_2 протекает ток дросселя L_1 . Как показано на эпюре рис. 3, a, в начале импульса имеется быстрый спад, длительность которого составляет примерно 300 нс. Этот интервал времени соответствует полному разряду емкости C_2 в нагрузку. После того как напряжение на C_2 станет равным нулю, скорость уменьшения тока в VD_2 и L_1 спадает. Если ток в защитном дросселе L_1 не успевает прекратиться, то существенно снижается эффективность работы ДЦ. Чтобы увеличить скорость уменьшения тока на заданном интервале, в схему был добавлен дополнительный резистор R_3 . На рис. 3 показано, как меняется форма импульса тока в VD_2 при изменении R_3 .

На рис. 4 приведен график зависимости потерь мощности в транзисторе от R_3 . При увеличении R_3 от нуля до 1 Ом потери при включении VT_1 снижаются в 10 раз, а общие потери в транзисторе снижаются в 2 раза. Однако увеличение R_3 влечет за собой рост величины общих потерь мощности в схеме, как показано на рис. 5. Увеличение суммарных потерь в схеме практически прекращается при достижении ими уровня 130 Вт.

Зависимость общих потерь мощности в схеме и мощности рассеиваемой на R_3 , от величины C_2 , приведенная на рис. 6, показывает что при увеличении C_2 от 5 до 20 нФ мощность, рассеиваемая на R_3 , сни-

жается на 35 %, а общие потери мощности в схеме – на 25 %. Это связано с увеличением доли передаваемой в нагрузку энергии.

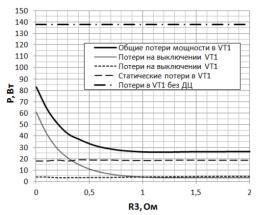


Рис. 4. Зависимость потерь в VT_1 от R_3

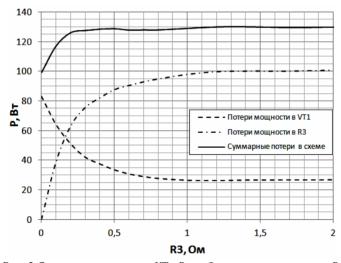


Рис. 5. Зависимость потерь в VT_1 , R_3 и общих потерь в схеме от R_3

Значительная часть энергии, запасаемой в дросселе L_1 , переходит в нагрузку в течение короткого промежутка времени после выключения VT_1 . Длительность данного интервала определяется временем разряда емкости C_2 в нагрузку. Поскольку время разряда емкости зависит от её величины, то увеличение C_2 приводит к тому, что ток в L_1 успевает упасть до меньшего значения.

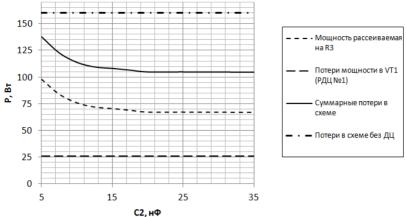


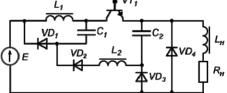
Рис. 6. Зависимость потерь мощности в РДЦ №1 от C_2

Таким образом, РДЦ №1 обеспечивает формирование безопасной траектории движения рабочей точки как при включении, так и при выключении транзистора и позволяет в четыре раза снизить общие потери мощности в транзисторе. Суммарные потери мощности в схеме, относительно работы VT_1 без ДЦ, снижены на 35%, как показано на рис. 6. Для примера, на рис. 6 показан уровень потерь мощности в схеме без ДЦ.

Рассмотрим еще одну РДЦ, изображенную на рис. 7. Формирование траектории движения рабочей точки при включении VT_1 , также как и в РДЦ №1, осуществляется с помощью последовательного дрос-

селя L_1 . Однако в данной схеме используется другой способ рекуперации.

Рис. 7. Рекуперативная демпфирующая цепь №2 (РДЦ №2)



При выключения VT_1 вся энергия, накопленная в L_1 , переходит в C_1 . При этом конденсатор C_1 должен обладать достаточной емкостью, чтобы предотвратить перенапряжение на VT_1 . Необходимую величину C_1 можно определить из соотношения

$$C_1 > \frac{L1I_{VT1\,\text{max}}^2}{U_{C1\,\text{max}}^2},$$

где $U_{C1\ max}$ — максимальное допустимое напряжение на емкости C_1 ; $I_{VT1\ max}$ — максимальный ток в VT_1 . Максимальное рабочее напряжение используемого транзистора составляет 600 В, максимальный ток равен 45 А, а индуктивность дросселя L_1 достигает 2 мкГн. Исходя из заданных параметров, величина C_1 должна быть не менее 150 нФ. В этом случае напряжение на VT_1 не превысит 170 В, а максимальное напряжение на VT_1 не превысит 500 В.

При следующем включении VT_1 происходит перезарядка емкостей C_1 и C_2 через цепь C_1 - VT_1 - C_2 - L_1 - VD_2 . Напряжение на емкости C_1 меняется по закону

$$V_{C1}(t) = \frac{I_{L2 \max}}{\omega_1 C_1'} \cos(\omega_1 t),$$

где $\omega_1 = 1/\sqrt{L_1C_1'}$ — собственная резонансная частота контура, образованного элементами демпфера L_1 , C_1 и C_2 ; $C_1' = C_1C_2/(C_1 + C_2)$ — результирующая емкость последовательного колебательного контура; I_{L2} мах — максимальный ток перезарядки.

Емкости C_1 и C_2 имеют одинаковую величину, следовательно, напряжение на C_2 в конце перезарядки равно напряжению на C_1 до включения VT_1 , а $C_1'=C_1/2$.

Диод VD_2 не позволяет току в контуре совершить полный период колебания, поэтому импульс перезаряда имеет форму полусинусоиды. Для полного завершения перезарядки, длительность импульса не должна превышать времени включенного состояния VT_1 . В противном случае C_1 разрядится не полностью, а эффективность ДЦ снизится. Исходя из данного условия, индуктивность L_2 выбирается из соотношения

$$L_2 < \frac{2t_{ON\,\text{min}}^2}{\pi^2 C_1}$$
,

где t_{ONmin} — минимальное время включенного состояния транзистора VT_1 в процессе формирования импульсов. В данном случае t_{ONmin} = 5 мкс.

Разряд емкости C_2 происходит при последующем выключении VT_1 . При этом вся накопленная в емкости энергия передается в нагрузку. Данный способ рекуперации энергии описан в работе [11], где рассматривается РДЦ, формирующая траекторию движения рабочей точки при выключении транзистора.

На рис. 8 представлена компьютерная модель РДЦ №2. В процессе моделирования изменялась величина L_1 . Были обнаружены паразитные колебания напряжения на индуктивности L_1 , которые удалось

предотвратить с помощью дополнительной RC-цепи, подключенной параллельно с L_1 , как показано на рис. 8.

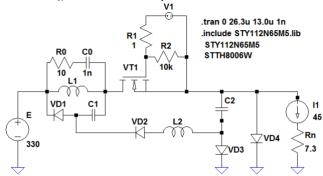


Рис. 8. Модель рекуперативной демпфирующей цепи №2

На рис. 9 приведена зависимость потерь мощности в схеме от индуктивности дросселя L_1 .

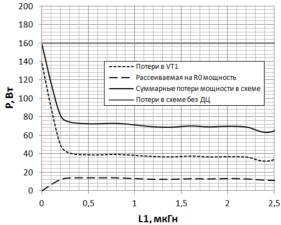


Рис. 9. Зависимость потерь в VT_1 , R_0 и общих потерь в схеме от L_1

Существенное уменьшение потерь в транзисторе происходит при увеличении L_1 от 0 до 0,2 мкГн, но при этом увеличивается рассеиваемая на R_0 мощность. Уменьшение общих потерь в VT_1 происходит за счет снижения потерь на выключение транзистора, как показано на рис. 10.

При исследовании РДЦ №2 было обнаружено, что потери на выключение транзистора в данной РДЦ также снижаются. Это позволяет утверждать, что данная цепь может использоваться в качестве ДЦ, за-

дающей траекторию движения рабочей точки транзистора, как при включении, так и выключении. На рис. 10 показано, как при увеличении L_1 уменьшаются динамические потери на выключение VT_1 . Данный эффект связан с уменьшением напряжения на транзисторе VT_1 .

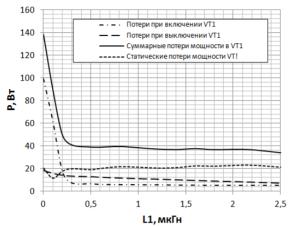


Рис. 10. Зависимость потерь в транзисторе VT_1 от L_1 .

Напряжение становится меньше за счет того, что в момент выключения остается частично заряженной емкость C_1 . По мере увеличения L_1 растет количество запасаемой в ней энергии, что в свою очередь приводит к увеличению напряжения. При $L_1=2$ мк Γ н потери на выключениях VT_1 снижаются на несколько ватт, что позволяет частично компенсировать потери мощности в резисторе R_0 . Кроме того, заданная величина индуктивности позволяет ограничивать первоначальный выброс тока на уровне менее 60 A.

Несмотря на то, что часть запасаемой в защитном дросселе энергии рассеивается на дополнительном сопротивлении R_0 , предотвращающем нежелательные колебания, РДЦ №2 позволяет в четыре раза снизить общие потери в транзисторе. Суммарные потери мощности в схеме с помощью РДЦ №2 удалось снизить в два раза (см. рис. 10).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд. дом «Додэка-XXI век», 2005. 384 с.
- 2. Clemente S., Pelly B.R., Isidori L. Понимание работы МОП полевого транзистора (МОП ПТ ГС) в режиме переключения // Силовые полупроводниковые приборы. Воронеж, 1995. С. 195–215.

- 3. *Москатов Е.А.* Силовая электроника. Теория и конструирование. К.: МК-Пресс, 2013. С. 93–97.
- 4. *Мелешин В.И.* Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. 632 с.
- 5. *Тогатов В.В., Гнатюк П.А.* Способ уменьшения коммутационных потерь при включении транзистора на открытый диод // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. Т. 5, № 2 (18).
- 6. *Боровиков В.М., Красников Ю.И.* Поиск «идеальных» решений в силовой электронике: от постановки задачи до реализации проекта // Современная электроника. 2006. №8. С. 36–41.
- 7. *Сохор Ю.Н.* Моделирование устройств в LTSpice: учеб.-метод. пособие / Псковск. гос. политех. ин-т / Ю.Н. Сохор. Псков: Изд-во ППИ, 2008. 165 с.
- 8. *Володин В.Я.* LTspice: компьютерное моделирование электронных схем. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
- 9. *Полищук А*. Проблемы выбора ключевых транзисторов для преобразователей с жестким переключением // Силовая электроника. 2004. №2. С. 22–25.
- 10. Компания STMicroelectronics [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.st.com/
- 11. *Боровиков В.М., Красников Ю.И.* Поиск «идеальных» решений в силовой электронике: от постановки задачи до реализации проекта // Современная электроника. 2006. №8. С. 36–41.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОНИЖАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПИТАНИЯ

Г.Т. Петерс, А.А. Кокин, студенты каф. ПрЭ

Научный руководитель С.Г. Михальченко, зав. каф. ПрЭ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР

Проект ГПО РТС-1501 «Автономный солнечный инвертор»

В связи с исчерпаемостью энергоресурсов человечество вынуждено обращаться к неисчерпаемым источникам энергии, к ним относятся: солнечная энергия; энергия приливов и отливов; энергия ветра; энергия магмы и т.д.

В связи с этим переходом исследования солнечных инверторов и преобразователей солнечной энергии, равно также как и преобразователей прочих энергий, становятся жизненно важными для человечества и его существования. К сожалению, все неисчерпаемые, или так называемые «альтернативные» источники энергии, зависят от природных условий и, следовательно, являются непостоянными, например, ток, полученный на солнечной батарее, напрямую зависит от положения солнца или от наличия облаков на небе. Из-за этого главной задачей для ученых, конструкторов и инженеров является разработка ста-

билизатора, предотвращающего скачки тока и напряжения на плате, вне зависимости от внешних условий.

Основной проблемой работы понижающего преобразователя напряжения является стабилизация и борьба со скачками напряжения. Для борьбы с этими проблемами изобретатели всего мира создали целый ряд решений, один из них мы и применили в нашем исследовании, а именно: понижение напряжения через силовой транзистор, управляемый ШИМ.

Целью и задачей исследования будет разработка понижающего преобразователя напряжения.

Синтез силовой части. Так как нам нужен преобразователь с обратной связью, то мы выбрали схему понижения напряжения через ШИМ с выпрямлением.

Мы смоделировали схему преобразователя в среде LTspice. Система управления – неуправляемый ШИМ с задаваемыми скважностью и периодом. LC-цепочку подобрали эмпирическим путем.

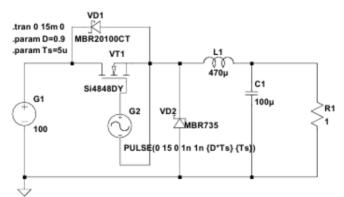
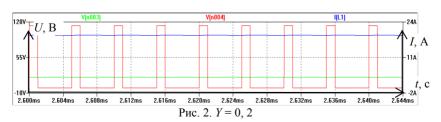
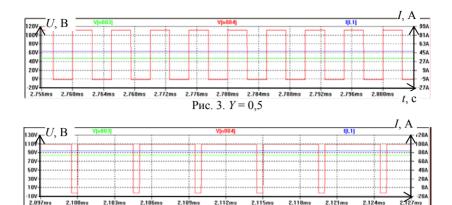


Рис. 1. Схема электрическая, собранная в среде моделирования LTspice

Ниже приведены графики зависимости тока на катушке $I(L_1)$ и напряжения на нагрузке V(n003) от ШИМ V(n004).

Изменяем скважность (Y) от 0 до 1.





Спроектированный стабилизатор напряжения способен работать. Следующим шагом будет разработка системы управления для следующей цепи. Система управления должна будет работать в диапазоне скважности от 0.1 до 0.9.

Рис. 4. Y = 0.9

Вывод. Разработан понижающий стабилизатор напряжения, работающий на входном напряжении до 150 В.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Легостаев Н.С.* Методы анализа и расчета электронных схем: учеб. пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. Томск: Эль Контент, 2012. 160 с.
- 2. Калинин Р.Г., Семенов В.Д., Калинина О.В., Бородин Д.Б. Методическое пособие по курсу «Полупроводниковые ключи в силовых схемах». Томск, 2013.

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ БИФУРКАЦИОННЫХ ДИАГРАММ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

В.А. Русскин, студент НИТПУ

Научный руководитель С.Г.Михальченко, профессор каф. ПРЭ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, msg@ie.tusur.ru

Автором были проведены исследования на основе повышающего преобразователя напряжения (ППН), входящего в состав структуры автономного инвертора для солнечных батарей. Функциональная схема данной системы изображена на рис. 1.

Задачей ППН является стабилизация и повышение напряжения солнечной батареи на входе автономного инвертора напряжения. Динамическая модель непрерывной части схемы замещения ППН для

t. c

каждого из различных состояний коммутационных элементов (диодов и транзисторов) описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений (задачей Коши), как в [2, 5]:

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{X}}{dt} = \mathbf{A}(K_F(\xi) \cdot \mathbf{X} + \mathbf{B}(i_L), & \mathbf{X} = \begin{pmatrix} i_L \\ u_C \end{pmatrix}. \\ \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0. \end{cases}$$
 (1)

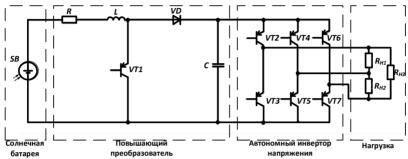


Рис. 1. Функциональная схема автономного инвертора солнечных батарей

Здесь: \mathbf{X} – вектор переменных состояния (ток i_L в индуктивности и напряжение u_C на конденсаторе фильтра); \mathbf{A} – матрица системы, которая имеет три состояния в зависимости от значения коммутационной функции широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и наличия режима прерывистого тока); \mathbf{B} – вектор вынуждающих воздействий, в режиме непрерывного тока дросселя $\mathbf{B}_1 = \mathbf{B}_2$.

При синтезе системы управления ППН с ШИМ возникла задача оптимального с точки зрения быстродействия системы коэффициента пропорционального звена ПИ-регулятора α для различных уровней входного напряжения E. В процессе анализа обнаружены явления бифуркации, анализ которых приведен ниже. Ссылаясь на работы российских и зарубежных исследователей [1, 4–6], можно утверждать, что аномальные бифуркационные явления встречаются в динамике преобразователей.

Этот факт требует исследования динамики создаваемого устройства, выявления областей возможных аномальных режимов и доказательства того факта, что они с рабочей областью ППН не пересекаются.

На рис. 2, 3 приведены бифуркационные диаграммы (БД), построенные при вариации коэффициента пропорционального звена ПИ регулятора α (отражаемые на графике по оси абсцисс). По оси ординат откладывались установившиеся значения выходного напряжения U_C , измеренные в моменты начала каждого тактового интервала ШИМ. Переходный процесс в каждом цикле расчетов отбрасывался. По-

скольку период ШИМ постоянный, замеры осуществлялись в топологически одинаковые моменты времени и равномерно по всей временной оси (за исключением переходного процесса).

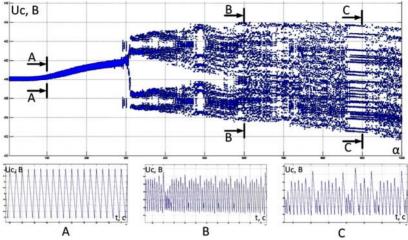


Рис. 2. Бифуркационная диаграмма режимов ППН для $E=150~{\rm B}$

Некоторая «размытость» графиков на рис. 2, 3 объясняется тем, что для каждого значения коэффициента пропорционального звена ПИ-регулятора α производился расчет 70 замеров выходного напряжения U_C и вывод их на график. Таким образом, если процесс установления завершился, то значения U_C во всех измеряемых (узловых) точках должны совпадать — как это видно на бифуркационных диаграммах при малых значениях коэффициента усиления α .

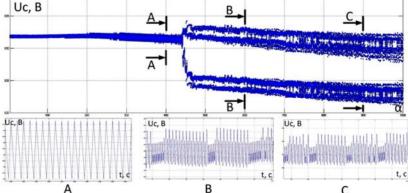


Рис. 3. Бифуркационная диаграмма режимов ППН для E = 250 B

Однако при приближении к значению $\alpha \approx 450$ для E=250 В (рис. 2), $\alpha \approx 380$ для E=200 В и $\alpha \approx 300$ для E=150 В (рис. 3), наблюдается расхождение значений U_C в узловые моменты времени — значения выходного напряжения в четных измеряемых точках увеличиваются, а в нечетных — уменьшаются с ростом α .

Такой сценарий изменения топологии выходного сигнала характерен для классических *бифуркационных* процессов, описанных еще Фейгенбаумом, в литературе [2, 4, 5] такое явление названо термином «мягкая бифуркация». В соответствии с этим сценарием, при дальнейшем увеличении варьируемого параметра (в нашем случае – коэффициента усиления α), происходит каскад бифуркационных удвоений: одноцикловый (нормальный) режим работы сменяется двухцикловым, затем четырехцикловым, восьмицикловым и т.д. с последующим запределиванием и переходом к узкополосной [2, 4] хаотической динамике.

Мгновенные значения выходного напряжения при различных значениях α обозначены сечениями A, B и C в нижней части рис. 2, 3. Можно видеть, что качество выходных сигналов различное. Автором рассчитаны значения пульсаций выходного напряжения для различных точек бифуркационной диаграммы, они приведены в таблице. Можно видеть, что качество выходного напряжения увеличивается с ростом входного напряжения и при малых коэффициентах усиления.

Пульсации выходного напряжения

11 yilbendiii bbixoqiiot o nunpamenia			
$\alpha \setminus E$, B	150	200	250
100	0,859%	0,806%	0,759%
600	1,803%	1,8%	1,807%
1000	2,44%	1,958%	1,888%

Как можно видеть из диаграмм, динамике ППН свойственно не только наличие областей бифуркационных режимов различной формы и периодичности, но, что еще важнее, взаимное пересечение таких областей. Это явление, называемое *мультистабильностью* [5], особенно важно для исследования, так как в местах пересечения областей с разными *т*-циклами существуют устойчивые топологически различные решения исходной задачи (1). А это практически означает, что невозможно заранее предсказать какой вид будут иметь выходные сигналы преобразователя напряжения для данной области параметров.

Таким образом, синтез системы управления для повышающего преобразователя напряжения с широтно-импульсной модуляцией проводится с таким расчетом, чтобы динамика рабочей точки ППН не пе-

ресекалась с зонами бифуркационных явлений. – установка работала только в штатном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Zhusubaliyev Zh.T, Soukhoterin E.A. and Mosekilde E. Border-collision bifurcations and chaotic oscillations in a piecewise-smooth dynamical system // International Journal of Bifurcation and Chaos. 2001. Vol. 11, № 12.
- 2. Андриянов А.И., Малаханов А.А. Математическое моделирование динамики импульсного преобразователя напряжения повышающего типа // Вестник Брянского гос. техн. ун-та. 2006. №1.
- 3. Диксон Р.К., Дементьев Ю.Н., Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г., Семёнов С.М. Двухфазный повышающий преобразователь с мягкой коммутацией транзисторов и особенности его динамических свойств // Изв. ТПУ. 2014. №4. Т. 324.
- 4. *Tse C.K.* Complex Behavior of Switching Power Converters, Boa Raton. USA: CRC Press, 2003.
- 5. *Михальченко С.Г.* Функционирование импульсно-модуляционных преобразователей в зонах мультистабильности // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2012. № 1(1).
- 6. Dixon R.C., Mikhalchenko G.Y., Mikhalchenk, S.G., Nechaev M.A., Semenov S.M. A Novel Two-Phase Boost Converter Model with Inductive Energy Storage Technology. Munich, GRIN Publishing GmbH, 2014. P. 6.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ

В.А. Русскин, студент НИ ТПУ

Научный руководитель С.Г. Михальченко, профессор каф. ПРЭ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, msg@ie.tusur.ru

Вектор развития элементной базы силовой электроники направлен в сторону миниатюризации основных элементов и повышения коммутируемой мощности и быстродействия полупроводниковых устройств. Эта тенденция наиболее заметна в низковольтных системах электропитания, где относительно невысокие пиковые значения энергии переключения в статических преобразователях существенно не сказываются на сроках службы полупроводниковых элементов, электромагнитной совместимости преобразователя и нагрузки [1].

С ростом коммутируемых напряжений и повышением рабочих частот транзисторов и диодов, используемых в силовых цепях вторичных систем электропитания, были выявлены следующие неприятные особенности:

- резкий рост импульсных составляющих процесса переключения, имитируемый в питающую сеть и нагрузку, спонтанный выход из строя полупроводниковых преобразователей (ПП);
- внезапные отказы ПП, связанные с динамической неустойчивостью их режимов функционирования, особенно в зонах мультиста-бильности, характерных для динамики такого рода импульсномодуляционных устройств [5, 6].

Авторами были проведены исследования на основе повышающего преобразователя, входящего в состав структуры автономного инвертора для солнечных батарей. Функциональная схема данной системы приведена в предыдущей статье (рис. 1) (расшифровка обозначений приводится далее). Включение повышающего преобразователя напряжения (ППН) на участке между солнечной батареей (СБ) и автономным инвертором напряжения (АИН) обусловлено плавающим уровнем выходного напряжения батареи и необходимостью его стабилизации на входе инвертора.

В работах [2–6] показано, что аномальные бифуркационные явления, присущие динамике преобразователей, являются неотъемлемыми свойствами самой структуры ППН, его математической модели. Этот факт требует исследования динамики создаваемого устройства, выявления областей возможных аномальных режимов и доказательства того факта, что они с рабочей областью ППН не пересекаются.

Система управления ППН реализована на базе широтно-импульсной модуляции, в цепи обратной связи использован ПИ-регулятор. При построении схемы замещения преобразователя напряжения с ШИМ и с жесткой коммутацией были приняты следующие допущения [6]:

- \bullet входной источник питания E является идеальным источником напряжения;
- \bullet диод VD и транзисторы VT выполнены идеальными с нулевым временем переключения;
 - элементы R, L, C имеют линейные характеристики;
- корректирующие устройства представлены идеальными элементами.

Обозначим E — напряжение источника питания; L — дроссель; R — сопротивление, характеризующее потери в индуктивности и сопротивление ключа преобразователя в открытом состоянии; C — емкость; $R_{\rm H}$ — сопротивление нагрузки; диод VD и транзистор VT — коммутирующие элементы схемы; β — коэффициент передачи датчика обратной связи входного тока; α — пропорциональный коэффициент ПИ-регулятора; T — постоянная времени интегрального звена ПИ-регулятора; U_3 — задание на ток; $U_p(t)$ — пилообразное напряжение развёртки ШИМ, работающего на частоте, равной 100 к Γ ц.

Динамическая модель непрерывной части схемы замещения ППН для каждого из различных состояний коммутационных элементов (диодов и транзисторов) описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений (задачей Коши), как в [6]:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = A(K_F(\xi) \cdot X + B(i_L), \\ \mathbf{X}(t_0) = \mathbf{X}_0. \end{cases} \mathbf{X} = \begin{pmatrix} i_L \\ u_C \end{pmatrix}. \tag{1}$$

Здесь: **X** — вектор переменных состояния (ток i_L в индуктивности и напряжение u_C на конденсаторе фильтра); **A** — матрица системы, которая имеет три состояния (**A**₁, **A**₂, **A**₃ — в зависимости от значения коммутационной функции K_F (ξ) ШИМ и наличия режима прерывистого тока); **B** — вектор вынуждающих воздействий, в режиме непрерывного тока дросселя **B**₁=**B**₂:

$$\mathbf{A}_{1} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{C \cdot R_{H}} \end{bmatrix}, \mathbf{A}_{2} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{C \cdot R_{H}} \end{bmatrix}, \mathbf{A}_{3} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{C \cdot R_{H}} \end{bmatrix};$$
$$\mathbf{B}_{1} = \mathbf{B}_{2} = \begin{bmatrix} E/L \\ 0 \end{bmatrix}, \mathbf{B}_{3} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Состояние коммутационной функции ШИМ $K_F(\xi)$ определяется посредством разностной функции $\xi(X,t)$:

$$K_F(\xi) = 0.5 \cdot (1 + \operatorname{sign}(\xi(\mathbf{X}, t))), \tag{2}$$

которая описывает обратные связи системы управления ППН и имеет вид

$$\xi(\mathbf{X},t) = \alpha \cdot (U_3 - \beta \cdot \mathbf{X}_1) + U_{\mathbf{H}}(\mathbf{X}_1) - U_{\mathbf{P}}(t), \tag{3}$$

здесь α — пропорциональный коэффициент усиления ПИ-регулятора; $U_{\rm P}(t)$ — пилообразное развертывающее напряжение, задаваемое математической функцией

$$U_{\mathbf{P}}(t) = U_{\mathbf{O\Pi}} \cdot (t/\tau - E_1(t/\tau)), \tag{4}$$

в которой опорное напряжение $U_{\rm on}$ =10 В, $E_{\rm I}(t)$ – функция Антье – целая часть числа, а τ = $1\cdot 10^{-5}$ с – коммутационный период ШИМ. Интегральная составляющая ПИ-регулятора $U_{\rm H}$ определяется из дифференциального уравнения

$$\frac{dU_{\rm M}}{dt} = U_3/T - \beta X_1/T \,, \tag{5}$$

которое может быть представлено как

$$U_{\mathrm{H}} = U_{\mathrm{H}-1} + \Delta t \cdot \left(U_3 / T - \beta X_1 / T\right),\tag{6}$$

где $U_{\rm N-1}$ — сигнал на выходе интегральной части регулятора на предыдущем расчётном шаге; Δt — расчётный шаг; T — постоянная времени интегрирующего звена.

Рабочий цикл преобразователя иллюстрирует рис. 1, при этом тактовый интервал τ разбивается в общем случае на четыре участка непрерывности, на каждом из которых матрицы системы (1) принимают вид, описанный в таблице.

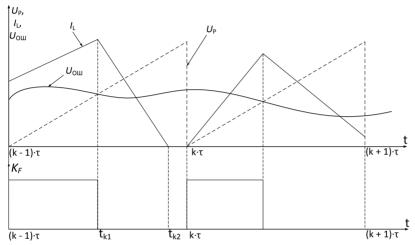


Рис. 1. Временные диаграммы работы системы управления

Повышающий преобразователь напряжения с широтно-импульсной модуляцией имеет следующие параметры: R=0.12 Ом; L=0.3 мГн; E=200 B; C=10 мкФ; $R_{\rm H}=80$ Ом. Система управления ППН функционирует с коэффициентами: $\beta=0.1$; $\alpha=20$; $U_3=2$ B; T=0.001 с.

На диаграммах приведены: напряжение развёртки $(U_{\rm P})$, ток индуктивности $(I_{\rm L})$, сигнал ошибки $(U_{\rm OIII})$, состояние коммутационной функции (K_F) .

Матрицы системы

Участок непре-	Коммутационная	Режим раз-	Нахождение мо-		
рывности	функция	рывных токов	мента коммутации		
$(k-1)\cdot \tau \leq t \leq t_{k1}$	$K_F = 1$	$i_I > 0$	$\xi(X,t)=0$		
$t_{k1} \le t \le t_{k2}$		$\iota_L \geq 0$	$X_1 = 0$		
$t_{k2} \le t \le t_{k3}$	$K_F = 0$	$i_L = 0$	$X_2 = E_0$		
$t_{k3} \le t \le k \cdot \tau$		$u_C < E_0$	$U_{\rm P}(t) = 0$		

Границы участков непрерывности определяются вычислением для каждого k-го тактового интервала ШИМ $t \in [(k-1)\tau, k \cdot \tau)$ моментов коммутации: t_{k1} (момент коммутации ключа преобразователя), t_{k2} (момент снижения тока дросселя до нуля) и t_{k3} (момент снижения напряжения на конденсаторе до уровня источника питания).

На каждом участке непрерывности вектор переменных состояния, являющийся решением задачи Коши (1) при условиях (2)–(4), может быть аналитически выписан в виде

$$\mathbf{X}(t) = \mathbf{e}^{\mathbf{A}(t-t_0)} \left(\mathbf{X}_0 + \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{B} \right) - \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{B} , \qquad (7)$$

где вектор начальных условий X_0 для последующего интервала принимается равным вектору X(t) на конце предыдущего интервала, а начальный момент времени t_0 вычисляется из соответствующих зависимостей (см. таблицу).

Выводы. Построенная математическая модель повышающего преобразователя напряжения с широтно-импульсной модуляцией, с жестким типом коммутации и ПИ-регулятором в цепи обратной связи позволяет строить точное численно-аналитическое решение, что в свою очередь позволит проводить бифуркационный анализ такого вида преобразователей, обнаруживать аномальные движения ППН и анализировать устойчивость найденных решений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Zhusubaliyev Zh.T, Soukhoterin E.A. and Mosekilde E. Border-collision bifurcations and chaotic oscillations in a piecewise-smooth dynamical system // International Journal of Bifurcation and Chaos. 2001. Vol. 11, № 12.
- 2. *Андриянов А.И.*, *Малаханов А.А*. Математическое моделирование динамики импульсного преобразователя напряжения повышающего типа // Вестник Брянского гос. техн. ун-та. 2006. №1.
- 3. Диксон Р.К., Дементьев Ю.Н., Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г., Семёнов С.М. Двухфазный повышающий преобразователь с мягкой коммутацией транзисторов и особенности его динамических свойств // Изв. ТПУ. 2014. №4, Т. 324.
- 4. *Tse C.K.* Complex Behavior of Switching Power Converters, Boa Raton. USA: CRC Press, 2003.
- 5. *Михальченко С.Г.* Функционирование импульсно-модуляционных преобразователей в зонах мультистабильности // Доклады ТУСУРа. 2012. № 1(1).
- 6. Dixon R.C. A Novel Two-Phase Boost Converter Model with Inductive Energy Storage Technology / R.C. Dixon, G.Y. Mikhalchenko, S.G. Mikhalchenko, M.A. Nechaev, S.M. Semenov. Munich: GRIN Publishing GmbH, 2014. P. 6.

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ПРОГРУЗКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Т.Р. Сакавов, студент, Н.П. Винтоняк, аспирант каф. ПрЭ, Р.Г. Калинин, м.н.с. ЛИМЭС, нач. СКБ «Импульс»

Научные руководители: В.Д. Семенов, к.т.н., зам. зав. каф. по НР, профессор каф. ПрЭ, В.А.Федотов, зав. лаб. ГПО г. Томск, ТУСУР, temir94@mail.ru
Проект ГПО ПрЭ-1401 «Комплекс испытательный для прогрузки постоянным током 26 кА»

Источники питания постоянного тока широко используются в таких отраслях промышленности, как электроэнергетика, машиностроение и металлообработка, медицина, химическая промышленность и т.д. В частности, источники используются в процессе разработки / тестирования электроники, для очистки воды, гальванопластики, защиты поверхностей от коррозии, электронно-лучевом напылении.

Источники питания постоянного тока (далее – ИППТ) можно классифицировать по:

- принципу действия,
- мощности,
- количеству каналов,
- минимальной дискретности установки выходных параметров,
- наличию дополнительных возможностей.

По принципу действия различают линейные и импульсные ИППТ. Классическая структура линейных ИППТ: мощный сетевой трансформатор и схема регулирования тока (напряжения). ИППТ построенные по данному принципу, обладают малым уровнем пульсаций, но обладают большой массой (из-за трансформатора) и, как следствие, малой удельной мощностью (отношение мощность/масса). Данная проблема решена в импульсных источниках первичным преобразованием сетевого напряжения в переменный сигнал высокой частоты порядка сотен кГц.

По мощности различают источники: малой – до $100~\rm{Bt}$ на канал, средней – от $100~\rm{дo}$ $300~\rm{Bt}$, большой мощности – от $300~\rm{Bt}$.

По количеству выходных каналов различают одноканальные и многоканальные. Современные источники в основном многоканальные и имеют возможность последовательного соединения для увеличения максимального выходного тока. Также имеют возможность коммутации для получения комбинированных напряжений.

По минимальной дискретности установки выходных параметров подразделяют на обычные и прецизионные. Обычные источники пита-

ния имеют нестабильность выходного напряжения и тока в пределах 3 мВ и 3 мА. У таких ИППТ дискретность установки составляет 10 мВ и 10 мА.

Прецизионные источники имеют нестабильность порядка 350 мкВ и 250 мкА. У таких ИППТ дискретность установки составляет 1 мВ и 1 мА. Нестабильность выходного напряжения/тока это изменение выходных параметров при изменении тока/напряжения в/на нагрузке от нуля до максимального значения.

По наличию дополнительных возможностей существуют программируемые и непрограммируемые источники постоянного тока. Микроконтроллер, встроенный в ИППТ, значительно расширяет его возможности. Такие устройства можно использовать для имитации работы аккумуляторов, для детального исследования тестируемых цепей и подключения интерфейсов для удобства разработчиков. Кроме того существуют ИППТ с памятью, что позволяет автоматизировать процессы.

В процессе разработки важен такой режим работы источника, как режим отсечки: разработчик задает некоторый ток, больше которого, по расчетам, устройство не должно потреблять, при малейшем же превышении потребления источник питания снимает нагрузку с устройства, что позволяет избежать поломки.

Для качественной очистки воды необходим программно регулируемый источник питания и периодически выставленных катионных и анионных мембран, образующих электродный, очистительный и концентрирующий каналы.

В гальванопластике используют источники с возможностью реверса направления тока, требуются большие значения токов.

Для нанесения качественных антикоррозионных слоев на металлические поверхности используются программируемые источники.

Электронно-лучевое напыление представляет собой высокотехногичный процесс, принцип которого заключен в напылении на подложку возбужденных электронным лучом ионов в вакуумной камере. В данном случае источник постоянного тока используется для создания сильных магнитных полей для фокусировки и направления электронного луча. Для данной технологии существует необходимость в больших токах. Электронно-лучевое напыление, а также эпитаксия активно используются в изготовлении наноструктур и являются наиболее универсальным методом для производства изделий наноэлектроники.

Отличительным свойством источников постоянного тока от различного рода блоков питания, является высокостабильное постоянное напряжение или ток.

Прогрузка автоматических выключателей — это процесс выявления действительных параметров выключателей и их работоспособности. Метод заключается в сравнении номинальных значений рабочих величин с опытными. Для реализации метода могут понадобиться испытательные токи от 1 кА и выше. Данное условие является критерием выбора ИППТ для прогрузки выключателей.



Рис. 1. TDK-Lambda GEN-7,5-1000

Таблица 1 Выходные параметры устройства

Параметр	Значение
Напряжение	07,5 B
Ток	01000 A
Мощность	7500 Вт
КПД	≤99%

Таблица 2 Выходные параметры устройства

Параметр	Значение
Напряжение	010 B
Ток	01200 A
Мощность	12000 Bt
КПД	≤87%

Источник питания постоянного тока TDK-Lambda Genesys.

Возможность программирования, встроенная программа самотестирования, цифровое управление работой, возможность модульного подключения до четырех устройств.

Источник постоянного тока Sorensen SG 10-1200.

Возможность программирования, цифровое управление работой, возможность модульного подключения до пяти устройств, система охлаждения, регулируемая температурой, низкий уровень помех.

Компании Sorensen и TDK – одни из немногих фирм, производящих ИППТ большой мощности. В силу ограниченности рынка и технологической сложности приборы, предлагаемые данными фирмами, имеют высокую стоимость (больше миллиона руб. по состоянию на 05.03.2015) [5]. В рамках проекта ГПО ПрЭ-1401 «Комплекс испытательный для прогрузки постоянным током 26 кА» разрабатывается импульсный источник постоянного тока амплитудой 26 кА в течение 10 с и 7 кА в течение часа

На основании приведенного обзора можно сделать следующие выволы:

- ИППТ имеют широкую область применения.
- Существуют два типа ИППТ: линейные и импульсные, причем импульсные источники технологически более сложные, но позволяют сэкономить ресурсы и повысить удельную мощность устройства.
- Расширяется область применения, возрастает эффективность использования при наличии возможности программного управления источником

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Сайт «Измерительные приборы, все о КИП и системах автоматизации» // Источники питания постоянного тока [Электронный ресурс]. URL: http://www.kipinfo.ru/info/stati/?id=20 Свободный режим доступа (дата обращения: 20.02.2015).
- 2. Иванов А., Смирнов Б. Электронно-лучевое напыление: технология и оборудование // Промышленные нанотехнологии [Электронный ресурс]. Электрон. журн. URL: http://www.nanoindustry.su/files/article_pdf/3/article_3388_175.pdf Свободный режим доступа (дата обращения: 25.02.2015).
- 3. Компания ТDK-Lambda Россия // TDK-Lambda Uses for constant current power in Industrial Applications [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2012. URL: http://tdk-lambda.ru/KB/129938266279441368_Uses%20for%20constant% 20current%20power%20in%20Industrial%20Applications.pdf Свободный режим доступа (дата обращения: 03.03.2015).
- 4. *Caйm* Sorensen// Источник постоянного тока Sorensen SG 10-1200. [Электронный ресурс]. Лист данных. URL: http://www.sorensen.com/products/SG/downloads/Sorensen_SG_Datasheet.pdf Свободный режим доступа (дата обращения: 09.03.2015).
- 5. *Сайт* Электронщик // Источник постоянного тока TDK-Lambda GEN 7.5-1000 [Электронный ресурс]. Интернет-магазин. URL: http://www.electronshik.ru/item/gen-75-1000-lan-3p400-601800 Свободный режим доступа (дата обращения: 09.03.2015).

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛИТИЙ-ИОННОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ

Н.А. Савочкин, студент, А.А. Столярова, аспирант каф. ПрЭ Научный руководитель К.Г. Гордеев, к.т.н., зам. гл. конструктора АО «НПЦ» ПОЛЮС

г. Томск, ТУСУР, darknikolas@mail.ru

Одним из важнейших функциональных узлов космических аппаратов являются накопители энергии, выполненные на базе химических источников тока, – аккумуляторные батареи (АБ). Существующие ак-

кумуляторные батареи разработаны на основе различных электрохимических систем. Наиболее распространенными в космическом приборостроении стали никель-водородные аккумуляторы, которые обладают высокими технико-эксплуатационными характеристиками при относительно низких экономических затратах на производство и эксплуатацию. Но в последнее время перспективу для отрасли приобретает применение литий-ионных аккумуляторов.

Для среднего и долгосрочного прогнозирования поведения АБ применяют математические модели исследуемых АБ, разработанные с акцентированием на требуемые параметры с заданной потребителем точностью.

Электрические схемы замещения литий-ионных аккумуляторов отражают основные физико-химические процессы, протекающие в электролите и на поверхности электродов, такие как поляризация электродов или электролита. Схемы замещения представляют совокупность резисторов, конденсаторов, источников напряжения холостого хода, значения параметров которых могут учитывать изменения внешних и внутренних возмущений.

Существует несколько основных схем замещения литий-ионного аккумулятора, такие как модель внутреннего сопротивления, резистивно-емкостная, модель Тевенина, модифицированная модель Тевенина и модель двойной поляризации [1]. На основе статьи [2] среди перечисленных моделей наиболее полно отражает процессы, протекающие в аккумуляторе, модель двойной поляризации, приведенная на рис. 1.

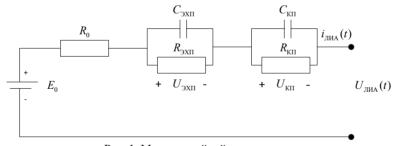


Рис. 1. Модель двойной поляризации

Модель двойной поляризации включает: источник напряжения холостого хода E_0 , зависящего от состояния заряда батареи; внутреннее активное сопротивление R_0 ; омическое сопротивление, которое представляет собой электрохимическую поляризацию на поверхности электродов; омическое сопротивление, определяющееся концентрационной поляризацией электролита; эквивалентные емкости электрохи-

мической и концентрационной поляризации соответственно, необходимые для учета переходных процессов во время передачи мощности от аккумулятора к нагрузке и от зарядного устройства к аккумулятору.

Параметры модели подбираются экспериментально на основе данных, снятых с конкретного типа батареи. Величина E_0 зависит от ве-

личины заряда АБ, поэтому в схему замещения необходимо добавить фрагмент для его моделирования, представленный на рис. 2 [3].

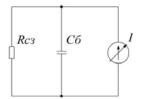


Рис. 2. Схема замещения источника холостого хода

 $R_{\rm C3}$ — сопротивление, имитирующее саморазряд батареи; C_6 — полная емкость аккумуляторной батареи в Фарадах; I — управляемый источник тока, равный току в цепи батареи. С учетом схемы замещения система дополняется еще одним уравнением:

$$\dot{Q} = \frac{1}{C_6} - \frac{Q_0}{R_{\text{C3}} \cdot C_6} \,,$$

где \dot{Q} и Q_0 – текущий и полный относительный заряды аккумулятора.

Заключение. В данной статье рассмотрены различные типы схем замещения для представления зарядно-разрядных характеристик литий-ионных аккумуляторов. В ходе работы было выяснено, что при некоторых допущениях возможно использовать схему двойной поляризации для проектирования источников питания космического аппарата. Однако в ней не учтен ряд важных параметров, таких как изменение температуры и деградация параметров аккумулятора.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Hongwen He, Rui Xiong and Jinxin Fan.* Evaluation of Lithium-Ion Battery Equivalent Circuit Models for State of Charge Estimation by an Experimental Approach // Energies. 2011. № 4. P. 582–598.
- 2. Ahmad Rahmoun, Helmuth Biechl. Modelling of Li-ion batteries using equivalent circuit diagrams PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review). R. 88 NR 7b/2012. P. 152–156.
- 3. *Борисевич А.В.* Моделирование литий-ионных аккумуляторов для систем управления батареями: обзор текущего состояния // Научно-практический журнал «Современная техника и технологии». 2014. №5.

ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РАЗВЯЗКА АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА ДЛЯ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СУДОВОГО ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРА

О.А. Шабанова, студентка, В.В. Вагин, аспирант, каф. ПрЭ, А.М. Кривенцов, вед. инженер-конструктор АО «НПЦ Полюс», В.Д. Семенов, к.т.н., профессор каф. ПрЭ

г. Томск, ТУСУР, prosvirkina.olya@mail.ru

Одной из существенных задач управления вентильным электроприводом является измерение фазного тока, токов шин питания и других аналоговых параметров, таких как температура и напряжение. При этом, как правило, выполнять все эти измерения необходимо через тот или иной безопасный развязывающий барьер.

В настоящее время в основном применяются четыре метода гальванической развязки [1]:

- 1) токовые трансформаторы;
- 2) датчики тока на эффекте Холла;
- 3) аналоговые датчики с оптической развязкой;
- 4) устройства с модуляцией сигнала, трансформаторной развязкой и с последующей его демодуляцией.

Каждый из этих методов обладает своими достоинствами и недостатками.

Поэтому при проектировании данных устройств следует выбирать решение, которое максимально снижает общую стоимость, увеличивает производительность и надежность, уменьшает пространство монтажа на печатной плате и при этом отвечает требованиям точности и линейности.

Проанализировав серийно выпускаемые устройства для гальванического разделения информационных сигналов, можно сделать следующие выводы:

- а) ни одно из рассмотренных устройств не соответствует требованиям по живучести и стойкости к климатическим условиям (высокая влажность 98%), так как эти устройства выполнены в негерметичных корпусах;
- б) ни на одно из этих устройств в доступной технической информации не указан их полный назначенный ресурс, который должен быть не менее $60000 ext{ ч } [2]$;
- в) все указанные изделия производятся иностранными компаниями, и их применение в специальной технике запрещено.

В связи с изложенным можно сделать вывод об актуальности разработки гальванической развязки аналогового сигнала, свободной от указанных недостатков.

За основу было взято устройство гальванической развязки сигналов с модуляцией исходного сигнала датчика тока, передачей этого сигнала посредством развязывающего трансформатора и последующей его демодуляцией [3].

На основании проведенного анализа существующих устройств и сформулированных к ним требований была разработана структурная схема, представленная на рис. 1.

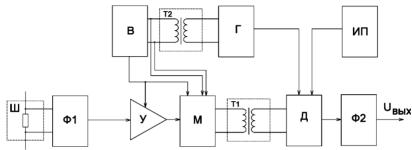


Рис. 1. Структурная схема гальванической развязки аналогового сигнала: III — датчик тока (шунт); $\Phi 1$ — фильтр коммутационных помех на частоте IIII М силового инвертора; Y — усилитель сигнала датчика тока; Γ — генератор; B — выпрямитель с фильтром; M — модулятор; T1 — развязывающий трансформатор; T2 — трансформатор питания и управления; \mathcal{I} — демодулятор; $\Phi 2$ — фильтр помех на частоте генератора; $\Psi 1$ — источник питания

Устройство работает следующим образом.

С датчика тока Ш на вход фильтра Ф1 и затем на вход усилителя У поступает измеряемый низкочастотный сигнал значением 0-75 мВ. Усилитель У осуществляет усиление этого сигнала в 50 раз до уровня 4 В. Усиление сигнала шунта необходимо для того, чтобы ослабить действие коммутационных помех на частоте ШИМ силового инвертора на звено модулятор-демодулятор. Генератор Γ на повышенной частоте (примерно 60 кГц) питает трансформатор Т2. С выходной обмотки Т2 осуществляется управление аналоговыми ключами мостового модулятора М, а также питание выпрямителя В, выход которого запитывает усилитель У и ключи модулятора М. Выходное напряжение модулятора поступает на первичную обмотку трансформатора Т1. Вторичная обмотка этого трансформатора подключена на вход демодулятора Д. Выходной сигнал демодулятора подается на фильтр Ф2, для отделения коммутационных помех на частоте модулятордемодулятор. Выходной сигнал фильтра поступает на схему регулятора тока в качестве сигнала обратной связи по току (на структурной схеме не показано).

Модулятор и демодулятор представляют собой мостовые схемы на интегральных аналоговых коммутаторах 1127КН4.

Разработанная схема была экспериментально проверена на лабораторном макете. На рис. 2 представлены осциллограммы работы разработанного устройства.

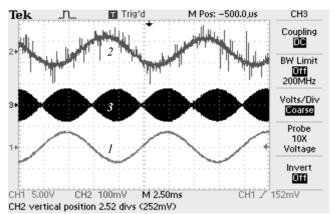


Рис. 2. Осциллограммы работы устройства: *1* – выходной сигнал; *2* – входной сигнал; *3* – сигнал с выхода модулятора

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2005. 632 с.
 - 2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 1983. Т. 1. 598 с.
- 3. Хан Джамшед Н. Применение герметичных оптронов в военной и космической электронике // Компоненты и технологии. 2010. № 6.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ БЕЗ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА

В.В. Вагин, аспирант каф. ПрЭ,

А.М. Кривенцов, вед. инженер-конструктор АО «НПЦ»Полюс», В.Д. Семенов, к.т.н., профессор каф. ПрЭ

г. Томск, ТУСУР, vaginvictor17@gmail.com

При разработке вентильных электроприводов судовых вентиляторов одним из главных требований является их малошумность. Существенное влияние на уровни виброшумовых характеристик электродвигателя при прочих равных условиях оказывает качество питающих

фазных токов. Последнее, прежде всего, связано с наличием (либо отсутствием) переменных составляющих электромагнитного вращающегося момента, которые зависят от высших гармоник намагничивающей силы, как правило, имеющих место в электрической машине. Поэтому целесообразно для улучшения указанных характеристик формировать синусоидальные фазные токи электродвигателя во всем диапазоне рабочих частот вращения посредством вентильного преобразователя, входящего в состав электропривода и реализующего способ частотнотокового управления.

Такой подход легко реализовать с применением датчика углового положения вала типа синусно-косинусного вращающегося трансформатора (бесконтактного сельсина), имеющего в выходном сигнале огибающую гармонической формы в координате угла поворота вала.

Однако применение датчика положения ротора (ДПР) увеличивает стоимость, усложняет конструкцию вентильного двигателя, снижает его надежность, требует дополнительной регулировки для установки оптимального углового положения датчика относительно привода [1].

Между тем во вращающемся двигателе при возбуждении его от постоянных магнитов информация о положении ротора относительно статора содержится и в ЭДС фазных обмоток, представляющих собой систему синусоидальных напряжений, аналогичную сигналам, формируемым ДПР. Отказаться от ДПР можно, если выделить сигнал ЭДС и сформировать в соответствии с их формой и фазой токи в обмотках двигателя.

При этом для обеспечения максимума КПД двигателя необходимо сформулировать вектор тока в фазе с вектором ЭДС. Поэтому задача выделения сигнала ЭДС является актуальной. На рис. 1 представлена векторная диаграмма вентильного электродвигателя, где I — вектор фазного тока статора; R — активное сопротивление фазы статора; x_L —

İR♠Ü

∫jİx_L Ė

индуктивное сопротивление в фазной обмотке статора; U — вектор фазного напряжения статора; E_0 — вектор ЭДС, наводимой в фазной обмотке статора потоком ротора Φ_0 [2].

Рис. 1. Векторная диаграмма вентильного электродвигателя

Из векторной диаграммы видно, что если измерить фазные напряжения на обмотках двигателя и фазные токи, то, зная величину индуктивности и активного сопротивления фазной обмотки, можно вычислить ЭДС фазы двигателя.

Ф٥

Существенным недостатком описанной системы является отсутствие информации о положении ротора при нулевой и «околонулевой» частотах вращения двигателя, поэтому процесс пуска представляет собой отдельную задачу. Один из вариантов ее решения — пуск и разгон двигателя в синхронном режиме до угловой скорости (ω_{min}), приемлемой для измерения и обработки ЭДС вращения.

Система управления вентильным электроприводом с вентиляторной нагрузкой без датчика положения ротора, применяемая в специальной технике, должна удовлетворять обязательным требованиям:

- 1. Обеспечивать малошумность работы вентильного электропривола.
- 2. Обеспечивать рабочий диапазон регулирования частоты вращения $1 \div 10$.
- 3. Состоять из электронных компонентов только отечественного производства.
- 4. Быть устойчивой к механическим, климатическим и электрическим дестабилизирующим факторам.

На рис. 2 представлена структурная схема системы управления вентильного электропривода, регулируемого по скорости с подчиненным контуром регулирования фазных токов, реализующая все указанные требования.

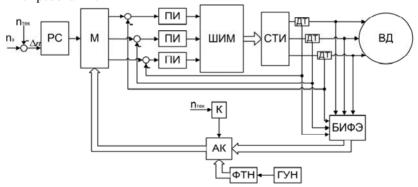


Рис. 2. Структурная схема системы управления вентильного электропривода

Схема работает следующим образом. Сигналы фазных напряжений и токов поступают на блок измерения фазных ЭДС (БИФЭ), в котором происходит компенсация составляющей падения напряжения на индуктивности обмотки двигателя и выделение сигналов фазных ЭДС. Сигналы ЭДС поступают на блоке аналоговых ключей (АК). Сюда же поступают выходные сигналы формирователя трехфазных напряжений (ФТН), тактовая частота которого задается генератором, управляемым

напряжением (ГУН). Выходные сигналы блока АК поступают на модулятор (М).

Выход сигнала РС поступает на вход модулятора (М) и управляет амплитудами сигналов с выхода АК (модулирует их). Промодулированные сигналы с М являются задающими для ПИ-регуляторов токов. Выходные напряжения ПИ-регуляторов подаются на широтно-импульсный модулятор (ШИМ), который управляет ключами трехфазного силового инвертора (СТИ).

На стадии пуска вентильного электродвигателя (ВД) задание фазных токов осуществляется от ФТН, при достижении частоты вращения уровня n_{min} , при котором сигналы ЭДС возрастает до необходимого значения (\approx 0,1· n_{hom}), компаратор (К) производит переключение блока АК на работу непосредственно по ЭДС.

В соответствии с описанной структурой был изготовлен макетный образец вентильного электропривода с использованием электродвигателя ДС190-3-3 мощностью 3 кВт. Диапазон регулирования частоты вращения составил 10–100%, что вполне достаточно для управления напорно-расходными характеристиками электровентиляторов. Полученные результаты могут быть применены в инженерной практике при создании бездатчиковых вентильных электроприводов и для других технических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Аракелян А.К., Афанасьев А.А. Вентильные электрические машины и регулируемый электропривод. М.: Энергоатомиздат, 1997.
- 2. Нестерин В.А., Донской Н.В., Серков О.А., Бабак А.Г. Бездатчиковый вентильный электропривод вентилятора отопителя автомобиля // Электротехника. 2001. №2.
- 3. *Волошин С., Шурин Н.* Привод просто, как «раз, два, три». Ч. 3: Модули управления вентильными двигателями без датчиков положения ротора // Компоненты и технологии. 2005. №3.

НЕПРЕРЫВНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Д.Е. Железовский, студент, В.И. Апасов, аспирант каф. ПрЭ Научный руководитель К.Г. Гордеев, зам. гл. конструктора АО «НПЦ Полюс», к.т.н. г. Томск, ТУСУР, denistusur370-1@yandex.ru

Широкое использование солнечной энергетики в системах электропитания космических аппаратов с использованием солнечных бата-

рей (БС) как первичного источника ставит перед проектировщиками проблему оценки эффективности работы фотоэлектрических преобразователей. Необходимо иметь возможность предсказать мощность солнечных батарей под действием разнообразных факторов окружающей среды, сравнить эффективность использования БС из различных материалов, оценить поведение фотоэлектрических преобразователей в различных режимах работы. На основе моделирования возможно выполнить сравнение ВАХ и ВВХ целого ряда солнечных батарей, которое позволит дать рекомендации по построению силовых преобразователей космического назначения.

Наличие адекватной математической модели позволяет оценивать с большей точностью динамические и статические свойства систем электропитания космических аппаратов уже на этапе проектирования и разработки электрических схем, что позволяет понизить стоимость проекта и повысить качество разработки.

Схема замещения солнечного элемента приведена на рис. 1 [1].

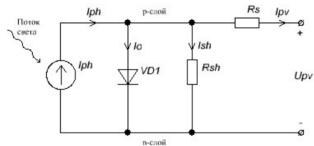


Рис. 1. Схема замещения солнечного элемента

Любая модель солнечного элемента, используемая при компьютерном анализе солнечной батареи, должна отвечать следующим требованиям:

- 1) с достаточной точностью описывать вольт-амперную характеристику элемента в рассматриваемом диапазоне температуры и освещенности и в зависимости от влияния окружающей среды;
- 2) позволять с достаточной точностью преобразовывать вольтамперные характеристики элементов, что необходимо для прогнозирования работы батареи в особых условиях.

Достижение максимальной производительности солнечного элемента может оказаться сложной задачей в силу воздействия ряда причин, уменьшающих величину выходной мощности. Основными являются три фактора: освещенность, температура и затенение отдельных солнечных элементов.

Максимальное значение выходной мощности солнечного элемента или батареи меняется в зависимости от освещенности. Мощность снижается при уменьшении освещенности.

В космическом пространстве сильные перепады температуры являются нормой. Так как солнечные элементы и батареи подвергаются колебаниям температуры, то и выходная мощность изменяется очень значительно. При увеличении температуры выходная мощность уменьшается.

Затенение отдельных солнечных элементов приводит к уменьшению мощности на выходе батареи. Следует обратить особое внимание на то, что степень уменьшения мощности зависит от физической схемы построения (последовательное или параллельное соединение) элементов или сегментов в батарее.

Все рассмотренные ранее факторы вносят свой вклад в ограничение максимального значения выходной мощности солнечной батареи. И это создаёт главную проблему при моделировании: реалистично и достоверно воспроизвести влияние этих факторов, чтобы гарантировать надёжность результатов испытаний.

На основании анализа исходных данных была синтезирована математическая модель (1):

$$I_{pv} = n_p \cdot I_{ph} - n_p \cdot I_0 \left[exp \left(\frac{q \cdot (V_{pv} + I_{pv} \cdot R_s)}{n_s \cdot k \cdot A \cdot T_{op}} \right) - 1 \right] - I_{sh}$$
 (1)

где I_{pv} — ток нагрузки; I_{ph} — фототок; I_0 —обратный ток насыщения; I_{sh} — ток через параллельное сопротивление; V_{pv} — напряжение на нагрузке; n_p — количество элементов, подключенных параллельно; n_s — количество элементов, подключенных последовательно; R_s — последовательное сопротивление; T_{op} — температура окружающей среды; A — диодный коэффициент; q — заряд электрона; k — постоянная Больцмана.

$$I_{ph} = \left(I_{scr} + k_i \cdot \left(T_{op} - 298\right)\right) \cdot \frac{W}{1000'}$$

где I_{scr} — ток короткого замыкания; k_i — температурный коэффициент; W — освещенность.

$$I_0 = I_{rs} \cdot \left[\frac{T_{op}}{298} \right]^3 \cdot exp \left[\frac{q \cdot Eg}{B \cdot k} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{T_{op}} \right) \right],$$

где I_{rs} — обратный ток насыщения; E_g — ширина запрещенной зоны полупроводника; B — диодный коэффициент.

$$I_{rs} = \frac{I_{scr}}{exp\left(\frac{q \cdot V_{oc}}{n_s \cdot A \cdot k \cdot T_{op}} - 1\right)'}$$

где V_{oc} — значение напряжения в оптимальной точке. $I_{sh} = \frac{V_{pv} - I_{pv} \cdot R_s}{\frac{n_s}{R_{sh}}},$

$$I_{sh} = \frac{V_{pv} - I_{pv} \cdot R_s}{\frac{n_s}{n_p} R_{sh}}$$

где R_{sh} — параллельное сопротивление.

В отличие от моделей, приведенных в [3, 4], данная математическая модель позволяет учитывать большее число параметров, таких как количество элементов подключенных последовательно и параллельно, последовательное и параллельное сопротивление БС, температура окружающей среды, освещенность, ширина запрещенной зоны полупроводника, значение напряжения в оптимальной точке и ток короткого замыкания. Это позволит производить более точное построение BAX и BBX с учетом влияния различных внешних и внутренних факторов.

Заключение. Полученная математическая модель может применяться при анализе силовых преобразователей, использующих в качестве первичного источника фотоэлектрический элемент. При помощи данной модели можно проводить исследования по динамике работы силовых преобразователей при изменении освещенности, температуры, тока короткого замыкания, оптимального напряжения и количества элементов? соединенных последовательно и параллельно. Ошибка моделирования составляет не более 5%.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Раушенбах Г. Справочник по проектированию солнечных батарей. М.: Энергоатомиздат, 1983.
- 2. Wijewardana S. Maximum Power Point Analysis Using Simulink/Matlab for a Hybrid Solar Photovoltaic/Battery Storage system // Member-IESL. 2013. Vol. 3. Issue 11.
- 3. Кремзуков Ю.А. Исследование динамических характеристик имитатора солнечной батареи ИБС-300/25 // Изв. Том. политехн. ун-та. Энергетика. 2008. T. 312, № 4. C. 131–135.
- 4. Романенко А.С., Какуев С.С. Разработка в MatLab модели солнечной батареи с динамическим освещением // Науч. сессия ТУСУР-2010: матер. докл. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Томск, 4–7 мая 2010 г. Томск: В-Спектр, 2010. Ч. 4. С. 142–145.

ДВУХЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

И.М. Журавлев, студент каф. ПрЭ

Научный руководитель А.В. Осипов, к.т.н., зав. лаб. НИИ АЭМ, г. Томск, ТУСУР, iv zhuravlev@mail.ru

Двухчастотные преобразователи частоты активно применяются в индукционном нагреве, в частности, в таких технологических процессах, как термообработка деталей со сложной формой, например, поверхностная закалка, требующая равномерного нагрева детали по сечению, например зубчатых колес [1].

Зубчатые колеса являются ответственными деталями, от качества которых зависят срок службы и надежность машин и механизмов. Высокоинтенсивный нагрев под закалку зубчатых колес на двух резко отличающихся частотах, при правильно подобранном режиме, позволяет получать равномерный по периметру закаленный поверхностный слой как по глубине, так и по твердости. Это существенно повышает качество зубчатых колес и увеличивает срок их службы. Поэтому актуальной задачей является создание систем питания, которые обеспечат нагрев зубчатого колеса в одном индукторе сразу на двух сильно отличающихся частотах [2].

Теоретическое рассмотрение задачи равномерного нагрева поверхности тела сложной формы было впервые произведено Г.А. Разореновым. Было показано, что для закалки деталей сложной формы профиля необходимо получение равномерного слоя по всей рабочей поверхности. Если условия равномерного нагрева не соблюдаются, то закаленными оказываются только зубцы или только впадины, при этом форма индуктора не оказывает сильного влияния на характер нагрева.

Двухчастотный преобразователь частоты, состоящий из одного инвертора и двухчастотного резонансного контура, обладает невысокими энергетическими показателями, что делает реализацию таких систем нецелесообразной.

В связи с этим для синтеза двухчастотного тока индуктора применяются суммирующие ПЧ, построенные по принципу сложения выходных параметров двух автономных инверторов, работающих на разных частотах (рис. 1). В состав таких преобразователей входит частотный фильтр, блокирующий протекание тока соседнего инвертора, при этом достичь полного блокирования можно только при фильтрах с большой постоянной времени и соответственно большой габаритной мощностью [1].

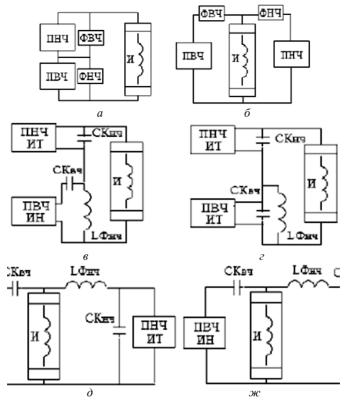


Рис. 1. Виды включения двух преобразователей частоты для суммирования токов в нагрузке

Для частотной развязки источников питания во всех случаях используется единственный дополнительный элемент — катушка индуктивности $L_{\Phi \rm H\, I}$, блокирующая протекание высокочастотного тока через конденсатор $C_{\rm Kh\, I}$ при сложении токов (рис. 1, e, z) и шунтирующая преобразователь высокой частоты при сложении напряжений (рис. 1, ∂ , \mathcal{M}). Включение $L_{\Phi \rm H\, I}$ приводит к необходимости компенсировать дополнительную реактивную мощность в нагрузочном контуре на низкой частоте, т.е. соответственно уменьшать емкость конденсатора $C_{\rm KH\, I}$.

Результаты работы. Двухчастотный нагрев обеспечивает высокое качество поверхностной закалки и плавки металлов, что делает актуальным разработку соответствующих источников питания. Для этого необходимо отказаться от создания уникальных систем питания, включающих в свой состав преобразователи, выполненные по различ-

ным схемам, и пойти по пути настройки стандартного источника питания на базе инвертора напряжения на работу в двухчастотном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Земан С.К., Казанцев Ю.М., Осипов А.В., Юшков А.В. Формирование двухчастотных колебаний тока в системах индукционного нагрева // Изв. Том. политехн. ун-та. 2009. Т. 315, № 4. С. 105–111.
- 2. Дзлиев С.В. Принципы построения систем питания установок индукционной закалки зубчатых колес при двухчастотном нагреве // APIH 05: матер. междунар. конф. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2005. С. 193–201.
- 3. Земан С.К., Осипов А.В., Юшков А.В. Оценка энергетических показателей реактивных элементов двухчастотного резонансного преобразователя частоты // Современные техника и технологии: материалы XVI Междунар. научно-практ. конф. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. Т. 1. С. 291–293.
- 4. *Peter H.-J.* Simultaneos dual-frequency induction hardening (SDF Method) a new way of heat treatment. International Induction Heating Seminar (HIS), Padua, Juni 2004. P. 569–575.
- 5. *Юшков А.В.* Энергетически эффективные преобразователи частоты для двухчастотной индукционной плавки: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2012. 19 с

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ БАТИМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ

И.М. Журавлев, студент

Научный руководитель К.В. Бородин, ст. преподаватель, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ, bkirill@hotbox.ru

Целью данной статьи является разработка устройства для автоматизированного перемещения и проведения батиметрических работ на маломерном судне (рис. 1).

Это устройство является частью автоматизированного аппаратнопрограммного комплекса, в который, помимо данного устройства, будет входить программное обеспечение, служащее для управления судном, обработки и последующей визуализации полученных данных. Программное обеспечение будет устанавливаться на компьютере оператора.

Устройство предназначено для выполнения в автоматизированном режиме комплекса батиметрических работ, таких как:

- производство русловых изысканий;
- поиск подводных объектов;
- организация дноуглубительных и других путевых работ;
- контроль состояния судовых ходов.

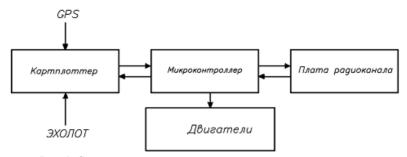


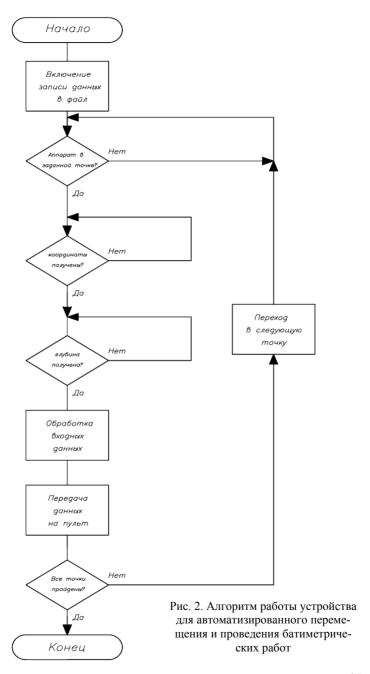
Рис. 1. Структурная схема устройства для автоматизированного перемещения и проведения батиметрических работ

В качестве микроконтроллера был выбран LPC1766. Этот 32-разрядный микроконтроллер фирмы NXP Semiconductors имеет низкое энергопотребление и приемлемую скорость обработки данных. Микроконтроллер обрабатывает информацию с картплоттера, передает данные через радиоканал на пульт оператора, управляет двигателями для обеспечения перемещения маломерного судна по акватории.

Картплоттер совмещает в себе приемник систем спутниковой навигации GPS, эхолот и средства индикации. Был выбран GARMIN GPSMAP 421s, поскольку он обладает возможностью установки карт памяти, способен одновременно использовать две спутниковые системы – ГЛОНАСС и GPS, способен измерять глубины до 70 м. Погрешность измерения координат не превышает 3 м, погрешность измерения глубины не превышает 5 м. Для связи картплоттера с микроконтроллером используется последовательный порт UART. Основной задачей картплоттера является определение координат и координат в заданных точках, скорости устройства, а также местоположения в конкретный момент времени.

Плата радиоканала реализована на плате CC1120DK. Основными достоинствами являются встроенный радиоканал, низкое энергопотребление, встроенный трехосевой акселерометр и возможность подключения платы расширения.

В процессе работы микроконтроллер получает с картплоттера данные о текущем местоположении, сравнивает их с точками, где необходимо провести батиметрическое измерение, и, если они не совпадают, отдает команду на двигатели. Если они совпадают, т.е. устройство находится в нужной точке, то производится измерение дна, после чего данные передаются через радиоканал на компьютер оператора, а устройство перемещается в следующую точку, где нужно снять глубину (рис. 2).



В настоящее время произведены сборка и отладка устройства, ведется подготовка к испытаниям на акваториях. В ходе испытаний будут получены экспериментальные данные.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *LPC1769*, datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nxp.com/documents/data_sheet/LPC1769_68_67_66_65_64_63.pdf, свободный.
- 2. *CC1120*, datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа:http://www.ti.com/lit/ml/swru290a/swru290a.pdf, свободный.
 - 3. GPS MAP 400/500. Серия. Руководство по эксплуатации.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Председатель секции — **Ехлаков Юрий Поликарпович,** зав. каф. АОИ, д.т.н., проф.; зам. председателя — **Сенченко Павел Васильевич,** декан ФСУ, доиент каф. АОИ, к.т.н.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

А.М. Данченко, В.С. Тараканов, В.В. Штерн, студенты каф. АОИ Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, к.т.н., доцент каф. АОИ г. Томск, ТУСУР, E-mail: danchenko ann@mail.ru

Расчет времени эвакуации людей из здания — это определение времени, за которое все люди, находящиеся в здании, должны его покинуть, не подвергнувшись воздействию опасных факторов пожара. Время эвакуации — один из важнейших показателей, использующихся при расчете индивидуального пожарного риска, определяющего, насколько обеспечена пожарная безопасность людей в здании [1].

Авторами статьи была разработана автоматизированная информационная система моделирования процесса эвакуации людей, предоставляющая расчет времени по индивидуально-поточной модели движения людей из здания [2].

На вход программа принимает планы зданий в форматах .shape и .dxf и предусматривает ввод количества людей для каждого помещения отдельно или их равномерное распределение внутри здания. Далее происходит построение оптимального по времени эвакуации пути до эвакуационного выхода для каждого человека и расчет времени эвакуации [3].

В качестве примера работы программы было проведено моделирование эвакуации на плане учебного корпуса ФЭТ ТУСУРа.

Особенностью моделирования эвакуации из учебного корпуса является относительно точное представление о численности и местонахождении людей внутри здания. Для проведения моделирования было выбрано время занятий, в каждый кабинет было расставлено соответствующее расписанию количество человек, которое должно там находиться в данный момент (рис. 1).

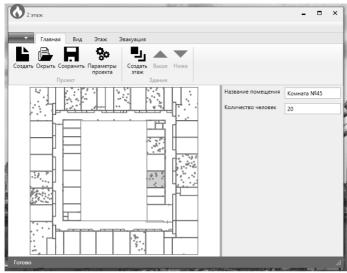


Рис. 1. Отображение местоположения людей на втором этаже

Был задан сценарий эвакуации: площадь горизонтальной проекции человека была выставлена в соответствии с моделируемым временем года (зимняя одежда) и учтен груз – небольшие сумки и портфели (рис. 2). Все эвакуационные выходы были отмечены как свободные.

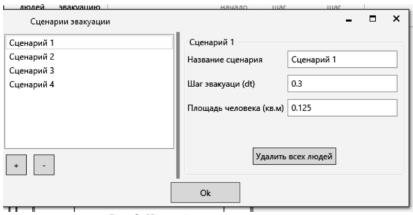


Рис. 2. Настройка сценария эвакуации

Эксперимент проводился для 659 человек и время эвакуации составило 492 с.

В итоге можно сделать следующие выводы:

- 1. Условия моделирования процесса эвакуации в данной системе можно максимально приблизить к реальным, что подходит для зданий, в которых в течение некоторого времени находится постоянный контингент людей определенного возраста (здания образовательных учреждений, научных организаций, органов управления).
- 2. Возможность блокировать эвакуационные выходы, а также учет и изменение горизонтальной проекции человека, в зависимости от времени года и предполагаемого груза, делает настройку моделирования более гибкой, предлагая проведение нескольких вариантов эвакуации.
- 3. Разработанная система подходит для моделирования и расчета времени эвакуации в зданиях нестандартной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Об утверждении* методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]. Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 (ред. от 12.12.2011). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 4.03.2015).
- 2. Данченко А.М. Применение индивидуально-поточной модели эвакуации при оценке рисков пожарной опасности в общественных зданиях / А.М. Данченко, В.С. Тараканов, В.В. Штерн // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники: период. науч. журнал. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2014. С. 167–171.
- 3. *Тараканов В.С.* Алгоритм поиска эвакуационных путей / В.С. Тараканов, А.М. Данченко, В.В. Штерн // Современные техника и технологии: сб. докладов XX Междунар. науч.-практ. конф.: В 3 т. Т. 2. Томск: Из-во Том. политехн. ун-та, 2014. С. 253–254.

РАЗРАБОТКА САЙТА НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЫ

Ю.В. Давыдова, студентка каф. АСУ

Научный руководитель С.Л. Миньков, доцент каф. АСУ, к.ф.-м.н. г. Томск, ТУСУР, yulia2108@inbox.ru

Целью данного проекта является разработка сайта нотариальной конторы, предназначенного для пользователей, которые хотели бы воспользоваться услугами нотариуса.

Сайт нотариуса должен:

обеспечивать посетителей необходимой презентационной информацией (тарифы, услуги выполняемые нотариусом, контактные данные, новости);

- обеспечивать посетителей возможностью удаленной записи и консультацией нотариуса;
- содержать форму обратной связи, позволяющую пользователям комментировать все записи и статьи, размещенные на сайте;
 - осуществлять поиск содержимой информации на сайте;
 - быть понятным и удобным.

В Томске пока нет ни одного сайта нотариальной конторы, поэтому на предварительной стадии работы был проведен анализ имеющихся в Рунете сайтов нотариусов и в качестве аналогов были выбраны шесть наиболее оптимизированных (таблица) [2–7].

Анализ сайтов нотариальных контор

Сайты нотариусов	Удобство интерфейса	Консультация но- тариуса online/заказ услуги	Просмотр часто задаваемых вопросов	Кнопка поиска со- держимого на сайте	Удобство просмотра информации по тарифам за соответствующее действие ствие	Предварительная запись online	Комментарии поль- зователей на сайте
Сайт нотариуса							
С.М. Елина,	+	+	+	_	_	_	-
г. Москва							
Сайт нотариуса							
С.В. Тарновской,	+	+	_	_	-	_	-
г. Красноармейск							
Сайт нотариуса							
Е.В. Степановой,	_	+	+	_	+	+	_
г. Королев							
Сайт нотариуса							
Н.В. Артемьевой,	+	+	+	_	_	_	_
г. Чита							
Сайт нотариуса							
С.А. Погодиной,	+	+	_	_	+	+	_
г. Котельники							
Сайт нотариуса							
И.А. Кузовковой,	_	+	_	_	+	_	_
г. Химки							

В качестве критериев сравнения были выбраны: удобство (простота и понятность) интерфейса, предоставляемые online-сервисы (возможность консультациии заказа необходимой услуги, а также предварительная запись на прием), функция поиска необходимой информации на сайте, удобство просмотра информации по тарифам за соответствующее действие, комментарии пользователей.

В ходе анализа данного перечня сайтов можно сделать вывод, что ни один из них не соответствует выбранным критериям на 100%.

Также хотелось бы отметить, что на трех из шести сайтов в разделе online услуг требуется заполнение персональных данных, что, как показывает проведенный автором опрос, часто вызывает недоверие клиента и его отказ от онлайн-контакта с нотариусом.

Главной задачей разработки web-сайта является поддержка и продвижение имиджа нотариуса в сети Интернет, привлечение новых клиентов, а также обеспечение доступности нотариальных услуг и возможности круглосуточного удаленного доступа к различного рода информации, возможности записи на прием.

Вся информационная составляющая сайта должна быть структурирована (разбита на основные разделы на каждом вложенном уровне), при этом количество наименований в каждом из разделов не должно превышать десяти, но, с другой стороны, следует избавиться от вложенных уровней третьего и выше порядков. Также возможна повторяющаяся информация в разных разделах.

Вся информация, размещающаяся на сайте, относится к открытой информации.

Она сгруппирована по следующим разделам:

- главная страница (общая информация, краткое содержание предоставляемых услуг, контакты);
- о нотариусе (информация о назначении на должность, лицензия, и история работы в нотариате);
- тарифы (таблица соответствия нотариального действия и цены за данную операцию);
- нотариальные действия (доверенности, договоры и соглашения, наследство и завещание, выезд детей за границу);
- контакты (контактная информация: адрес, с указанием места на карте, телефон);
- вопрос-ответ (наиболее часто задаваемые вопросы, сгруппированные по видам нотариальных действий).

Для удобного редактирования информации на сайте была использована система управления контентом WordPress. Она обеспечивает интерфейс для работы с содержимым сайта. Интерфейс системы рассчитан как на неподготовленного пользователя, так и на пользователя, знающего html, php. WordPress — это мощная платформа для персонального блоггинга. Она содержит отличный набор возможностей для того, чтобы максимально упростить процесс создания онлайнпубликаций, сделать его приятным и удобным [8].

Результатом данной работы является разработанный сайт нотариуса города Томска. Клиент может ознакомиться с услугами и тари-

фами на них, записаться на прием, заказать услугу и получить консультацию нотариуса on-line, что значительно экономит его время. Также на сайте осуществляется поиск содержимого и возможность комментирования страниц.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Организационные* основы деятельности нотариата [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://lawtoday.ru/razdel/biblo/pravoxranorg/DOC 074.php (дата обращения: 01.03.2015).
- 2. *Нотариус* г. Москвы С.М. Елин [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.not-msk.ru/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 3. *Нотариус* г. Красноармейска С.В. Тарновская [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://notarius-tarnovskaya.ru/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 4. *Нотариус* г. Королева Е.В. Степанова [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://notarius.korolev-net.ru/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 5. *Нотариус* г. Читы Н.В. Артемьева [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://artemyeva.net/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 6. *Нопариус* г. Котельники С.А. Погодина [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.not-pogodina.ru/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 7. *Нотариус* г. Химки И.А. Кузовкова [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.notarius-kuzovkov.ru/ (дата обращения: 01.03.2015).
- 8. Особенности WordPress [Электронный ресурс] Режим доступа: http://codex.wordpress.org/Особенности_WordPress (дата орбащения: 01.03.2015).

СОЗДАНИЕ САЙТА ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КАФЕДРЫ ПрЭ СРЕДИ АБИТУРИЕНТОВ

С.В. Дубов, студент каф. ПрЭ

Научный руководитель С.Г. Михальченко, зав. каф. ПрЭ, д.т.н. г. Томск. ТУСУР

В данный момент кафедра промышленной электроники испытывает острую нехватку абитуриентов. С целью решения этой проблемы и привлечения школьников не только в наш вуз, но и на нашу кафедру, проводятся различные программы, множество студентов-активистов ездят по школам не только Томской области, но и соседних регионов, но множество школьников пропускает мимо себя нужную информацию. Для того чтобы привлечь на нашу кафедру именно заинтересованных в электронике абитуриентов или потенциальных абитуриентов, и была создана группа ГПО. Моя задача как члена этой группы – разработка и создание профильного сайта.

Планы: создание мультимедийного сайта, который должен будет выполнять следующие функции:

- 1. Привлекать потенциальных абитуриентов внешним видом, для этого разрабатывается уникальный дизайн и различный динамический контент.
- 2. Наличие обратной связи. С этой целью будет реализована форма «вопрос/ответ», в которой все желающие смогут узнать интересующую информацию [1].
- 3. Статистика. Будет вестись сбор информации о посетителях сайта, создаваться база данных с таковыми и впоследствии сравнивание посетителей сайта с поступившими на первый курс студентами. Таким образом, возможно будет составить полезность нашего сайта и нашей программы в целом. Этот инструмент будет реализован посредством авторизации через социальную сеть «Вконтакте», в которой зарегистрировано большинство потенциальных абитуриентов, а также будет предоставлен альтернативный инструмент регистрации [2].
- 4. Динамичность и актуальность. Данный пункт возможно реализовать с помощью связи группы социальной сети «Вконтакте» и новостной части сайта [3].
- 5. Универсальность. Данный контент должен быть понятен и прост для использования не только потенциальными абитуриентами, но и их родителями [4].
- 6. Визуальность. В рамках сайта будет разработан 3D-тур по корпусам ТУСУРа с целью наилучшего представления об университете [5].
- 7. Раскрывать перспективы. Заходя на сайт, потенциальный абитуриент должен видеть перспективы, которые ему открываются после окончания кафедры ПрЭ, возможные варианты трудоустройства и начала карьеры.

Результаты работы: На данный момент готов тестовый интерфейс сайта (рис. 1), собственная возможность обратной связи (рис. 3), меню и структурированная база данных (рис. 2).



Рис. 1. Внешний вид сайта на данном этапе работы

Таблица 🔺			Дейс	ствие		1240	Строки 🗇	Тип	Сравнение	Размер	Фрагментировано
dle_admin_logs		6		3-6	m	×	18	MyISAM	cp1251_general_ci	3.8 KB	
dle_admin_sections		rii		3-6	Î	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	2 KB	-
dle_banned		1		3-6		×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_banners		1		3-6	T	×	1	MyISAM	cp1251_general_ci	2.2 KB	
dle_category		m m		3-6		×	1	MyISAM	cp1251_general_ci	2 KB	
dle_comments				3-6	m	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_complaint		r co		3-6	m	X	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K6	-
dle_email		e e		3-6	T	×	6	MyISAM	cp1251_general_ci	5.8 KB	
dle_files		m		3-6	T	×	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K5	
dle_flood		E		3-6	î	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	-
dle_ignore_list		1		3-6		×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K6	
dle_images				3-6	T	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_links				3-6	T	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_login_log		1		3-6	T	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_logs		m		3-6		×	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_lostdb				3-6	m	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_mail_log	圃	E		3-6		×	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K6	
dle_notice		1		3-6	T	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_pm		ra constant		3-6	m	X	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_poll		1		3-6	T	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_poll_log		m m		3-6		×	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K6	
dle_post				3-6	m	×	0	MyISAM	cp1251_general_ci	35.4 KB	7.4KB
dle_post_extras		rg .		3-6	T	X	0	MyISAM	cp1251_general_ci	4.1 KB	96Байт
dle_post_log		E		3-6	T	X	0	MyISAM	cp1251_general_ci	1 KB	
dle_question	1	rs	[2]	3-6	100	×	9	MyISAM	cp1251_general_ci	1 K5	

Рис. 2. Внешний вид базы данных

Обратная связ	.	
Кому:*	Admin (Администраторы)	
Тема:*		
Сообщение:*		
Введите код, показанный на изображении: *	обновить, если не виден код	0
	Отправить	

Рис. 3. Внешний вид обратной связи пользователей

Выводы. В результате выполнения проекта количество, а что не маловажно, и качество студентов должно повыситься, потому что данный сайт призван именно заинтересовать людей, которые предрасположены к данной сфере деятельности. Для этого разработаны специальные разделы сайта, призванные мотивировать и пробуждать интерес:

• Жизнь студента, в котором описываются все красочные стороны студенческого быта.

- Трудоустройство, в котором будут описаны все возможные вариации трудоустройства после окончания кафедры.
- Тур по университету, в котором будет содержаться 3D-туры по всем корпусам ТУСУРа.
- Сотрудничество, в котором будет содержаться информация о сотрудничестве кафедры с различными университетами и предприятиями.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Левин Д.Р.*, *Бароди К.Л.* Секреты web-дизайна. Киев: Диалектика, 1996. Т. 32. С. 25–28.
 - 2. *Армстронг Д.С.* Секреты Unix. Киев: Диалектика, 1996. Т. 42. С. 45–47.
- 3. *Семенов Ю.А.* Протоколы и ресурсы Интернет // Радио и связь. 1996. Т. 36. С. 128–144.
- 4. *Клечетов Ю.М.* Введение в разработку интернет-ресурсов // Радио и связь. 1998. Т. 16. С. 178–194.
- 5. *Клечетов Ю.М.* Работа с HTML 5 // Радио и связь. 2014. Т. 106. С. 207–304

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДОМ СКВАЖИННО-ПОДЗЕМНОГО ВЫШЕЛАЧИВАНИЯ

Н.А. Фёдоров, студент каф. ЭМИС

Научный руководитель А.Д. Истомин, доцент, к.ф.-м.н. г. Томск, ТУСУР, nfedorov1@gmail.com

Разработка месторождений с помощью скважинно-подземного выщелачивания (СПВ) является одним из наиболее эффективных, безопасных и экологичных методов добычи урана, цветных и редких металлов [1]. При СПВ через закачные скважины в пласт нагнетается химический реагент, способный растворять содержащие металл минералы. Раствор, пройдя часть продуктивного горизонта, через откачные скважины поднимается на поверхность и затем по трубопроводу транспортируется к установкам для переработки (экстракции).

Добычной комплекс является сложной геотехнологической системой, управление и контроль которой сопряжены с обработкой значительных объемов информации разного рода. Для обработки и хранения этих данных целесообразно использование специализированных геотехнологических информационных систем (ГТИС) [2, 3]. ГТИС должна обеспечивать сбор, хранение, и анализ актуальной, достоверной, согласованной информации:

- о состоянии и строении продуктивного горизонта;
- о состоянии и работе геотехнологических объектов добычного комплекса и узлов переработки продуктивных растворов.

В данной работе рассматривается ГТИС предприятия по добыче полезных ископаемых методом СПВ. Система состоит из базы технологических данных (БТД), содержащей всю необходимую информацию о работе, и набора модулей, предназначенных для решения определенных задач.

В рамках данной ГТИС ведется разработка модуля для химических лабораторий, обеспечивающего сбор, хранение, анализ и визуализацию информации, связанной с результатами химических проб, взятых на технологических объектах добычного комплекса.

Для создания модуля используется интегрированная среда разработки C++ Builder XE3. Пользовательский интерфейс разработанного модуля для химических анализов представлен на рис. 1. В качестве инструмента создания и сопровождения работы базы данных химических анализов была выбрана система управления базами данных Microsoft SQL Server 2014. Взаимодействие с базой данных осуществляется при помощи языка запросов SQL (Structured Query Language) через интерфейс прикладного программирования Microsoft ADO.

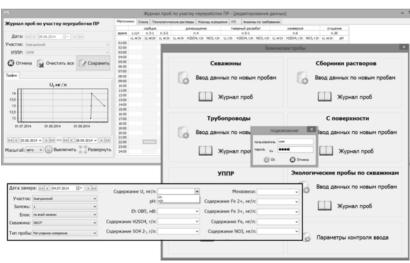


Рис. 1. Пользовательский интерфейс модуля для химических лабораторий

Модуль позволяет вести учет расходуемых в лаборатории реактивов. Обеспечивает ввод, просмотр и редактирование информации о

результатах химических анализов, а также позволяет производить по ней выборки в соответствии с рядом обозначенных критериев. Существует возможность генерации отчетов на основании произведенной выборки. При вводе и редактировании данных осуществляется контроль вводимых числовых значений, основывающийся на степени отклонения текущего значения от ряда предыдущих.

Использование модуля сделает более удобной обработку результатов анализов, уменьшит вероятность ошибки при вводе или редактировании данных, сделает возможным выполнение анализа полученных результатов, используя необходимые критерии и методики. Помимо этого, он позволит использовать информацию по химическим анализам другими модулями ГТИС (например, модулем, моделирующим геотехнологические процессы добычного комплекса). Внедрение ГТИС обеспечит контроль геотехнологических процессов и информационную поддержку управления добычей, что повысит эффективность работы добычного комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Лаверов Н.П., Абдульманов И.Г., Бровин К.Г. Подземное выщелачивание полиэлементных руд. М: Изд-во Академии горных наук, 1998. 446 с.
- 2. Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Чеглоков А.А. Программный комплекс для управления разработкой месторождения полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 8. С. 376—381.
- 3. Дементьев А.А., Бабкин А.С., Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г., Чеглоков А.А. Инновационная технология управления разработкой гидрогенных месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания // Вестник Российской академии естественных наук. 2013. №7. С. 28–35.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОДАННЫХ ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ В ГИС

А.В. Фоменко, П.Ю. Найданов, А.А. Урасова, студенты каф. АОИ Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, доцент каф. АОИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, fomenko.alexander94@gmail.com Проект ГПО АОИ-1403 «Мобильные сервисы»

Поддержка поэтажного планирования является неотъемлемым функционалом многих геоинформационных систем как предназначенных для ведения электронного генерального плана предприятия, так и направленных на расчетную деятельность или справочный ресурс [1].

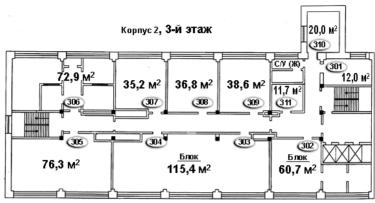


Рис. 1. Поэтажный план офисного помещения

Также и в ГИС вуза [2] (составная часть корпоративной информационной системы вуза, основанная на использовании поэтажных планов и схем земельных участков вуза и его инженерных коммуникаций) эта функция необходима для вывода наиболее полной и наглядной информации о кампусе университета. Однако в первую очередь важно решить проблему представления геоинформационных данных поэтажных планов в электронном виде. Существует два самых популярных и простых способа представления: контурный и площадной [3]. Оба способа основаны на векторных данных, но различаются парадигмой представления помещений. Рассмотрим каждый из них более подробно.

Контурный, или линейный, способ подразумевает представление аудиторий, комнат и всех остальных помещений с помощью отрезков фиксированной длины и расположения. Общее пространство этажа



(уровня над землей) разбивается на помещения отрезками, символизирующими стены и перегородки.

Рис. 2. Контурный поэтажный план

Данные о стенах хранятся в памяти в виде списка векторных отрезков, кривых или ломаных линий. Из минусов данного способа стоит отметить неудобство вычисления площади (одним из решений является трассировка луча) и сложность выбора границ помещения, так как линии в большинстве своём не взаимосвязаны друг с другом; также малейшая неточность в геоданных, как пример, на стыке стен может привести к неожиданным расчетам. Такое представление отлично подходит для задач, связанных со строительством: отрезки передают информацию о перегородках и количестве материала, нужного для их изготовления.

Иной путь представления данных о помещениях называется площадным. В этом случае комнаты дискретизируют пространство этажа на замкнутые полигоны, описываемые, в основном, списком вершин. При этом стиль визуализации может быть установлен для каждого объекта индивидуально, и, следовательно, становится доступным разделение на типы и категории.

Здесь в центре внимания непосредственно помещения, являющиеся отдельными объектами, информации о перегородках уже нет, только двери и окна. Границы комнат изначально определены конкретным образом, площадь полигонов фиксирована и легко вычислима [4]. Такой способ более близок и понятен простому обывателю, которому нужна информация именно о помещениях, а не стенах. Минусами такого подхода является неориентированность на незамкнутые помещения (две незамкнутых комнаты будут считаться за один полигон, что некорректно).

А преимуществом, кроме названных выше, является также ненадобность сложного расчета нахождения точки в пределах комнаты, так как задача на пересечение полигона ложится на платформу/ библиоте-

ку/ ГИС-фреймворк, работающий с полигонами.

Рис. 3. Площадный поэтажный план

Это ставит данный подход к представлению геоданных поэтажных планов на приоритетное место перед конкурентным для разработки пользовательских приложений.

Для добавления в WEB-ГИС вуза функции поэтажного плана была выбрана вторая, площадная, парадигма как наиболее подходящая к предметной области. Каждый этаж представляется списком объектов-полигонов, имеющих четкую обособленность друг от друга. Аудитории и хозяйственные помещения являются отдельными, не связанными друг с другом объектами, и могут иметь различные наборы свойств и инвентаря. Такой подход близок к объектно-ориентирован-ному представлению большинства данных в настоящее время, он более интуитивен и удобен в эксплуатации.

Оба подхода удобны и направлены на решение задач различного рода и тематики. Для WEB-ГИС вуза было выбрано площадное представление помещений, исходя из преимуществ этого метода и ориентированности программного обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Академия* САПР и ГИС [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.codecademy.com, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
- 2. *GIS-вуз* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.aoisoft.ru/gis-vuz.html, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
- 3. Этажные планы гражданских и строительных зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://alldrawings.ru, свободный (дата обращения: 02.03.2015).
- 4. *Межрегиональная* общественная организация ГИС-ассоциация [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gisa.ru, свободный (дата обращения: 03.03.2015).

МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА С МАНДАТНЫМ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА

Д.Э. Гладков, В.А. Дунаев г. Орёл, Академия ФСО России

В настоящее время в телекоммуникационной сфере все больше используются облачные вычисления (cloud-технологии), так как позволяют собрать в одно целое многие программные и аппаратные реализации в одном едином решении, что уменьшает финансовые затраты, повышает удобство пользования этими средствами, создает возможность доступа к сервисам из любой точки планеты при наличии подключения к Интернету. Однако вопросы разграничения доступа в таких системах, как правило, остаются нерешенными. С другой сторо-

ны, использование в качестве операционной системы AstraLinuxSE во многих организациях, где существует необходимость разграничения доступа, делает необходимым разработку решений по созданию защищенных облачных сервисов с мандатным разграничением доступа на основе AstraLinuxSE [1, 2].

Актуальность данной технологии заключается в том, что облачные вычисления дают множество преимуществ, таких как сокращение финансовых затрат для конечных пользователей, повсеместная доступность при наличии подключения к Интернету, экономия времени. Конечному пользователю достаточно только подключения к удаленному рабочему столу, где хранятся все его личные данные. Мандатное разграничение прав доступа позволяет организовать доступ удаленных пользователей только к необходимым для них ресурсам.

В настоящее время в открытом доступе отсутствует комплексная методика, совмещающая настройку облачного сервиса для защищенной операционной системы AstraLinuxSE с конфигурированием мандатного разграничения доступа. Имеющиеся подходы ограничиваются обобщениями по установке и настройке гипервизоров и открытой структуры OpenStack, необходимой для развертывания облака [3, 4].

Предлагаемая авторами методика, совмещающая в себе установку и настройку гипервизора, развертывание облака и конфигурирование мандатного разграничения доступа, позволяет создавать защищенное взаимодействие с рабочим столом удаленных пользователей, при котором участники взаимодействия получают доступ к ресурсам в соответствии с их полномочиями.

В настоящей методике делается попытка интеграции облачных вычислений и защищенной ОС AstraLinuxSE.

На рис. 1 представлена обобщенная структура организации защищенного удаленного доступа к рабочим столам. Методика для реализации этой структуры в общем виде должна содержать следующие шаги [5]:

- 1. Установка гипервизора KVM (в новых версиях является частью OC Linux).
- 2. Установка интерфейса виртуализации (библиотека libvirt) для более простого управления виртуальными машинами.
- 3. Для организации работы виртуальных машин необходимо установить OpenStack, а именно, самый главный компонент Nova, отвечающий за распределение ресурсов виртуальной машины, работоспособность, соединение с внешним миром, управление гипервизором и доступом к нему.

Полученные результаты позволят организовать защищенное удаленное взаимодействие пользователей с рабочими столами Astra-

LinuxSE, разграничить доступ этих пользователей к виртуальным машинам и данным.

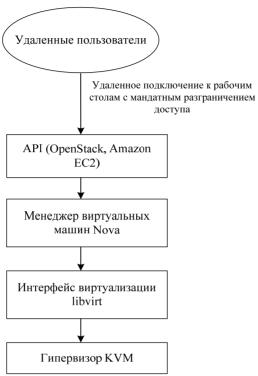


Рис. 1. Структура организации удаленного доступа к рабочим столам

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Облачные* вычисления: Инфраструктура как сервис (Infrastructureas a Service, IaaS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibm.com Заглавие с экрана (дата обращения: 20.02.2015).
- 2. *Облачные* вычисления: Основы [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibm.com Заглавие с экрана (дата обращения: 20.02.2015).
- 3. *Гипервизоры*, виртуализации и облако: О гипервизорах, виртуализации систем и о том, как это работает в облачной среде [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibm.com Заглавие с экрана (дата обращения: 20.02.2015).
- 4. Знакомство с OpenStack: архитектура, функции, взаимодействия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ibm.com Заглавие с экрана (дата обращения: 20.02.2015).
- 5. Защищенная облачная платформа [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://astra-linux.com Заглавие с экрана (дата обращения: 20.02.2015).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА, ПЕРЕДАЧИ И РЕШЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ, ВОЗНИКШИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО И КРУПНОГО ТИПА

А.В. Волос, М.С. Герасимова, Е.А. Гольцова, М.Г. Крашенинников, студенты каф. АОИ

> Научные руководители: П.В. Сенченко, доцент, к.т.н., Ю.Б. Гриценко, доцент, каф. АОИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, goltsowa.katia@yandex.ru Проект ГПО АОИ-1401 «Информационная технология диспетчеризации аутсорсинговых услуг»

Во времена стремительного развития информационных технологий почти у каждого сотрудника на производстве есть в наличии компьютер и у каждого рабочего рано или поздно появляются проблемы, которые решаются обращением к другим рабочим компании, числящимся в сторонних отделах предприятия [1].

По независимым наблюдениям известно, что немалое количество временных ресурсов сотрудников уходит на взаимодействие друг с другом. В настоящее время существуют системы, управляющие заявками сотрудников предприятия, но большинство из них ориентировано на ИТ-инфраструктуру предприятия.

Проанализировав имеющиеся системы, было решено создать собственный программный комплекс, главной целью которого является создание единой автоматизированной платформы для приема, передачи и решения инцидентов различных типов, которые могут возникнуть в любых отделах предприятия. Будущая автоматизированная система управления заявками сотрудников предприятия предназначена для обеспечения устойчивой работы всех отделов организации, оперативного реагирования на неполадки путем предоставления сервисов, позволяющих формировать запросы на получение поддержки от специалистов различных отделов предприятия. Система должна быть доступна каждому сотруднику компании, через которую он может заявить о своей проблеме либо решить проблему другого сотрудника. Все обращения регистрируются в единой базе, каждая заявка имеет свой идентификационный номер. Но автоматизированный ввод инцидентов самими пользователями не отменяет наличия администратора системы, поскольку в ряде случаев пользователь просто не имеет возможности завести заявку (инцидент) для автоматической обработки. Таким образом, неотъемлемой частью работы системы является администратор, главной функцией которого является обработка и распределение заявок между сотрудниками [2].

Для того чтобы выяснить, как отделы крупного учреждения взаимодействуют друг с другом, мы решили задать следующие вопросы сотрудникам ТУСУРа:

- 1) Приходится ли вам взаимодействовать по рабочим вопросам с сотрудниками различных отделов ТУСУРа? Как часто?
- 2) С помощью каких средств вы взаимодействуете с сотрудниками ТУСУРа?
- 3) Сколько времени у вас отнимает поиск нужного сотрудника, который способен помочь вам в вашем вопросе?

В опросе принимали участие: финансовый отдел, юридическая служба, управление обеспечения качества ИИ, отдел менеджмента качества НИЧ, отдел международного сотрудничества, управление маркетинга, библиотека, деканаты факультетов.

В ходе опроса мы выяснили, что работа в любой организации, включая ТУСУР, подразумевает под собой обязательное взаимодействие с сотрудниками подразделений, это входит в обязанности работников разных подразделений. Сотрудники взаимодействуют довольно часто. Периодичность зависит от разных факторов. Время, которое сотрудники тратят на установление связи с нужным работником, отличается в зависимости от занимаемой должности. Технических сотрудников вуза, которые постоянно находятся на своем рабочем месте по роду своей деятельности (отдел кадров, бухгалтерия, ФАО, секретари), искать не приходится. Сложнее найти для решения рабочих вопросов преподавателей, ведущих занятия у студентов, или заведующих кафедрами. Порой, на поиск уходит неделя или больше.

Наша система поможет повысить эффективность решения проблем (в первую очередь временную) между отделами предприятия среднего и крупного типа.



Для легкой адаптации системы под нужды различных предприятий, была создана система справочников, позволяющая администратору добавлять отделы и типы заявки в зависимости от структуры предприятия (рис. 1).

Рис. 1. Окно справочников

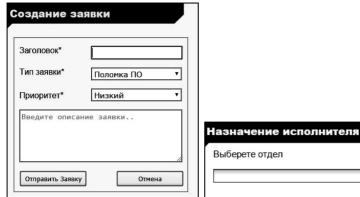


Рис. 2. Окно созлания заявки



специалистов

Схема работы системы автоматизации приема, передачи и решения инцидентов следующая [3]:

- 1. Сотрудник обращается в систему и отправляет заявку об инциденте (рис. 2).
- 2. Администратор выполняет анализ заявки и назначает исполнителя (рис. 3).
 - 3. Решение проблемы исполнителем.
 - 4. Оповещение сотрудника о закрытии инцидента.

Заключение. На данном этапе работы в системе реализованы базовые функции, по завершении разработки планируется, что принципы программного продукта позволят:

- 1) пользователям решать вопросы самостоятельно, без привлечения сотрудников службы технической поддержки;
- 2) специалистам быстро разрешать проблемы, схожие с уже возникавшими, за счет использования системы отчетности;
- 3) сократить время решения инцидентов, что в свою очередь сократит затраты на оплату трудовых ресурсов;
- 4) при помощи отчётности системы выявлять закономерности в потоке поступающих запросов, что поможет выделить слабые места в структуре предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Интернет-конференция ГПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gpo-conference.tusur.ru/ (дата обращения: 26.02.2015).
- 2. Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Лазарев И.В., Милихин М.М., Сенченко П.В. Интерфейс взаимодействия геонформационных технологий ведения

электронного генерального плана со сторонними программными // Доклады ТУСУРа. Томск: Изд-во ТУСУРа, 2013. С. 129–134.

3. Герасимова М.С., Гольцова Е.А., Крашенинников М.Г. Информационная технология аутсорсинговых услуг в системе управления предприятием // Перспективы развития информационных технологий: матер. 20-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2014. С. 80–88.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ

А.С. Извозчикова, Р.Ю. Ильясов, студенты каф. АСУ Научный руководитель В.А. Ефремов, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, alina iz@mail.ru, izanamidan@gmail.com

Целью данного проекта является проектирование и разработка веб-сайта и мобильного приложения, которые способствуют повышению уровня финансовой грамотности населения Томской области. Данный проект реализуется при поддержке Департамента финансов Томской области, некоммерческого партнерства «Финансы Коммуникации Информация» и должен представлять собой систему для учета и контроля личных финансов, ориентированную на максимально широкий круг пользователей. Разработанный сайт должен предоставлять пользователям возможность быстрого и удобного внесения транзакций, отличаться от аналогов простотой и доступностью, а также способствовать аккумуляции денежных средств и рациональному их расходованию пользователем [1].

Основные компоненты приложения:

- Финансовое состояние наличные средства, задолженности, средства на счетах, курс валют, выполнение транзакций.
- Календарь события, записи и напоминания (дни рождения, события, запланированные платежи).
 - Учет журнал операций, счета, отчеты.
 - Планирование списки покупок, финансовые цели, бюджет.
- Настройки возможность настраивать необходимые функции и параметры для своей учетной записи.

Финансовое состояние отображает денежные средства пользователя, это его доступные средства и долги. Также здесь пользователям предоставлена возможность привязать счета к картам банка. Например, при оплате услуги или покупки карточкой очень удобно сразу отобразить операцию в системе. Это облегчает учет финансов и позволяет отображать фактическое состояние счетов и наличных средств.

Все финансовые изменения обрабатываются с помощью выполнения транзакций, будь это расходы, доходы или же переводы между собственными счетами.

Все основные события, записи и пометки можно добавлять в календарь. Календарь может отображать как обязательные платежи, например коммунальные услуги, так и любые другие события (дни рождения, напоминания). Пользователь при необходимости может установить уведомления для таких событий. В итоге календарь помогает не только планировать расходы и доходы, но также дает возможность никогда не забыть или пропустить важное для вас событие, мероприятие или же совершить обязательные покупки, платежи.

Учет — раздел, предоставляющий информацию по всем операциям, которые проводились пользователем. Здесь пользователь может просмотреть журнал операций, который отображает все транзакции в данной учетной записи. Это помогает более наглядно отследить все свои расходы и доходы. Также в этом разделе пользователю предоставляется возможность создавать и настраивать свои счета, будь это виртуальный счет для накоплений или же настоящий счет в банке. При необходимости пользователь может получить детальный отчет о всех проведенных операциях в системе.

Планирование – один из самых важных пунктов при введении семейного бюджета. Планирование помогает распределить все свои расходы и доходы наиболее рационально. Здесь можно выделить 2 компонента

- Планирование бюджета. Здесь мы предоставляем некоторые самые популярные методики планирования. Это обычный метод, метод «Половина-половина», метод 4 конверта, модифицированный метод 4 конвертов, метод «кувшинов», метод «60-10-10-10-10» и метод «50-30-20». Пользователю предоставляется возможность попробовать одну предложенных методик планирования бюджета.
- Создание списков покупок или финансовых целей (накоплений). Пользователю предоставляется возможность составления списка покупок. Использование таких списков облегчает планировать обязательные покупки, например, при походе в магазин. Накопления представляют собой счет, на который мы будем откладывать средства для нашей финансовой цели. Финансовые цели это дорогостоящие покупки, на приобретение которых необходимо откладывать деньги.

Работа в системе может осуществляться в двух режимах: через мобильное приложение или посредством интернет-сайта.

1. Мобильное приложение. Пользователь скачивает приложение, проходит авторизацию и далее работает в системе.

2. Интернет-сайт. В этом случае пользователь проходит авторизацию на сайте и далее получает доступ к своей учетной записи, где может выполнять необходимые ему операции.

При разработке системы управления личными финансами использовались следующие языки программирования, технологии, библиотеки: HTML, CSS, JavaScript, jQuery, Twitter Bootstrap, PostgreSQL, Django [2], Python [3], Node.js, ApacheAnt, SDK, PhoneGap.

Повышение финансовой грамотности населения — это проект мирового масштаба, интенсивно реализуемого Всемирным банком. Актуальность проекта в первую очередь обусловлена массовой закредитованностью населения, которое не способно выплачивать взятые на себя денежные обязательства. Такая обстановка не может измениться в лучшую сторону без должного уровня правового и финансового сознания отдельного индивида [4]. Система учета и контроля личных финансов — это проект, который имеет именно социальную направленность и способен повысить уровень финансовой грамотности населения.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Вора П. Шаблоны проектирования веб-приложений / Пер. с англ. М. Райтман. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 576 с.
- 2. *Чан У., Биссекс П., Форсье Д. Django*. Разработка веб-приложений на Python = Python Web Development with Django / Пер. с англ. А. Киселёв. СПб.: Символ-Плюс, 2009. 456 с.
- 3. *Лутц М.* Изучаем Python. 4-е изд. Пер. с англ. А. Киселёв. СПб.: Символ-Плюс, 2011. 1280 с.
 - 4. Терехова В.А. Финансовый учет: краткий курс. СПб.: Питер, 2005. 368 с.

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ СЛОВА ПО НЕСКОЛЬКИМ ПРЕДЫДУЩИМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ МАР-REDUCE

М.А. Карпенко, студент каф. ЭМИС, Ю.А. Болотова, доцент каф. ВТ НИТПУ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, km@tpu.ru

Синтез методов машинного обучения с анализом больших данных представляет собой активно развивающееся направление современных информационных технологий. Потребность создания новых инструментов и методов обработки данных на стыке этих двух областей обусловлена ростом объемов накопленной информации, использующейся для обучения. Все чаще для хранения данных используют распределённые системы, и, как следствие, требуются новые подходы к реализации существующих алгоритмов машинного обучения.

В основе анализа текстов на естественных языках лежат статистические характеристики последовательности слов в текстах. Классической задачей в данной области является предсказание следующего слова по нескольким предыдущим. Базовой моделью, используемой для решения этой задачи, является так называемая N-gram модель, предложенная еще в 80-х годах [1]. На сегодняшний день в качестве альтернатив N-gram модели активно используются нейронные сети [2].

В данной работе решается задача предсказания четвертого слова по трём предыдущим. Традиционно в качестве обучающих данных для решения подобных задач выступают энциклопедические статьи и сохраненные веб-страницы, представляющие собой большие объемы информации и требующие распределенного хранения. Моделирование в этой работе произведено на ограниченной выборке составляющей 372550 4-gram и размером словаря 250 слов.

Ведущей на данный момент моделью распределенных вычисления является MapReduce. Это модель программирования, предложенная Google для обработки массивных наборов данных [3]. Она также используется для параллельных вычислений на большом количестве вычислительных узлов. Одной из основных реализаций MapReduce является фреймворк с открытым исходным кодом Арасhe Hadoop. Также на сегодняшний день набирает популярность и активно развивается более гибкий и более адаптированный для реализации итеративных алгоритмов Арасhe Spark [4].

Существует несколько подходов к обучению нейронной сети: онлайн режим, когда изменение весов происходит после обработки одного элемента из обучающей выборки, и пакетный режим, когда изменение весов происходит после обработки заданного количества примеров. Пакетная обработка подходит для модели MapReduce наилучшим образом [5].

Таким образом, весь набор данных разбивается на заданное количество частей и распределяется по узлам кластера. На этапе «Мар» на каждом узле происходит обучение локальной нейронной сети на локальных данных. Затем выполняется шаг «Reduce», в результате которого происходит усреднение полученных от узлов кластера значений весов локальных нейронных сетей [6]. Затем итерация повторяется с новыми значениями весов нейронной сети.

В данной работе реализовано распределенное обучение нейронной сети для предсказания 4-го слова в тексте с использованием фреймворка Apache Spark. В ходе обучения сети было исследовано поведение коэффициента ускорения процесса обучения в зависимости от числа машин в кластере (рис. 1). Из рис. 1 видно, что, например,

при использовании трех машин скорость обучения увеличивается в 2 раза, при использовании пяти машин – в 3 раза.

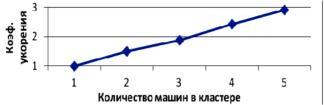


Рис. 1. Ускорение процесса обучения сети в зависимости от количества машин в кластере

На рис. 2 изображены графики сходимости предложенного метода в зависимости от числа эпох. Таким образом, наилучшей сходимостью по эпохам обладает нейросеть, обученная на одной ноде.

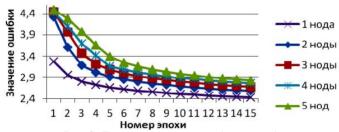


Рис. 2. Динамика сходимости (по эпохам)

На рис. З приведен график значений сходимости от времени, из него видно, что сходимость метода зависит только от времени, т.е. при обучении как на двух, так и на пяти нодах за одно и то же время будет достигнута одинаковая точность. Следовательно, распределенное обучение не ухудшает качество обучения сети, позволяя обучать сеть распределенно на больших объемах данных.

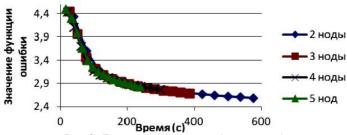


Рис. 3. Динамика сходимости (по времени)

Опираясь на полученные результаты, можно сделать выводы, что в результате реализации распределенного обучения нейронной сети для предсказания слова по нескольким предыдущим:

- 1) время обучения сети при увеличении машин в кластере сокрашается:
 - 2) динамика сходимости за эпоху ухудшается;
- 3) но динамика сходимости за одинаковое время остается постоянной.

Следовательно, рассмотренный алгоритм позволяется обучать нейронную сеть на больших распределенных данных без потери эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Jelinek F., Mercer R.L.* Interpolated Estimation of Markov Source Parameters from Sparse Data // Pattern Recognition in Practice. 1980. C. 381–397.
- 2. Bengio Y. et al. A neural probabilistic language model // The Journal of Machine Learning Research. 2003. Vol. 3. P. 1137–1155.
- 3. Dean J., Ghemawat S. MapReduce: simplified data processing on large clusters // Communications of the ACM. 2008. Vol. 51. No. 1. P. 107–113.
- 4. Zaharia M. et al. Spark: cluster computing with working sets // Proceedings of the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing. 2010. P. 10–15.
- 5. Liu Z., Li H., Miao G. MapReduce-based backpropagation neural network over large scale mobile data //Natural Computation (ICNC), 2010 Sixth International Conference on. IEEE, 2010. Vol. 4. P. 1726–1730.
- 6. Binhan Z., Wenjun W., Xiangfeng Z. Training Backpropagation Neural Network in MapReduce // Proceeding (s) of International Conference on Computer, Communications and Information Technology (CCIT 2014). 2014. P. 22–25.

СИСТЕМА «ОБЛАЧНОГО» ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

В.С. Масляев, студент, М.Е. Паршевникова, студентка Научный руководитель П.В. Сенченко, доцент каф. АОИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, mavose@rambler.ru

В настоящее время в большинстве органов управления Томской области в качестве систем электронного документооборота используются локальные системы, на содержание которых уходит большое количество финансовых затрат. Для содержания подобной системы организации необходимо иметь собственный сервер, где данная система размещается, а также минимум одного сотрудника для поддержания ее качественной работы. Для улучшения сложившейся ситуации проанализируем использование системы «облачного» электронного докумен-

тооборота. Для этого опишем структуру подобных систем, а также определим их достоинства и недостатки.

Любая современная система электронного документооборота построена на основе трехзвенной архитектуры (рис. 1). В основании находится СУБД и при необходимости система криптографической защиты. Второй и третий уровни занимают системные и прикладные сервисы, а также сервер приложений. Иногда в отдельный уровень можно выделить интерфейсные решения, позволяющие создать мак-



симально функциональный интерфейс для конкретного устройства, например настольного ПК, планшетного компьютера, мобильного телефона и т.п.

Рис. 1. Структура системы «облачного» электронного документооборота

Выделим основные преимущества систем на основе «облачных» технологий [1]:

- Отсутствие необходимости установки программных приложений на рабочих местах.
- Серьезное сокращение затрат на развёртывание системы в организации, на техническую поддержку и обновление системы.
- Большие возможности для аутсорсинга обслуживания информационной инфраструктуры.
 - Высокая скорость внедрения.
- «Прозрачность» платежей провайдеру программного решения и отсутствие проблем с покупкой лицензий на программное обеспечение.
 - Многоплатформенность программных приложений.
- Системы позволяют нескольким организациям работать в них параллельно, при этом разграничивая доступ политикой ролей.

Определим требования к системе [2]:

- -100%-й охват специалистов и руководителей рабочими местами системы электронного документооборота.
- Наличие модуля управления документацией, развернутого на базе мобильных устройств планшетных компьютеров и ноутбуков.
- Разработка механизмов контроля исполнительской дисциплины, доступных для руководителей всех уровней управления.
 - Наличие механизма электронного согласования документов.

- Организация внутреннего безбумажного документооборота, автоматическая регистрация всех внутренних документов.
 - Ввод в систему и создание электронных документов.
 - Печать необходимых документов и карточек к ним.
 - Просмотр нужных документов.
- Оперативный поиск документов по самым различным параметрам (по дате, контрагенту, названию, фразе или даже отдельным словам).
 - Невозможность удаления документов из системы.
 - Высокая производительность.
- Снижение трудозатрат на передачу документа конечному исполнителю.
- Максимальное упрощение установки рабочего места клиента системы электронного документооборота.

Недостатки подобных систем:

- Не все информационные системы могут быть переведены в «облако». «Облачный» вариант существования для некоторых из них просто нецелесообразен. К таким системам можно отнести: системы, работающие с производственным и иным специфичным оборудованием, в том числе системы реального времени, высокоинтегрированные системы, заказные системы, разработанные 15–30 лет назад. Данные системы могут использовать устаревшее оборудование, не поддерживаемые операционные системы, зачастую сам разработчик уже прекратил их поддержку. Системы, обеспечивающие жизнедеятельность предприятия. Это системы, простой которых может привести к катастрофическим последствиям или потере бизнеса.
- Проблема надежности соединения с интернет-провайдером. При использовании онлайн-сервисов компания попадает в зависимость от доступности, скорости, надежности интернет-соединенния. Чтобы оценить этот риск, нужно определить его вероятность и ущерб. Самый очевидный вариант минимизации этого риска организация резервного соединения.
- Проблема доверия к компании, предоставляющей данный сервис. «Облачные» системы только начинают развиваться в Российской Федерации, поэтому пользователи относятся к ним с опасением. К тому же организации беспокоит безопасность данных систем, ведь информация отдается на хранение и обработку другой компании.

К достоинствам предложенных программных решений отнесем широкое применение технологий виртуализации, при этом использование «облачной» модели снимает с организации все заботы по поддержке информационной инфраструктуры, эта задача ложится на компанию, предоставляющую сервисы. Также конечный пользователь становится не привязанным к рабочему месту, получает доступ к сис-

теме с помощью сети Интернет, появляется возможность воспользоваться системой, используя мобильный телефон или планшет. Стоимость использования сервиса будет определяться абонентской платой и платой за поддержку работы пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Ковшов Е.Е., Мартынов П.Н., Горяева О.В., Чугреева Е.Е. «Облачные» вычисления при управлении инновациями и интеллектуальной собственностью промышленного предприятия // Вестник МГТУ «Станкин». 2012. С. 124–128.
- 2. Ибрагимов Н.Г., Беспалов А.П., Седунов А.В., Ситников Е.А., Киямов А.Г. Система электронного документооборота «Практика»: опыт внедрения и перспективы развития: Сб. науч. тр. Татнипинефть. 2014. Вып. 82. С. 100–104.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГИС КАК СЕТЕВОЙ СЕРВИС

М.М. Милихин, аспирант, М.М. Рычагов, студент

Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, к.т.н., доцент каф. АОИ г. Томск, ТУСУР, каф. АОИ, milikhin@gmail.com

На сегодняшний день геоинформационные системы (ГИС) являются неотъемлемой частью общественной жизни. За последние десятилетия ГИС прошли путь развития от узкоспециализированных картографических приложений до становления частью геоинформационной инфраструктуры [1]. ГИС используются для решения все большего числа таких задач, как навигация и определение местоположения в пространстве, обеспечение наглядности представления информации, анализа пространственных данных и в качестве инструментов поддержки принятия решений [2, 3].

Современный уровень развития геоинформационных систем характеризуется переходом к новым формам организации хранения и эксплуатации пространственно-временных данных, созданию национальных и межнациональных инфраструктур пространственных данных. В сфере задач оперативной обработки пространственных данных, как и в области информационных технологий в целом, наблюдается тенденция переноса ресурсоемких приложений в среду облачных вычислений [3].

Использование облачных технологий позволяет освободить потребителей ГИС-сервисов от необходимости обслуживания программно-аппаратного обеспечения, требуемого для организации вычислений, и, таким образом, сократить расходы на внедрение ГИС в эксплуатацию. В настоящей работе рассмотрена возможность применения сетевых сервисов для решения задач ведения электронного генерального плана предприятия (ЭГП). Для этого среди существующих облачных решений на рынке геоинформационных систем на основании обзора в [4] авторами были выбраны ArcGIS Online, GIS Cloud и CartoDB как наиболее полно удовлетворяющие требованиям ГИС ЭГП.

В качестве критерия соответствия облачных решений предъявляемым со стороны потребителей требованиям рассмотрим наличие базовых функциональных возможностей для формирования, ведения и эксплуатации ЭГП, к которым относятся [5]:

- 1. Создание и редактирование пространственно-атрибутивных объектов собственными средствами ГИС ЭГП.
- 2. Организация и поддержка ролевого многопользовательского доступа к данным.
- 3. Отображение локальных данных пользователей без необходимости их загрузки в облако.
- 4. Подключение картографических подложек, предоставляющих основу визуализации данных, таких как Google Maps и OpenStreetMap.
- 5. Возможность подключения сторонних (локальных) баз данных пользователя.
- 6. Поддержка программным обеспечением мобильных устройств и оптимизация пользовательского интерфейса ГИС для работы на сенсорном дисплее.
 - 7. Возможности тематической картографии.
- 8. Возможность разработки или создания с использованием графического интерфейса аналитических отчетов на основе доступных пространственно-атрибутивных данных.

Результаты проведенного сравнения (таблица) показали, что среди представленных на рынке облачных решений нет ни одного, полностью удовлетворяющего требованиям современной инженерной ГИС.

Сравнение существующих облачных ГИС на основании выбранного набора критериев

№ критерия по списку / ГИС	ArcGIS online	GIScloud	CartoDB
1	+	+	+
2	-	_	_
3	-	_	_
4	+	+	+
5	-	+	_
6	-	+	+
7	+	+	+
8	_	_	+

Авторами статьи предложен новый подход к разработке сетевой ГИС WGS4. Online, построенной на базе геоинформационной системы ведения электронного генерального плана WGS4, разрабатываемой коллективом кафедры АОИ Томского университета систем управления и радиоэлектроники. Ключевой особенностью данного подхода является архитектура программной системы WGS4. Online, которая предоставляет возможности организации ролевого регламентированного доступа к функциям и данных ГИС, а также работы с пользовательскими данными, хранящимися локально на устройстве пользователя без предварительной загрузки в облачное хранилище.

Заключение. Современный уровень развития информационных технологий и геоинформатики характеризуется активным развитием облачных технологий и их применением в области веб-картографии. В то же время проведенный анализ существующих решений в области сетевых геоинформационных сервисов, представленный в настоящей работе, продемонстрировал их недостаточное соответствие требованиям ГИС электронного генерального плана инженерных сетей.

Авторами статьи предложено собственное конкурентное решение на базе ГИС WGS4, позволяющее совместить в себе преимущества облачных технологий и функциональность современных клиент-серверных систем ведения ЭГП.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Steiniger S., Hunter A.J.S. Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure //Geospatial free and open source software in the 21st century. Springer Berlin Heidelberg, 2012. P. 247–261.
- 2. *Гриценко Ю.Б.* Программное обеспечение организации запросов к электронному генеральному плану инженерной инфраструктуры // Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции, 2012. Т. 4, № 2. С. 40–43.
- 3. Кошкарев А.В. Виртуальная ГИС-лаборатория как инструмент анализа пространственных данных / А.В. Кошкарев и др. // Труды Института системного программирования РАН [Электронный ресурс]. URL: http://cyberleninka.ru/article/n/virtualnaya-gis-laboratoriya-kak-instrument-analiza-prostranstvennyh-dannyh (дата обращения: 13.03.2015).
- 4. Spatial Vision hosts «Mapping the Cloud» webinar. [электронный ресурс] // Spatial Vision | Innovative geospatial solutions. URL: http://www.spatialvision.com.au/index.php/about-spatial-vision/our-company/663.html (дата обращения: 13.03.2015).
- 5. *Ехлаков Ю.П.* Автоматизация технологий формирования и мониторинга электронного генерального плана инженерной инфраструктуры // Ю.П. Ехлаков, Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2 (24), ч. 2. С. 171–175.

УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ ПОТОКОВ ДАННЫХ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О.Ю. Миронов

г. Орёл, Академия ФСО России, dunaev-ktn@yandex.ru

Основной целью функционирования мультисервисных сетей связи (МСС) промышленного назначения (ПН) является передача информации в виде команд технологического управления (ТУ), а также инфокоммуникационное обеспечение потребителей (должностных лиц) с соблюдением требований по обеспечению гарантий качества обслуживания (КО). Перспективная транспортная инфраструктура корпорации или распределенного хозяйствующего субъекта, обеспечивающая передачу потоков данных МСС ПН, реализует, как правило, технологию MPLS (Multi Protocol Label Switching). В настоящее время опыта применения технологии MPLS для реализации МСС ПН еще не достаточно. Необеспечение гарантированного КО передачи команд ТУ может привести к нарушению производства, что обусловливает финансовые потери предприятия.

В общем случае задача гарантированного обслуживания команд ТУ и потоков данных решается выделением требуемого объема ресурсов каждому изолированному соединению в сети. В реальных сетях вид кривой поступления входящего потока данных обусловлен алгоритмами формирования трафика «дырявого ведра», «ведра жетонов» [1, 2] и их модификаций. Одной из выявленных особенностей функционирования узла доступа к ТСКП с управлением ресурсами при изолированном обслуживании потоков данных является переоценка требуемых ресурсов, в некоторых случаях в разы превышающая достаточные значения. Такое явление называют «заброс трафика» [3]. Кроме отмеченного недостатка, модель управления доступом при изолированном обслуживании потоков данных в узлах доступа к ТСКП не может быть масштабируема на магистральные сети из-за потенциально большого количества обслуживаемых потоков.

Прогресса в области управления трафиком можно добиться путем построения системы управления доступом (СУД) потоков данных с учетом эффекта группирования потоков. Группированный поток, обрабатываемый при передаче мультисервисного трафика в ТСКП, обслуживается по классу наивысшего требования к уровню обслуживания входящего в него потока. Согласно концепции характеризации трафика групповых потоков, представленной в RFC 2216 [4], для аналитического описания группированного потока, поступающего с выходного порта узла доступа (маршрутизатора) в ТСКП, сумма *п* пото-

ков, специфицированных как TSpec, описывает суммарную кривую поступления (СКП) следующим образом:

$$A_{\text{CK}\Pi}(t) = \sum_{i=1}^{n} (r_i, b_i, p_i, L_i) = (\sum_{i=1}^{n} r_i, \sum_{i=1}^{n} b_i, \sum_{i=1}^{n} p_i, \max(L_i)),$$

где $\max(L_i) = L_{mtu} (L_{mtu} - \text{размер блока данных максимальной длины из всех обслуживаемых потоков).}$

Для упрощенной модели источника, использующей одиночные «ведра жетонов», при описании изолированных потоков типа CBR (нагрузка, которая на выходе характеризуется как «с постоянной скоростью передачи»), поступающих на узел IntServ от множества источников с $lb_i(r_i,b_i)$ и $t_{\max i}$, и общая пропускная способность, необходимая для изолированного обслуживания n потоков, может быть рассчитана как

$$R_{lb}^{\text{M3}}(n) = \sum_{i=1}^{n} \frac{b_i + \Delta_C \sum}{t_{\max i} - \Delta_D \sum_i},$$

где $t_{\rm max}$ — требуемое значение задержки пакетов «из конца в конец», в узлах коммутации, функционирующих в архитектуре IntServ; Δ_C — параметр, учитывающий ошибку, зависящую от скорости передачи и определяющую размер задержки пакета, проходящего «из конца в конец»; Δ_D — ошибка, зависящая от дисперсии времени прохождения пакета некоторого потока через конкретный узел коммутации. Тогда для групповой системы из этих n потоков выделяемая пропускная способность [4]:

$$R_{lb}^{\text{CKII}}(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i + \Delta_{C\Sigma}}{\min t_{\max i} - \Delta_{D\Sigma}}$$

Следует заметить, что за счет накопления ошибок планирования в узлах коммутации на всем протяжении маршрута передачи $R_{lh}^{\text{IM}}(n) \leq R_{lh}^{\text{CMI}}(n)$.

Разница между изолированной и групповой системами в отношении выделяемой суммарной скорости обслуживания для n потоков есть «эффективность группирования» $GE_{Lb}(n)$, т.е.

$$GE_{Lb}(n) = R_{Lb}^{\text{M3}}(n) - R_{Lb}^{\text{CKII}}(n).$$

Продолжая вычисления для n потоков, характеризуемых кривой поступления от контроллера «дырявое ведро» с одинаковым значением требуемого времени задержки (объективно завышенной для некоторых потоков), можно получить следующее уравнение:

$$GE_{Lb}(n) = \sum_{i=1}^{n} \frac{b_i + \Delta_{C\Sigma}}{t_{\text{max}} - \Delta_{D\Sigma}} - \frac{\sum_{i=1}^{n} b_i + \Delta_{C\Sigma}}{\min t_{\text{max}} i - \Delta_{D\Sigma}} = \frac{(n-1)\Delta_{C\Sigma}}{\min t_{\text{max}} i - \Delta_{D\Sigma}}.$$

Его анализ показывает, что независимо от зарезервированной скорости для однородных в отношении задержки потоков имеется выигрыш. При этом выигрыш будет наибольшим, если отдельные потоки имеют низкие требования к полосе пропускания и одинаковые требования к КО [4]. Кроме того, следует отметить, что GE возрастает с увеличением таких параметров, как b, $\Delta_{C\Sigma}$ и $\Delta_{D\Sigma}$, и, в свою очередь, снижается вместе с увеличением требований по задержке – t_{\max} .

Таким образом, обслуживание группированного потока в сети позволяет при обеспечении заданного КО снизить объемы используемой пропускной способности каналов связи и буферного пространства портов УК. Это осуществляется за счет однократного учета появления ошибок планирования для всех потоков группы, в то время как для изолированного обслуживания потоков эти ошибочные члены должны учитываться по отдельности для каждого потока и УК [5].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Turner J.S.* New directions in communications (or which way to the information age) / J.S. Turner // IEEE Communication Magazine. Vol. 24, Issue 10. October 1986. P. 8–15.
- 2. Terms and Definitions related to Telephony Engineering. Rec. E. 600. 1995. 242 c.
- 3. *Кумненко В.В.* Разработка и анализ распределенных систем интерактивной мультимедиа и графики в глобальных сетях: дис. ... к.т.н.: 05.13.13. М., 2004. 186 с.
- 4. Shenker S., Wroczlawski J. General Characterization Parameters for Integrated Service Network Elements. September 1997. RFC 2216.
- 5. Schmitt J., Karsten M., Steinmetz R. On the Aggregation of Deterministic Service Flows // In Proceedings of the Seventh IEEE/IFIP International Workshop on Quality of Service (IWQoS'99), London, UK. IEEE/IFIP, June 1999.
- 6. *Chenker S., Patridge C., Guerin R.* Specification of Guaranteed Quality of Service / RFC 2212, September 1997.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСЕЩАЕМОСТИ САЙТА

А.А. Бегимова, Ф.А. Мухаметжанова, студентки каф. ПрЭ Научный руководитель С.Г. Михальченко, зав. каф. ПрЭ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, тикha1995@mail.ru
Проект ГПО ПрЭ-1405 «Информационная система для работы с абитуриентами»

Важной задачей каждого вуза является набор абитуриентов, осознанно избравших ту или иную специальность для своей будущей жизни. Ни для кого не секрет, что довольно часто вчерашний школьник делает выбор не осознанно, а под влиянием минутных настроений, или

по совету друзей, или за компанию и т.п. По этой причине особенно важна предварительная работа по профессиональной ориентации абитуриентов, помогающая сделать выпускнику осознанный выбор профессии.

Цель разрабатываемой системы состоит в создании автоматизированной среды, включающей сайты, группы в социальных сетях, информационные базы данных, систему онлайн-откликов и пояснений, предназначенной для работы с абитуриентами в масштабах кафедры вуза, осуществляющей набор. Далее по тексту предлагается следующее название информационной базы — информационная профессионально ориентированная среда для абитуриентов (ИПСА).

Структура системы. Ядром системы будет являться сайт, содержащий базу знаний, связанных со спецификой кафедры промышленной электроники (ПрЭ) ТУСУРа, позволяющую в автоматизированном режиме производить работу с группами социальных сетей подписчиков кафедры, рассылками, информационными ресурсами различного типа — видеоролики, новостная линейка, объявления и пр. Группы социальных сетей, опираясь на базу знаний сайта, позволят, с одной стороны, собрать школьников, интересующихся электроникой, микроэлектроникой, информационными системами и робототехникой, а с другой стороны, объединить родителей, выпускников ТУСУРа и политехнического университета, работающих в данной сфере и желающих повысить свой уровень и, возможно, направить своих детей для поступления в наш вуз.

Сопровождение данной интерактивной системы должно обеспечить возможность онлайн откликов и пояснений. Это может быть реализовано только при помощи базы готовых вопросов и ответов (FAQ) систематизированных и онлайн генерирующих поиск и выбор возможных вариантов.

Математическая модель посещаемости сайта ИПСА. Создаваемый сайт должен быть рассчитан на очень высокий уровень пользовательской активности, поэтому представляется донустимым предположение об эргодическом характере случайных процессов посещаемости таких сайтов в течение сравнительно узких временных интервалов — порядка нескольких дней. Действуя в рамках данной гипотезы, можно синтезировать искусственные временные ряды для расчета коэффициента корреляции.

Модель 1. Ранжирование страниц одного сайта. Пусть поведение системы «посетитель—сайт» описывается следующим образом [1]. В каждый момент времени система может находиться в одном из K+1 состояний S с номерами k=0,1,...K, где S_0 — пребывание посетителя на любом другом сайте Интернета, S_1 — пребывание пользователя на глав-

ной (первой) странице рассматриваемого сайта, k — номер страницы рассматриваемого сайта. Начальное распределение вероятностей при этом имеет вид

$$P_0(0) = 1$$
, $P_i(0) = 0$, $i = 1, 2, ..., K$.

Поскольку пользователь может попасть в любое из состояний $S_0...$ S_k только с другого сайта или набрав адрес одной из страниц 1...K адресной строки браузера, при предлагаемом использовании *полумар-ковской* модели для целей оптимизации структуры и навигации или построения оптимальной рекламной стратегии достаточно задать матрицу одношаговых переходных вероятностей $(\pi_{ij}), i=0...K, j=0...K$ и множество средних времен пребывания в состояниях $<T_i>i=0...K$. Для этого необходимо организовать наблюдение за визитами на сайт в течение периода времени, достаточного для получения статистически устойчивого ансамбля результатов. Длительность этого периода зависит от интенсивности посещений.

В ходе наблюдения регистрируются:

- а) переходы с одних страниц на другие (события, которым соответствуют элементы матриц (π_{ij}) с вычеркнутыми первыми столбцом и строкой);
 - б) приходы на сайт (события, которым соответствуют (π_{0i}));
- в) уходы с сайта (события, которым соответствуют элементы столбца (π_{0i}));
- г) времена просмотра страниц, которые соответствуют временам пребывания $T_i, i \in [1, K]$ в состояниях $S_1...S_k$. При этом в качестве $< T_0 >$ можно рассматривать среднее время сессии пользования Интернетом за вычетом среднего времени, проведенного на рассматриваемом сайте. После получения статистических оценок параметров модели $((\pi_{0j})_{ij})$ и $< T_i >$ производится решение системы (1) относительно P_i :

$$P_k = \sum_{j=0}^K \pi_{jk} P_{kj}, \quad k = 0, 1, \dots K$$
 (1)

и вычисление вероятностей Q_i по формуле (2), представляющих собой финальные вероятности пребывания в состояниях, взвешенные с относительными средними безусловными временами пребывания в состояниях.

$$Q_i = P_i < T_i > \sum_{j=0}^{K} (P_i < T_i >)^{-1},$$
 (2)

 Q_i — содержательные параметры, позволяющие эффективно решать задачи ранжирования страниц сайта для оптимального размещения рекламы, а также задачи общей сравнительной оценки посещаемости страниц сайта для пользователей, которая во многих случаях синонимична полезности.

Важными характеристиками веб-страниц являются также величина времени и число переходов, необходимых для достижения посетителем конкретной страницы с главной страницы. Знание этих характеристик позволяет объективно оценивать доступность страниц для посетителя и целенаправленно оптимизировать структуру и навигацию сайта. Определить наиболее вероятное время и число переходов, необходимых для достижения некоторой страницы *j* с главной страницы, можно с помощью распределения вероятностей:

$$g_{ij}(n,t) = P\{n(t) = n, S(t) = S_i | S(0) = S_1, n(0) = 0\},$$
 (3)

где $g_{ij}(n,t)$ — совместная вероятность того, что потребуется n переходов и время t для достижения в первый раз состояния S_j , если при t=0 система находилась в состоянии S_1 . Вероятности Q и g связаны соотношением [3]

$$Q_{ij}(n+1,t) = \sum_{m=0}^{n} \int_{0}^{t} g_{ij} (m+1,\tau) Q_{ij}(n-m,\tau) d\tau, \qquad (4)$$

где $Q_{ij}(n, t)$ — совместная вероятность того, что система находится в состоянии S_j в момент t и что она сделала n переходов при условии, что в момент времени t=0 она находилась в состоянии S_i . Решая (4), можно получить искомое распределение $g_{1j}(n, t)$. Например, применение преобразования Лапласа κ (4) приводит κ системе κ алгебраических уравнений:

$$Q_{ij}^{*}(n+1,s) = \sum_{m=0}^{n} g_{1j}^{*}(m+1,s) Q_{ij}^{*}(n-m,s), \qquad (4.1)$$

где $f(s) = \int_0^\infty e^{-sx} f(x) dx$ — результат прямого преобразования Лапла-

са. Решение системы (4.1) позволяет определить $g^*_{lj}(n,s)$ и после обратного преобразования Лапласа $g^*_{lj}(n,t)$. Это решение требует наличия статистических оценок $Q^*_{lj}(n,t)$ для всех возможных сочетаний n и t, поэтому, чтобы сделать процедуру практически осуществимой, континуум значений t заменяется последовательностью отсчетов ti, взятых с шагом, обеспечивающим приемлемую практическую точность воспроизведения распределений $g^*_{lj}(n,t)$. Наиболее вероятные время и число переходов, необходимых для достижения некоторой страницы j с главной страницы, определяются как моды $g^*_{lj}(n,t)$ по аргументам t и n соответственно. Упоминавшееся в [2] интеллектуальное управление отсроченной рекламой можно реализовать, основываясь на распределениях интервально-переходных вероятностей, которые определяются как решение системы линейных интегральных уравнений

$$Q_{ij}(t) = \delta_{ij} \times H_i(t) + \sum_{k=0}^{K} \pi_{ik} \int_0^t f_{ik}(\tau) \ Q_{kj}(1-\tau) \ d\tau, \tag{5}$$

где $Q_{ij}(t)$ — условная вероятность того, что в момент времени t система находится в состоянии S_j , если в момент времени t=0 она находилась в состоянии S_i , δ_{ij} — символ Кронекера; $\delta_{ij}=1$, если i=j и $\delta_{ij}=0$, если $i\neq j$; Hi(t) — вероятность того, что система не покинет состояния S_i до момента t. Зная $Q_{ij}(t)$, для состояния Si можно организовать последовательность показов различных объектов «отсроченной» рекламы, каждый из которых содержательно привязан к наиболее вероятному переходу в момент показа. Для большинства посетителей такие показы создадут иллюзию того, что сайт знает об их намерениях и предвосхищает эти намерения.

Заключение. Таким образом, предложенные математические модели позволят дать оценку эффективности работы поисковой системы сайта, что обеспечит в свою очередь успешность и удовлетворенность пользователя посещением нашего контента. Благожелательное отношение к сайту ИПСА и уверенность посетителя в том, что ему всегда помогут (причем немедленно), позволит существенно повысить посещаемость сайта и вовлечет абитуриентов в обсуждение, участие, решение вопросов, рассматриваемых в контексте изучения микроэлектроники, что позволит максимально использовать данный информационный ресурс.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Горбунов А.Л. Марковские модели посещаемости веб-сайтов. М., 2000.
- 2. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики М.: ЮНИТИ, 1998.
- 3. *Chen H., Cooper M.* Predicting the Relevance of a Library Catalog Seach / Journal of the American Society for Information Science and Technology. Vol. 52, № 10. N.Y.: John Wiley&Sons. 2001.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ДЛЯ ПОСТАВКИ УСЛУГ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ (РЕГЛАМЕНТНЫХ) МЕРОПРИЯТИЙ

Н.Е. Мурзагулова, магистр каф. АОИ

Научный руководитель В.В. Кручинин, профессор каф. ПрЭ, зав. ЛИСМО ИИ ТУСУРа, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, nasynova91@mail.ru

Решение задач дистанционного обучения в ряде случаев требует определить место для поставки услуг по проведению образовательных и иных мероприятий с минимальными суммарными затратами.

Проблема оптимизации стоимости перевозок актуальна и по сей день, так как позволяет предприятиям намного сократить расходы на

транспортные средства. Правильная организация перевозок позволяет избежать встречных и нерациональных перевозок, а также сократить количество дальних перевозок. Для исключения подобных нежелательных явлений используются такие методы оптимального планирования перевозок, как транспортная задача.

Транспортная задача относится к классу задач линейного программирования. Она решает проблему нахождения минимального по стоимости поставки услуг от поставщика к конечным потребителям.

Постановка задачи. Есть некое территориальное образование с населенными пунктами, где есть потребители и поставщики услуг. Поставщики обеспечивают поставку актуальной услуги потребителям. Необходимо решить задачу определения места для предоставления услуг всем потребителям в некоторой точке области по наилучшему значению некоторого критерия.

Суть математической модели задачи заключается в удовлетворении спроса всех потребителей с минимальными суммарными затратами, связанных с перевозкой и системой ограничений.

Основой для расчета минимальных затрат являются выбор маршрута и выбор оптимального транспортного средства на пути от поставщика до потребителя.

Поставка услуг из одного пункта в другой осуществляется с использованием следующих видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, водного, воздушного.

Рекомендации по выбору эффективного вида транспортного средства приведены в источниках [1, 2].

Целевая функция задачи может быть представлена следующим образом:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^n C_{ij} \to \min, \quad (j=1,...,m),$$

где C_{ij} — стоимость перевозки услуги i-м транспортным средством на j-ом маршруте; n — число маршрутов; m — число транспортных средств на данном маршруте.

$$C_{ij} = \sum_{i=1}^{n} l_{ij} + C_{\text{ДОП}}, \qquad (j=1,...,m),$$

где l_{ij} — длина пути j-го маршрута, на котором используется i-е транспортное средство; $C_{\pi \circ \Pi}$ — дополнительные затраты.

Как ограничение может рассматриваться целевая функция, которая бы минимизировала время прохождения услуги от поставщика до потребителя:

$$Z_2 = \sum_{i=1}^{n} t_{ij} \to \min, \quad (j=1,...,m).$$

В ином варианте на \mathbb{Z}_2 может быть наложено следующее ограничение:

$$\sum_{i=1}^{n} t_{ij} \le T_{\max}, \qquad (j=1,...,m),$$

где t_{ij} — время работы i-го транспортного средства на j-м маршруте, которое зависит от его вида, длины пути l_j , дорожных характеристик и дополнительных временных затрат на промежуточные операции $t_{\rm доп}$; $T_{\rm max}$ — максимально допустимое время транспортировки.

$$t_{ij} = \sum_{i=1}^{n} l_{ij} V_{ij} + t_{\text{ДОП}}, \qquad (j=1,...,m),$$

где V_{ij} – скорость i-го транспортного средства на j-м маршруте.

Исходные данные задачи представим в виде матриц (табл. 1-3).

Матрина длины пути маршрутов

Таблица 1

Номер	Длина пути на определенном ТС			
маршрута	а/м	ж/д	вод.	возд.
1	l_{11}	l_{21}	l ₃₁	l_{41}
2	l_{12}	l_{22}	l ₃₂	l_{42}
	•••	•••	•••	•••
n	l_{1n}	l_{2n}	l_{3n}	l_{4n}

Таблица 2

Матрица временных затрат

матрица временных затрат				
Номер	Временные затраты ТС на определенном номере маршрута			
маршрута	а/м	ж/д	вод.	возд.
1	t_{11}	t ₂₁	t ₃₁	t ₄₁
2	<i>t</i> ₁₂	t ₂₂	t ₃₂	t ₄₂
•••		•••	•••	•••
n	t_{1n}	t_{2n}	t_{3n}	t_{4n}

Таким образом, разработана методика определения места для поставки услуг по проведению организационных мероприятий при минимальных затратах. С помощью метода оптимизации строится маршрут и выбирается оптимальное транспортное средство для перевозки услуг. Финансовые и временные затраты будут зависеть не только от длины пути и стоимости перевозки, но и от качества дорожных покрытий, рельефа местности, времени года и погодных условий.

Матрица финансовых затрат

Таблица 3

Номер	Финансовые затраты ТС на определенном номере маршрута			
маршрута	а/м	ж/д	вод.	возд.
1	C_{11}	C_{21}	C_{31}	C_{41}
2	C_{12}	C_{22}	C_{32}	C_{42}
		•••	•••	
n	C_{1n}	C_{2n}	C_{3n}	C_{4n}

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Ельдештейн Ю.М. Логистика с иллюстрациями. Красноярск, 2011. 272 с.
- 2. *Титов Б.А.* Транспортная логистика [Электронный ресурс]. URL: http://www.ssau.ru/files/education/uch_posob/Транспортная%20логистика-Титов%20БА.pdf (дата обращения: 29.03.2015).

СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ ДЛЯ WEB-GIS WGS4

П.Ю. Найданов, А.В. Фоменко, А.А. Урасова, студенты каф. АОИ Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, доцент каф. АОИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, p.naydanov@mail.ru, fomenko.alexander94@gmail.com, albinaurasova@bk.ru, ubg@muma.tusur.ru

Программный продукт WGS4 является веб-ориентированной геоинформационной системой в сфере городских коммуникаций, таких как водопровод, теплотрасса, канализация, газопровод, электросети и т.д. [1]. Поэтажный план — это чертеж этажа либо части этажа здания, на котором отображен план помещения. На поэтажном плане отражаются стены, перегородки, перемычки, оконные и дверные проемы, лоджии, антресоли, коммуникации и т.д. Поэтажный план используется для подготовки проекта перепланировки помещения, проведения аналитической работы с целью проведения строительных или ремонтных работ [2].

Задачи модуля «Поэтажный план», относительно WGS4 ставятся в рамках дополнительного проекта ГИС вуза:

• Описание пространственных и атрибутивных данных вуза.

- Отображение поэтажного плана здания.
- Ориентированность на мобильные устройства.

Для описания пространственных и атрибутивных данных объекта используется модуль «Атрибутивные описания» – карточки пространственных объектов с возможностью вложенных карточек.

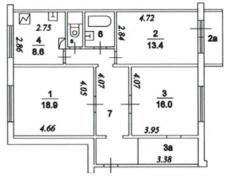


Рис. 1. Поэтажный план

Ориентированность на мобильные устройства реализована при помощи свободной модульной библиотеки Dojo. Отобразить поэтажный план возможно несколькими способами в зависимости от задачи, которую пользователь ставит перед приложением (рис. 1). Первый способ — отрисовать поэтажный план в соответствии с ГОСТом как вид сверху, который в своей работе используют архитекторы и строители с возможностью наложения отдельных слоев мебели, водопровода и т.д.

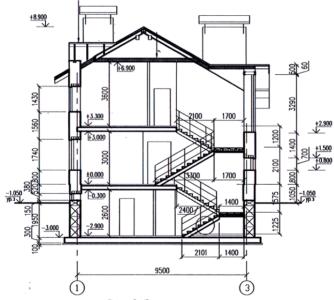


Рис. 2. Здание в разрезе

По плану, представленному первым способом, возможно определить количество комнат, их площадь, расположение коммуникаций в пределах одного этажа [3]. Второй способ – представить план здания в разрезе для решения задач, связанных с межэтажным сообщением коммуникаций (рис. 2).

Третий способ – перейти в трехмерное пространство, который будет фактически объединять все задачи, которые пользователь ставит перед приложением.



Рис. 3. План злания в 3D-виле

Применительно к WGS4 подходит первый и второй способы в совокупности. Два варианта как единое целое позволяют решать более широкий спектр задач и выигрывают перед трехмерным представлением плана благодаря более высокой точности отображения, меньшего расхода ресурсов вычислительной машины и меньшего объема данных, необходимых для построения поэтажного плана.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Академия САПР и ГИС [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.codecademy.com, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
- 2. *Этажные* планы гражданских и строительных зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://alldrawings.ru, свободный (дата обращения: 04.03.2015).
- 3. Журнал для профессионалов в области САПР [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cadmaster.ru, свободный (дата обращения: 01.03.2015).

СЕРВИС ЭЛЕКТРОННОГО РАСПИСАНИЯ В МОДЕЛЯХ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ

М.Е. Паршевникова, В.С. Масляев, студенты

Научный руководитель Н.Ю. Салмина, доцент каф. АОИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, mara2novo@mail.ru

В настоящее время набирает популярность автоматизация расчетов пожарных рисков. Связано это с тем, что согласно статье 6 Федерального закона от 22.07.2008 №123-ФЗ («Условия соответствия объекта защиты требования пожарной безопасности») отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности необходимо обосновать расчетом пожарного риска. Иными словами, данные расчеты могут избавить организации от необходимости устранения предписаний, выдвинутых МЧС России.

Расчетом пожарного риска можно обосновать [1]:

- объемно-планировочные решения;
- ширину и протяженность путей эвакуации;
- эвакуационные пути и выходы;
- выбор средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара;
 - тип систем оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией;
 - применение систем противодымной защиты;
 - наличие систем пожаротушения.

Для расчета пожарного риска применяется Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [2], в которой допускается применение одной из трех математических моделей движения людского потока:

- упрощенная аналитическая модель движения людского потока;
- математическая модель индивидуально-поточного движения людей;
 - имитационно-стохастическая модель движения людских потоков.

Данные модели позволяют устанавливать основные расчетные зависимости между параметрами и закономерностями движения людей. Для всех перечисленных моделей прежде всего составляется расчетная схема эвакуации, на которой отражается количество людей на начальных источниках, направление их движения и геометрические параметры участков пути. Переменная «количество людей» определяется как заданное число.

Определить точное число людей, находящихся в зданиях / сооружениях в определенный момент времени, достаточно затруднительно. Для увеличения адекватности расчетов для зданий / сооружений предлагается ввести сервис электронного расписания, который дает возможность получить доступ к расписанию в режиме реального времени, а также позволяет просматривать время и количество занятий по группам, преподавателям, кабинетам и зданиям в целом.

Сервис электронного расписания будет использован во взаимодействии с автоматизированной системой расчета пожарного риска для получения нормативных значений количества людей в кабинетах. Предполагается, что при запуске расчетов пожарного риска будут указываться дата и время проведения сценария развития пожара, а также предварительно установлено соответствие областей планов здания/сооружения и наименований кабинетов из электронного расписания, для определения местонахождения в здании той или иной группы людей в момент моделирования пожарной ситуации. На основании полученных данных будет вычисляться процент от заданного нормативного значения, который характеризует реальное количество людей, находящихся в определенной области задания в заданный момент времени, может быть задан в виде диапазона значений, определенных экспертом. Выбор конкретного значения должен осуществляться случайным образом, для этого предлагается выбрать равномерный закон распределения. Сумма значений по всем кабинетам будет являться количеством людей во всем здании/сооружении.

Описанный подход предназначен только для зданий/сооружений, у которых настроен сервис электронного расписания. Предполагается, что таким образом можно повысить точность расчетов пожарного риска, тем самым повысить адекватность проводимых сценариев развития пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Федеральный* закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- 2. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.Е. Поспелова, студентка каф. ЭМИС Научный руководитель Е.А. Шельмина г. Томск, ТУСУР, eskada@t-sk.ru

В современных условиях ни одна организация, будь то производство, муниципальное учреждение или частное предприятие, не может существовать и развиваться без высокоэффективной системы управле-

ния, базирующейся на автоматизированной информационной технологии. Автоматизированная информационная технология тесно связана с информационной системой, которая является для нее основной средой. Под системой понимают любой объект, который одновременно рассматривается и как единое целое, и как объединенная в интересах достижения поставленных целей совокупность разнородных элементов.

Информационные системы являются основным средством, инструментарием решения задач и информационного обеспечения. Информационное обеспечение — это совокупность процессов сбора, обработки, хранения, анализа и выдачи информации, необходимой для обеспечения управленческой деятельности и технологических процессов. Под информацией понимают изменения объема и структуры знания о некоторой предметной области, воспринимающей системой независимо от формы и способа представления знания.

Целью данной работы является проведение классификации информационных систем, а именно выделение основных критериев для сравнения и систематизации, и определение наиболее подходящих для различных сфер применения информационных систем. Также в рамках данной работы планируется создание информационной системы с целью демонстрации принципов работы для данного вида информационных технологий.

Информационная система — это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации для достижения цели управления. В современных условиях основным техническим средством обработки информации является персональный компьютер. Большинство современных информационных систем преобразуют не информацию, а данные. Поэтому часто их называют системами обработки данных.

Современная информационная система должна обеспечивать коллективный доступ пользователей, при котором они могут одновременно и независимо обращаться к базам данных для получения необходимых сведений.

Современные информационные системы (ИС) предназначены для повышения эффективности управления бизнес-систем с помощью информационных технологий подготовки и принятия управленческих решений [1].

Современные информационные системы содержат огромное количество информации, и к этой информации одновременно обращаются много людей. Информация, которая хранится в базах данных, используется для принятия важных решений в различных областях человеческой деятельности, в том числе для анализа экономических, социальных тенденций и т.п. Люди, пользующиеся этой информацией, должны быть уверены в ее достоверности. Поэтому информация должна быть надежно защищена от постороннего вмешательства. Круг людей, которые могут вносить изменения в данные, должен быть ограничен небольшим количеством компетентных и заслуживающих доверия людей.

Функция современной информационной системы заключается в том, чтобы выводить информацию из системы в удобном для пользователя виде. В связи с этим придается большое значение форме выдачи информации.

Основной концепцией построения современных информационных систем является концепция системы баз данных, цель создания которой заключается в совместном использовании информационных ресурсов.

Потребность в гибких решениях для современных информационных систем диктуется жизнью. На практике чаще всего встречается потребность в объединении возможностей отдельных подсистем или программных модулей. Причем все это нужно иметь на одной базе данных. Через некоторое время соотношение потребностей может измениться. Поэтому для построения информационной системы важно иметь инструмент, который наиболее приспособлен для построения открытых и гибких систем [2].

Классификация по архитектуре

По степени распределённости отличают:

- настольные (desktop), или локальные ИС;
- распределённые (distributed) ИС.

Классификация по степени автоматизации

По степени автоматизации ИС делятся на:

- автоматизированные;
- автоматические.

По характеру представления и логической организации хранимой информации:

- фактографические информационные системы;
- документальные информационные системы;
- геоинформационные информационные системы.

По выполняемым функциям и решаемым задачам:

- справочные информационные системы;
- информационно-поисковые информационные системы;
- расчетные информационные системы;
- технологические информационные системы.

Классификация по характеру обработки данных

По характеру обработки данных ИС делятся на:

- информационно-справочные или информационно-поисковые ИС;
- ИС обработки данных, или решающие ИС.

Классификация по сфере применения

Поскольку ИС создаются для удовлетворения информационных потребностей в рамках конкретной предметной области, то каждой предметной области (сфере применения) соответствует свой тип ИС.

Экономическая информационная система — информационная система, предназначенная для выполнения функций управления на предприятии.

Медицинская информационная система — информационная система, предназначенная для использования в лечебном или лечебнопрофилактическом учреждении.

Географическая информационная система – информационная система, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных (пространственных данных) [3].

В рамках данной работы были выделены критерии для проведения классификации современных информационных систем, а также была выполнена непосредственно сама классификация. С помощью данной классификации у пользователя появляется возможность ознакомиться с возможностями современных информационных систем, что в свою очередь поможет определиться с созданием информационной системы либо с выбором уже готовых.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Маклаков С.В.* BPwin и ERwin. CASE-средства разработки информационных систем. М.: ДИАЛОГ-МИФИ. 2001. 304 с.
- 2. Информационные системы. Структура и классификация информационных систем [Электронный ресурс]. URL: http://www.yaklass.ru/materiali? mode=cht&chtid=455
- 3. Бородакий Ю. В., Лободинский Ю.Г. Эволюция информационных систем (современное состояние и перспективы). М.: Горячая линия Телеком, 2011. 368 с.

САЙТ ОРГАНА МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ ПОСЕЛЕНЧЕСКОГО УРОВНЯ: ТИПОВОЕ РЕШЕНИЕ

М.В. Дубровина, П.Г. Груздев, О.И. Красавин, А.В. Рязанова, студенты каф. АОИ

Научный руководитель А.А. Сидоров, доцент каф. АОИ, к.э.н. г. Томск, ТУСУР, mariadubrowina@yandex.ru Проект ГПО АОИ-1404 «Типовое решение сайта органа местного самоуправления»

В соответствии с требованиями законодательства органы местного самоуправления муниципальных образований должны иметь офици-

альные сайты. Существующие типовые решения имеют высокую цену и ориентированы на крупные территориальные образования, имея в своем составе разветвленную структуру и широкий функционал, не востребованный в небольших муниципалитетах сельского типа. Данное обстоятельство актуализирует задачу разработки типового решения с низкой стоимостью и архитектурой, ориентированной на указанный выше сегмент.

При формировании тематической структуры решения, явившейся отправной точкой разработки, были использованы нормативно определенные требования, предписывающие необходимость наличия определенного контента. Кроме того, были изучены существующие сайты поселений для выявления лучшей практики наполнения, которое потенциально будет востребовано у пользователей.

Проведенный SWOT-анализ продукта основного конкурента – компании 1С-Битрикс – показал, что доминирующее на сегодняшний день на рынке решение имеет много преимуществ. Вместе с тем, можно выделить два значительных недостатка: высокая стоимость и громоздкость, ограничивающая применение в органах местного самоуправления поселенческого уровня. Соответственно, конкурентными преимуществами предлагаемой разработки должны стать простая и гибкая архитектура, сопряженная с невысокой стоимостью.

В основе решения лежит простая архитектура, состоящая из нескольких модулей, основным из которых является Document в силу того, что основной информационной единицей сайта является вебстраница. Для быстрого создания новых документов, которые могли бы серьезно отличаться по структуре друг от друга, было введено такое понятие, как шаблон (template), представляющий HTML-файл с php-вставками, с помощью которых определяются значения из базы данных, что обеспечивает многократное применение одного шаблона. Данную схему можно увидеть на рис. 1.

В рамках создания прототипа были выбраны веб-страницы обязательных разделов: новости, документы, фотогалерея, администрация и главная страница. Интерфейс этого прототипа представлен на рис. 2.

В рамках оценки качества интерфейса было проведено тестирование группы пользователей с использованием методики оценки интерфейса GOMS (Goals, Operators, Methods and Selection rules — цели, операторы, методы и правила их выбора), которая фиксирует время выполнения определенной задачи пользователем [1]. По результатам тестирования был сделан вывод, что разработанный интерфейс является понятным и доступным для конечного пользователя. Пользователь не тратит много времени для выполнения выбранной задачи. Однако по

оценкам пользователей качество средств доступа к ресурсам сайта (навигация сайта) требует доработок [2].

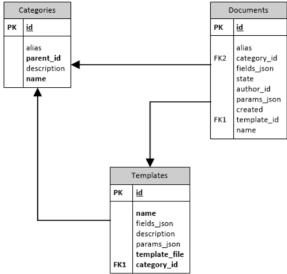


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей



Рис. 2. Новый шаблон главной страницы сайта

Разрабатываемая система рассчитана на широкую пользовательскую аудиторию. В связи с этим шаблон должен корректно отображаться при любом разрешении монитора и в любом из известных браузеров, таких как Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox, Internet Explorer. Для того чтобы шаблон корректно отображался на любом мониторе, используются медиа-запросы. Они прописываются в файле стилей или подключаются отдельно. Они помогают перестроить структуру сайта в зависимости от того, на каком устройстве его просматривает пользователь. После того как все необходимые страницы сверстаны, они соединяются и наполняются контентом [3]. Важно, чтобы прототип не только работал как будущая система, но и содержал приближенные к реальности тексты и иллюстрации. В результате был разработан кроссбраузерный адаптивный набор шаблонов. При разработке шаблонов акцент делался на навигационную функцию сайта, когда интуитивно понятное и логическое размещение всех элементов обеспечивает легкое и беспроблемное перемещение по страницам и быстрый поиск информации [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Шмелев А.Г. Многокритериальная оценка пользовательских интерфейсов портальных проектов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ecsocman.hse.ru/data/429/688/121/15.pdf (дата обращения: 20.10.2014).
- 2. Сергеев С.Ф. Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учеб. пособие. СПб.: Нац. исслед. ун-т ИТМО, 2013. 114 с.
- 3. *Процесс* разработки интерфейса [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://reftrebd.ru (дата обращения: 04.12.2014).
- 4. *Все* о HTML [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://htmlbook.ru (дата обращения: 20.10.2014).
- 5. Современный учебник Java Script [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://learn.javascript.ru/ (дата обращения: 20.10.2014).

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАБОТЫ С АБИТУРИЕНТАМИ

О.В. Шестакова, студентка каф. ПрЭ

Научный руководитель С.Г. Михальченко, зав. каф. ПрЭ, доцент, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, Shestakova.O.V@gmail.com
Проект ГПО ПрЭ-1405 «Информационная система работы с абитуриентами»

Современный мир невозможно представить без Интернета, огромное количество информации мы получаем через сеть. Очень популярными в последнее время стали социальные сети, по статистике ка-

ждую секунду 8 человек на планете становятся частью какой-либо из существующих социальных сетей. Большинство пользователей — это молодые люди до 25 лет и очевидно, что социальные сети постоянно приобретают все большее значение в сфере рекламы. Именно поэтому мы решили оттолкнуться от этой идеи и направить возможность соцсети на привлечение абитуриентов в вуз.

Проанализировав ситуацию в Томске, я сделала вывод, что по абсолютным показателям набора ТУСУР уступает ТГУ и ТПУ, но в процентном отношении показатели довольно высокие, особенно в части платного набора студентов. Исходя из данных опроса абитуриентов можно сделать вывод, что большая часть студентов узнает о вузе через Интернет, соответственно, чтобы увеличить количество студентов нужно вести более активную агитационную кампанию в социальных сетях. Мы поставили перед собой задачу создания интерактивной системы по профессиональной агитации, профориентации и подготовке к поступлению в ТУСУР, в частности на кафедру промышленной электроники. Цель разрабатываемой системы состоит в создании автоматизированной среды, включающей сайты, группы в социальных сетях, информационные базы данных, систему онлайн откликов и пояснений, предназначенной для работы с абитуриентами в масштабах кафедры вуза, осуществляющей набор.

Структура системы. Ядром системы будет являться сайт, содержащий базу знаний, связанных со спецификой кафедры промышленной электроники (ПрЭ) ТУСУРа, позволяющую в автоматизированном режиме производить работу с группами социальных сетей подписчиков кафедры, рассылками, информационными ресурсами различного типа – видеоролики, новостная линейка, объявления и пр.

Цель работы:

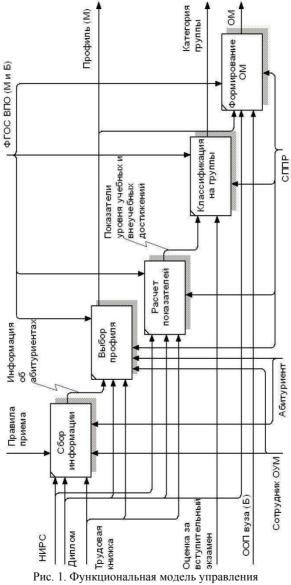
- 1. Усиление присутствия бренда вуза на социальных платформах.
- 1. Увеличение трафика сайта вуза/кафедры.
- 2. Усиление положительного имиджа вуза/кафедры.
- 3. Формирование положительного отношения потребителей образовательных услуг.
 - 4. Привлечение абитуриентов в вуз/на кафедру.

Математическая модель поступления абитуриентов в вуз. В соответствии с декомпозицией решаемой задачи разработана функциональная модель управления процессом отбора абитуриентов в вуз, представленная на рис. 1 [2].

Процесс отбора абитуриентов состоит из нескольких этапов:

Первый этап отбора состоит в сборе информации об абитуриентах. Второй этап предполагает анализ, при этом выделяются классы абитуриентов, выбравших одно и то же направление. Для каждого из

классов определяется наиболее подходящий профиль обучения. Третьим этапом отбора является вычисление показателей уровня сформированности компетенций и уровня вне учебных достижений.



процессом отбора абитуриентов в вуз

Расчет показателей. Также важным этапом отбора является показатель успешности обучения, он рассчитывается по формуле (1), в % [2]:

$$PST = \frac{\sum_{i=1}^{m} f_i}{m} \cdot 100\%,$$
 (1)

где f_i – компетенции абитуриента, закрепленные за выбранным профилем бакалавриата и формируемые при дальнейшем обучении; m – количество компетенций, закрепленных за данным профилем бакалавриата.

Данный показатель позволяет оценить возможность освоения выпускниками, и чем выше его значение для отдельных профилей бакалавриата выбранного направления подготовки, тем больший уровень соответствия базовых (школьных) компетенций бакалаврским компетенциям.

Определение параметра, характеризующего уровень вне учебных достижений в диапазоне от 0 до 100 баллов, осуществляется с помощью следующей формулы (3) [1]:

$$\frac{\sum_{a=1}^{w} OL_{a} \cdot K_{a}}{\sum_{a=1}^{w} OL_{a}} + \frac{\sum_{b=1}^{w} PK_{b} \cdot K_{b}}{\sum_{b=1}^{w} PK_{b}} + \frac{\sum_{c=1}^{w} PL_{c} \cdot K_{c}}{\sum_{c=1}^{w} PL_{c}} + \frac{\sum_{d=1}^{w} NR_{d} \cdot K_{a}}{\sum_{d=1}^{w} NR_{d}} + jB \cdot K_{b},$$

где K_a , K_b , K_c , K_d , K_e — коэффициенты уровня вне учебных достижений (в диапазоне от 0 до 100); OL_a — число участий в олимпиадах w-го уровня; PK_b — число участий в проектах и конкурсах w-го уровня; PL_c — количество публикаций w-го уровня; NR_d — сумма других видов НИРС w-го уровня; JB — наличие (JB = 1) или отсутствие (JB = 0) стажа работы по выбранному направлению профессиональной деятельности; w — количество уровней для ранжирования (например, можно выделить пять уровней и для каждого из них присвоить коэффициент уровня вне учебных достижений), уникальное значение: внутришкольный (K_1 = 20), городской (K_2 = 40), региональный (K_3 = 60), всероссийский (K_4 = 80), международный (K_5 = 100).

Заключение. Построенная математическая модель будет заложена в вычислительное ядро сайта и на ее основе будет создан алгоритм построения рекомендаций абитуриенту для поступления в вуз.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Закирова Э.И. Информационная поддержка принятия решений при отборе студентов в магистратуру вуза на основе компетентностного подхода. Пермь. Национ. исслед. политехн. ун-т, 2014.
- 2. Данилов А.Н., Лобов Н.В., Столбов В.Ю., Столбова И.Д. Компетентностная модель выпускника: опыт проектирования // Высшее образование сегодня. 2013. № 6.

ОНТОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ

М.А. Шишанина, студентка каф. АОИ

Научный руководитель Ю.П. Ехлаков, профессор, к.т.н. г. Томск. ТУСУР. mari-scan@vandex.ru

Процесс разработки рыночного программного продукта является высокорискованным бизнесом, о чем свидетельствует статистика, представленная в [1], где отмечается, что только 35% проектов завершились в срок, не превысили запланированный бюджет и реализовали все требуемые функции и возможности.

В этих условиях актуальной является задача упреждающего управления рисками программных проектов (далее ПП), когда важно не только предвидеть наступление риска, но и своевременно принять меры, препятствующие его проявлению. Очевидно, что эффективность решения задачи будет зависеть от наличия и использования опыта и знаний, накопленных в процессе выполнения аналогичных проектов.

Одним из перспективных направлений в системах управления знаниями является онтология как методология описания и использования знаний о предметной области исследования [2]. В общем виде формальная модель онтологии предметной области может быть описана следующим кортежем:

$$0 = \langle C, O, F \rangle$$

где C – конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области онтологии 0; O – конечное множество отношений между концептами предметной области; F – конечное множество функций интерпретации, заданных на концептах и (или) отношениях онтологии.

Модель онтологии управления знаниями ПП представлена на рис. 1.



Рис. 1. Модель онтологии управления знаниями программных проектов

Описание множества концептов необходимо для устранения неоднозначной интерпретации при использовании онтологии. В данном случае с учетом особенностей управления рисками программных проектов множество концептов может быть представлено в следующем виде (см. рис. 1).

- 1. Проект комплекс взаимосвязанных работ, выполняемых командой с целью получения уникального ПП или услуги, имеющая начало и конец во времени, при заданных ограничениях по ресурсам и срокам, а также требованиям к качеству и допустимому уровню риска.
- 2. Риск событие или явление, которое может возникнуть в процессе реализации ПП и негативно повлиять на степень достижения целей проекта.

Учитывая явную логическую взаимосвязь между целями проекта и возможными рисками, можно предположить, что при разработке программного проекта могут возникнуть четыре типа (категории) рисков:

- срыв плановых сроков проекта;
- превышение стоимости (бюджета) проекта;
- критические отклонения по составу и содержанию проекта (невыполнение функциональных требований);
- критическое отклонение по показателям качества проекта (невыполнение нефункциональных требований).
- 3. Рискообразующий фактор причины (процессов или явлений), способствующие возникновению риска и поясняющие, почему наступление риска неизбежно.

Для описания и оценки рискообразующих факторов можно выделить внешние и внутренние факторы, влияющие на риск. Проявление внешних факторов обусловливается как политикой государства в отношение бизнеса малых ІТ-компаний, так и различными ситуациями на рынках. В качестве оснований декомпозиции внутренних факторов можно использовать элементы процесса разработки ПП: программный продукт, персонал, технологии реализации продукта, технологии управления продуктом [3].

В качестве параметров описания рисков и рискообразующих факторов будем использовать вероятности их наступления, а также возможные потери, которые в итоге может понести команда проекта.

- 4. Мероприятия совокупность действий, направленных на управление риском. При описании мероприятий необходимо определить исполнителей данного мероприятия, сроки его реализации и ресурсы.
- 5. Стратегия конкретный способ действия, принятый командой ПП для управления риском: принятие, уклонение, передача, снижение риска.

6. Репозитарий онтологии о проектах — совокупность знаний, накапливаемых менеджерами при управлении рисками в выполненных ранее проектах. При описании и оценке рисков (определение вероятности наступления риска) ПП и рискообразующих факторов используются накопленные знания экспертов об управлении проектами.

Описанная онтология будет использована в дальнейшем при разработке требований к базе знаний по управлению проектными рисками, а также выборе стратегии при управлении рисками ПП.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Авдошин С.М., Песоцкая Е.Ю. Информатизация бизнеса. Управление рисками. М.: ДМК Пресс, 2011. 176 с.
- 2. Тузовский А.Ф., Чириков С.В., Ямпольский В.З. Системы управления знаниями (методы и технологии) / Под общ. ред. В.З. Ямпольского. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. 260 с.
- 3. *Ехлаков Ю.П.* Классификация и описание рискообразующих факторов при создании программных продуктов // Доклады ТУСУРа. 2013. №3(29). С 124–128

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ГИС

И.В. Скляров, М.А. Зайцев, студенты каф. АОИ Научные руководители Ю.Б. Гриценко, доцент, к.т.н., О.И. Жуковский, доцент, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. АОИ, ubg@muma.tusur.ru

В современном мире при высоких темпах жизни и большом количестве информации существует необходимость в средствах, которые позволяют эффективно и организованно работать с ней. Для решения подобных задач существуют геоинформационные системы, которые позволяют собирать, обрабатывать, анализировать и визуализировать пространственно-распределенные данные.

ГИС являются многофункциональными средствами анализа сведенных воедино табличных, текстовых и картографических данных бизнеса, демографической, статистической, земельной, муниципальной, адресной и другой информации.

Перед нами стоит задача разработать коммерческую инструментальную ГИС, направленную на работу с объектами гидросети. При этом уложиться в поставленное время и использовать только бесплатные средства. Решить поставленную задачу можно несколькими путями: разработать ГИС «с нуля», используя лишь вспомогательные библиотеки, или начать разработку с помощью готовых программных средств.

В первом случае мы рискуем не уложиться в срок и потратить свои силы на изобретение уже давно известных вещей. Этот способ даст нам возможность полностью контролировать этапы обработки данных, но обяжет нас описывать все алгоритмы обработки самостоятельно. Во втором случае трудность состоит в поиске наиболее подходящего инструмента для разработки, который укладывался бы в поставленные рамки.

В статье мы рассмотрим второй случай. Для этого мы выставим следующие ограничения к инструменту разработки:

- 1. Удобство в работе и простота в освоении. Чтобы уложиться в сроки, установленные нам руководством, необходимо подобрать средство, которое можно быстро освоить.
- 2. **Открытая лицензия.** Так как проект коммерческий, нам необходимо разрабатывать его только при помощи средств, которые свободны для использования в коммерческих продуктах. В этом случае можно использовать лицензию LGPL, MIT совместимые решения, а также те, использование которых разрешено явно.

Исходя из поставленной задачи, было выбрано несколько пакетов, упрощающих разработку тематической ГИС. Первым вариантом была библиотека SharpMap.

Определение с официального сайта:

«SharpMap — простая в применении картографическая библиотека для использования в настольных и веб-приложениях. Позволяет работать со многими типами геоданных, строить пространственные запросы к данным и рисовать отличные карты. Движок написан на языке С# и основывается на фреймворке .NET 4.0. Распространяется под лицензией GNU Lesser General Public License [1]».

Очевидным плюсом данной библиотеки была безопасность при работе с памятью, обеспеченная .NET фреймворком. Библиотека предоставляла огромные возможности по работе с форматами геоданных благодаря использованию библиотеки GDAL/OGR. Также не представляло труда отображение карт из интернет-источников (Google Maps, OpenStreetMap, Bing). После небольшого количества вложенных усилий удалось связать ГИС с СУБД PostgreSQL благодаря библиотеке Npgsql.

Камнем преткновения стала невозможность изменения и расширения возможностей библиотеки. Например, необходимой функцией была возможность перемещения объектов на карте, сохраняя топологию. Выполнить эту функцию средствами библиотеки не представилось возможным. Также нельзя было переопределить клавиши для построения примитивов и все, хоть и удобные функции, были жёстко привязаны к определённой последовательности действий.

Ждать добавления недостающих возможностей в новых релизах было неприемлемо из-за редких выпусков релизных версий (на момент написания статьи библиотека не обновлялась год). В связи с этим, пришлось отказаться от использования библиотеки SharpMap.

Существует также библиотека SharpMap v2.0, разработка которой велась параллельно с первой версией. В ней была добавлена столь необходимая возможность перемещения объектов, но разработка этой библиотеки не была закончена и более не продолжается, а последние изменения в коде были зарегистрированы в ноябре 2012 г.

QGIS (Quantum GIS) – это кроссплатформенная геоинформационная система, которая была следующим средством, на котором было решено акцентировать внимание.

Основной особенностью данной системы является то, что она обладает функционалом полноценной ГИС и при этом распространяется под открытой лицензией GPL. QGIS обладает развитым API и продвинутой системой модулей, что позволяет достаточно просто расширять ее за счет разработки простейших плагинов. Графический интерфейс пользователя базируется на библиотеках Qt4. Несмотря на то, что система написано на объектно-ориентированном языке высокого уровня C++, разработка для нее может вестись также и на Python [2].

Несмотря на простоту разработки расширений для QGIS, было принято решение не использовать данное средство за счет того, что оно обладает излишним функционалом, в котором нет необходимости при решении поставленной задачи, а также из-за лицензии GPL, из-за которой нам бы пришлось предоставлять исходные коды нашего расширения клиенту, что является нецелесообразным.

Marble – следующее средство, представляющее собой виртуальный глобус, по желанию пользователя показывающий карты поверхности Земли, Луны, Марса, Венеры и других планет и спутников. Его функционал схож с NASA World Wind или Google Earth.

Как и QGIS, программа написана на языке C++ при помощи инструментария Qt, но в отличие от него распространяется под лицензией LGPL, благодаря чему мы сможет распространять наше коммерческое приложение, разработанное на основе Marble, без открытия исходного кода [3].

К сожалению, функционал Marble оказался столь широк, что нам пришлось отказаться от использования данного программного средства. В рамках решаемой задачи нет необходимости просматривать карту в виде 3D-глобуса, так же, как и просмотра поверхностей других планет Солнечной системы.

GeoTools был последним продуктом, который был нами рассмотрен.

GeoTools — это Java-библиотека с открытым исходным кодом (LGPL), которая предоставляет стандартные методы для работы с геопространственными данными и использует структуры данных, основанные на спецификациях Open Geospatial Consortium (OGC) [4].

Неоспоримым плюсом работы с GeoTools является безопасная работа с памятью и кроссплатформенность. Все это обеспечивает виртуальная машина Java, портированная на большинство популярных платформ. Может возникнуть вопрос о производительности некомпилируемого приложения при отображении большого объёма данных, но, благодаря JIT-компиляции, через некоторое время использования приложение достигнет производительности, сравнимой с компилируемыми приложениями, и вопрос производительности отходит на второй план.

На официальном сайте проекта можно найти качественную документацию, включающую описание каждого класса и вводный курс для начинающих пользователей проекта.

Также GeoTools позволяет свободно работать с базами данных, например с PostGIS, надстройкой над PostgreSQL, поддерживает работу с топологией, благодаря JTS Topology Suite и поддерживает расширение посредством плагинов. Ещё одной интересной функцией в GeoTools является чтение из файла без полной загрузки его в оперативную память. Это позволяет экономить память на машинах с её недостатком. Обратной стороной является то, что функция полной загрузки файла карты в память является тестовой и может быть нестабильна.

GeoTools активно развивается и уже используется во многих открытых проектах. Один из них – uDig, «удобная настольная интернет-ГИС» под открытой лицензией EPL (Eclipse Public License), что дает возможность дополнительно расширять функционал приложения и продавать продукт без открытия исходного кода [5].

Заключение. В настоящее время существует множество средств, упрощающих разработку инструментальных геоинформационных систем, и выбор подходящего средства напрямую проистекает из поставленной задачи. Для решения конкретной задачи, описанной в начале статьи, наиболее подходящим средством оказалась библиотека GeoTools.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *SharpMap* Geospatial Application Framework for the CLR [Электронный ресурс]. URL: https://sharpmap.codeplex.com/ (дата обращения: 07.03.2015).
- 2. Разработка простого расширения для QGIS на Python [Электронный ресурс]. URL: http://gis-lab.info/qa/qgis-dev-python.html (дата обращения: 07.03.2015).

- 3. *The Marble* Handbook [Электронный ресурс]. URL: https://docs.kde.org/development/en/kdeedu/marble/ (дата обращения: 07.03.2015).
- 4. *GeoTools* [Электронный pecypc]. URL: http://docs.geotools.org/latest/userguide/geotools.html (дата обращения: 07.03.2015).
- 5. *uDig*. Настольная ГИС [Электронный pecypc]. URL: http://live.os-geo.org/ru/overview/udig overview.html (дата обращения: 07.03.2015).

СОСТАВЛЕНИЕ ПОЭТАЖНОГО ПЛАНА. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ В WGS4–ГИС ВУЗА

А.А. Урасова, П.Ю. Найданов, А.В. Фоменко, студенты каф. АОИ Научные руководители: Ю.Б. Гриценко, доцент каф. АОИ, к.т.н.,

О.И. Жуковский г. Томск, ТУСУР, albinaurasova@bk.ru Проект ГПО АОИ-1403 «Мобильные сервисы»

В современный век информационных технологий на многих предприятиях существуют огромные количества бумажных вариантов поэтажных планов зданий, составленных еще вручную в прошлом веке. Сейчас все планы, находящиеся на бумаге, постепенно переводят в цифровой вариант. Также сейчас составляют поэтажные планы зданий, но уже по несколько другой технологии с использованием современных устройств и компьютерных программ.

Создание поэтажных планов производится по результатам пространственной инструментальной крупномасштабной съёмки внутренних помещений, зданий и сооружений [1]. В результате возможно получение плана помещения на плоскости в виде чертежа, с нанесением всех необходимых размеров. Внутренний обмер жилых, промышленных, административных и общественных помещений производится с параметрическим отображением имеющихся конструкционных объектов. Точность при этом является главной целью специалистов, осуществляющих линейные измерения. Последующий расчет площадей позволяет добиться высочайшей достоверности при отображении внутреннего устройства зданий любой сложности.

Для построения поэтажных планов используются действующие стандарты тех ведомств, специалистами которых производятся обмеры и графическое отображение, либо общепринятые топографические стандарты (линии, штриховки, цветовые обозначения) [2]. В поэтажные планы заносится информация о всех коммуникациях, находящихся в здании: водопровод, отопление, освещение и т.д. в зависимости от смысловой нагрузки, которую несет в себе тот или иной план [3].

В специализированных геоинформационных системах зачастую встречается возможность просматривать поэтажные планы зданий. В разрабатываемой в данный момент системе WGS4-ГИС вуза также

есть возможность просмотра поэтажного плана здания, которая и является основополагающей. В данной геоинформационной системе существует отдельный слой, содержащий в себе все здания, принадлежащие вузу, включающие в себя общежития, корпуса, столовые. К каждому зданию привязывается поэтажный план здания, который и представляет интерес. При открытии поэтажного плана открывается карта с конкретным этажом и слои, представляющие собой конкретный этаж здания, на котором можно увидеть слои с различными коммуникациями. Поэтажный план заключает в себе еще одну функцию, позволяющую посмотреть количество инвентаря в конкретной комнате или аудитории. Данная информация представлена посредством карточки объекта. В старой версии WGS ГИС вуза также есть функция просмотра поэтажного плана здания, в новой версии она будет несколько улучшена.

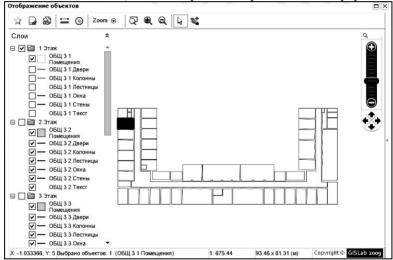


Рис. 1. Представление поэтажного плана в WGS-ГИС ВУЗа

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Журнал для профессионалов в области САПР [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.cadmaster.ru, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
- 2. Этажные планы гражданских и строительных зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://alldrawings.ru, свободный (дата обращения: 04.03.2015).
- 3. *Академия* САПР и ГИС [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.codecademy.com, свободный (дата обращения: 01.03.2015).

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РИСКОВ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ КОНТРАКТА НА ПОСТАВКУ И АДАПТАЦИЮ КОРОБОЧНОГО ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА

П.И. Усачева, В.О. Реннер, К.В. Соломин, студенты, М.А. Шишанина, магистрант, Н.В. Пермякова, аспирант Научный руководитель Ю.П. Ехлаков, профессор каф. АОИ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. АОИ, pnv@muma.tusur.ru Проект ГПО – АОИ-1503 «Управление рисками программных проектов с коротким жизненным циклом»

Под коробочным программным продуктом (ПП) будем понимать программное обеспечение, записанное на носителях данных, являющееся продуктом промышленного производства, предназначенного для широкого распространения посредством продажи, поставляемое на условиях «как есть» с определенным количеством рабочих мест, стандартным или ограниченным функционалом, возможностью доработки базовых функций или разработки новых, снабженное программной документацией и методическими материалами по обучению пользователей. ПП могут предоставляться заказчикам либо как услуги по адаптации, внедрению, эксплуатации и сопровождению ПП, либо в виде продажи лицензий на поставку, адаптацию и кастомизацию ПП в соответствии с требованиями потребителя. Конечный перечень предоставляемых услуг зависит от квалификации IT-специалистов организации-заказчика

Особенности проектов по внедрению коробочных ПП. Основными этапами жизненного цикла предоставления услуги в виде продажи лицензий внедрения являются: информационное обследование бизнес-процессов организации-заказчика, выявление и анализ требований (I); принятие решения о реорганизации бизнес-процессов организации-заказчика и/или доработки базового функционала коробочного ПП (II); разработка концептуальной модели информационной системы и архитектуры ПП (III); адаптация и/или доработка функционала ПП (IV); опытная эксплуатация ПП (V); внедрение коробочного ПП (VI).

Проведение этих работ связано с рядом проблем, основными из которых являются следующие:

 представители заказчика принимают решение о приобретении коробочного ПП, либо основываясь на опыте внедрения данного ПП на других предприятиях, либо на основе рекламных материалов и презентаций компании-разработчика, по которым не всегда можно оценить предлагаемый функционал ПП и качество сервисов по его адаптации и развитию; представители компании-разработчика (посредника) слабо представляют особенности организации бизнес-процессов у организации-заказчика, а имеющийся у них опыт внедрения на других предприятиях ввиду различия организации бизнес-процессов не всегда подходит.

В этой связи на этапе подготовки и заключения контракта необходимо выявить и оценить риски успешности программного проекта по адаптации внедрения коробочного ПП. Под риском программного проекта будем понимать событие, которое может возникнуть в процессе реализации ПП и негативно повлиять на степень достижения целей проекта (таблица).

Рискообразующие факторы программных проектов по заключению контракта на поставку и адаптацию коробочного ПП

•	Этапы жизненного					Категории рисков		
Фактор			цикл	_		* *		
	I	II	III	IV	V	Сроки	Бюджет	Качество
Соответствие базовых функциональных харак- теристик ПП потребно- стям пользователей	+	+	+	+	+	+	+	+
Совместимость ПП с программно-аппаратной инфраструктурой заказчика	+	+	+			+	+	
Дефицит трудовых ресур- сов команды проекта	+	+	+	+	+	+	+	+
Опыт команды проекта по управлению изменениями требований	+	+	+	+	+	+		+
Ошибки менеджера про- екта в оценках трудоем- кости и сроков работ на этап (проект)	+	+	+	+	+	+	+	+
Опыт менеджера проекта по управлению про- граммными проектами	+	+	+	+	+	+	+	+
Участие представителей заказчика в реализации проекта	+	+	+	+	+	+	+	+
Уровень подготовки пользователей ПП	+				+	+	+	
Стабильность норматив- но-правовых механизмов ведения бизнеса у заказ- чика	+		+	+	+	+	+	+
Стабильность бизнес- процессов по имеющему- ся функционалу ПП	+	+	+	+	+	+	+	+

Учитывая явную логическую взаимосвязь между целями проекта и возможными рисками, можно предположить, что могут возникнуть тип (категории) рисков: срыв плановых сроков проекта; превышение стоимости (бюджета) проекта; критическое отклонение по выполнению нефункциональных требований к ПП [1]. Для описания и оценки рискообразующих факторов можно выделить внешние и внутренние факторы, влияющие на риск. Проявление внешних факторов обусловливается политикой государства в отношении бизнеса малых ІТ-компаний, различными ситуациями на рынках и поведением заказчика. В качестве оснований декомпозиции внутренних факторов можно использовать элементы процесса разработки ПП: программный продукт, персонал, технологии реализации продукта, технологии управления продуктом [1].

Заключение. В результате работы при исследовании определенной выше предметной области на примере проекта Томского агентства правовой информации «Гарант» по внедрению ПП «1С: Предприятие» в одну из бюджетных организаций города и на основе обобщения литературы [2–4] было выделено множество рискообразующих факторов, которые могут возникнуть у компании-посредника при поставке, адаптации и внедрении коробочного ПП, составлена таблица, где представлен неполный перечень рискообразующих факторов. Для каждого фактора указаны этапы жизненного цикла ПП, на которых может проявиться соответствующий фактор и категории рисков, на которые он может повлиять.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Ехлаков Ю.П*. Классификация и описание рискообразующих факторов при создании программных продуктов // Доклады ТУСУРа. 2013. № 4(30). С. 142–147.
- 2. *Руководство* к своду знаний по управлению проектами (РМВОК). 4-е изд. М.: Project Management Institute, 2010. 496 с.
- 3. Роберт Т. Фатрелл, Дональд Ф. Шафер, Линда И. Шафер. Управление программными проектами. Достижение оптимального качества при минимуме затрат. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. 1136 с.
- 4. $\mathit{Синк}$ Э. Бизнес для программистов. Как начать свое дело? СПб.: Изд. дом «Питер», 2008. 256 с.

ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ONLYOFFICE В МИБС г. ТОМСКА

Д.И. Вавилин, студент каф. РЗИ

Научный руководитель А.С. Карауш, доцент каф. РЗИ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР

Проект ГПО РЗИ-1002 «Безопасная передача данных по каналам автоматизированных библиотечных систем»

В МИБС для взаимодействия сотрудников используются следующие электронные средства:

- электронная почта (Mozilla Thunderbird, The BAT) рассылка важных сообщений, обмен документами (электронные таблицы, текстовые документы и т.д.);
 - Jabber быстрый обмен сообщениями между сотрудниками;
- Google Docs (для ограниченного ряда документов) совместная работа с некоторыми документами (например, таблицы с заказами периодических изданий библиотеками);
- самописное веб-приложение для уведомления отдела НИТ о вопросах, связанных с работой техники;
- самописное (на основе CMS Joomla!) веб-приложение для обеспечения электронного документооборота.

Для централизации и приведения к общим форматам (разные почтовые клиенты имеют разный формат хранения сообщений, например) указанных средств было решено организовать свой облачный сервис.

Многие организации используют облачные сервисы для выполнения подобных задач. Некоторые интернет-сервисы (Google Apps, Мегаплан, например) предлагают такую возможность. Однако в таком случае данные хранятся и обрабатываются на их серверах, что таит в себе некоторые риски, тем более, что при вступлении в силу закона о хранении данных пользователей на серверах, находящихся на территории РФ, часть из них может и перестать оказывать такие услуги (что уже совсем не иллюзорно [1]). Опять же возникает проблема контроля резервирования данных. Есть программные продукты, предоставляющие возможность развернуть подобные сервисы на своих серверах. Одним из таких продуктов является ONLYOFFICE (ранее – TeamLab) от Ascensio System SIA.

Для работы сервиса была выбрана OC Windows Server 2012, работающая под гипервизором (VMWare ESX).

Процесс установки тривиален (при установке с помощью установочного файла) – при запуске программа сама определяет, установлены ли зависимости, если нет – устанавливает самостоятельно либо предлагает пользователю ссылку на скачивание нужных компонентов

(MySQL Connector, например). Далее копирует файлы серверного решения ONLYOFFICE в папку с установленным IIS.

Настройка заключается в следующем.

К уже существующему домену library.tomsk.ru добавили поддомен docserver.library.tomsk.ru (система может работать лишь на отдельном домене). Дополнительно открыли порт 8080.

После установки и активации (активация происходит путём отправки с нашего сервера письма-подтверждения регистрации на сервер разработчика) получен корпоративный портал с облачным хранилищем, общим доступом к электронным документам с возможностью редактирования онлайн (только *.docx, *.xlsx, .*pptx), CRM и т.д. (весь указанный функционал).

При поиске уязвимостей (руководствуясь OWASP Top 10 '13 [2]) не было найдено каких-либо критичных уязвимостей (неправильное управление сессиями, XSS, SQLi, file upload, CSRF, Sensitive Data exposure). Зачастую попадались лишь не слишком критичные (Average и ниже) уязвимости, как то: незашифрованные переменные в теле POST-запроса (манипулирование VIEWSTATE'ом пользователя), ограничение в 10 с после 5 неудачных попыток входа в систему (возможность перебора учётных данных), отключенная по умолчанию работа через SSL. Была рассмотрена возможность внедрения SSL, но впоследствии отвергнута, т.к. внедрение шифрования трафика

- 1) привело бы к уменьшению производительности системы.
- 2) не слишком критично, т.к. сотрудники работают с системой за компьютерами библиотечной системы, что уменьшает возможность перехвата трафика.

В итоге была получена система для централизованного взаимодействия сотрудников с требуемым функционалом. Однако задачи по обеспечению сохранности, защищенности, еtc. хранящихся / обрабатывающихся данных теперь возлагаются на сотрудников отдела ИТ нашей организации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Инженерно-техническая* служба Google в России прекращает свою работу [Электронный ресурс]. URL: http://www.securitylab.ru/news/463124.php (дата обращения: 16.12.2014).
- 2. *Top* 10 2013-Top 10. OWASP [Электронный ресурс]. URL: https://www.owasp.org/ index.php/Top_10_2013-Top_10 (дата обращения: 16.12.2014).

АНАЛИЗ РЫНКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА, ПЕРЕДАЧИ И РЕШЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ, ВОЗНИКШИХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО И КРУПНОГО ТИПА

А.В. Волос, М.С. Герасимова, Е.А. Гольцова, М.Г. Крашенинников. студенты

Научные руководители: П.В. Сенченко, доцент, к.т.н., Ю.Б. Гриценко, доцент, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. АОИ, gerasimova.ms19@gmail.com

Проект ГПО АОИ-1401 «Информационная технология диспетчеризации аутсорсинговых услуг»

Сегодня у почти каждого сотрудника на производстве есть в наличии компьютер и у каждого сотрудника рано или поздно появляются технические проблемы. Раньше приходилось тратить драгоценное время и искать человека, который сможет исправить проблему, но с появлением Help Desk этот процесс автоматизировался.

Страница портала Help Desk доступна каждому сотруднику компании, через которую сотрудник может заявить о технической проблеме или просто задать вопрос службе технической поддержки, либо помочь другому сотруднику, если он уже сталкивался с аналогичной проблемой. Все обращения (заявки) регистрируются в единой базе, каждая заявка имеет свой идентификационный номер. Пользователи системы могут отслеживать ход выполнения заявок и просматривать данные по уже выполненным заявкам.

На данный момент на рынке существует достаточно много аналогов нашей системы. И чтобы выделяться на рынке, наша система должна обладать рядом отличительных особенностей.

Таким образом, главными отличительными особенностями нашей системы являются [1]:

- $1.\ \it{Oбъединение\ poлей}.\ B$ системе предполагается объединить poль «Пользователь» и poль «Специалист».
- 2. Гибкость системы. Возможность использования системы в различных областях применения, за счет дополнительных функций администратора (система может быть адаптирована под любое предприятие, 3,4 функции администратора).
- 3. *Легкость освоения*. Интуитивно понятный интерфейс, не требующий от пользователя специальных знаний и навыков из сферы ИТ.
- 4. Удобство эксплуатации и обслуживания. Предполагается использовать SaaS (Software as a Service программное обеспечение как услуга) модель обслуживания ПО, что значительно увеличивает удобство эксплуатации и обслуживания.

Маркетинговое исследование — форма бизнес-исследования и направление прикладной социологии, которое фокусируется на понимании поведения, желаний и предпочтений потребителей, конкурентов и рынков в диктуемой рынком экономике.

Для анализа рынка был выбран такой метод качественных исследований: «Анкетирование по почте или факсу». Рассылаются анкеты, содержащие варианты ответов. Респондентам предлагается заполнить анкеты и отправить их обратно в специально вложенном конверте с обратным адресом или по указанному факсу. Достоинства: неограниченность времени заполнения анкеты для респондента, а значит, можно высылать подробную анкету с иллюстрациями. Недостатки: низкий обратный отклик (малое количество возвращенных заполненных анкет) [2].

В Томске насчитывается 51 крупное промышленное предприятие в сферах:

- Производство ядерных материалов (1).
- Химическое производство (2).
- Производство резиновых и пластмассовых изделий (1).
- Предприятия машиностроения (23).
- Биотехнологии (24).

У всех этих крупных предприятий есть электронная почта, поэтому опрос проводился среди всех этих компаний.

Отправленная анкета содержала описание нашего программного продукта и состояла из следующих вопросов:

- 1. Имеется ли на Вашем предприятии подобная система?
- а) да,
- b) нет.
- 2. С помощью каких средств происходит взаимодействие между вашими сотрудниками?
- 3. Есть ли у Вас необходимость ускорить процесс взаимодействия сотрудников из разных отделов?
 - а) да,
 - b) нет.
- 4. Как часто на Вашем предприятии происходят различного рода инциденты?
 - 5. Сколько времени занимает решение этих инцидентов?
- 6. Хотели бы сократить время решения инцидентов, возникших на вашем предприятии?
 - а) да,
 - b) нет.
 - 7. Считаете ли Вы целесообразной разработку данной системы?

- а) да,
- b) нет.
- 8. Нуждается ли Ваша организация во внедрении системы автоматизации приема, передачи и решения инцидентов, возникших на предприятиях среднего и крупного типа?
 - а) да,
 - b) нет.
 - 9. Готовы ли Вы платить в будущем за подобного рода систему?
 - а) да,
 - b) нет.

Заключение. Более чем 50% организаций ответили на наше письмо. Исходя из их ответов, можно сделать следующий вывод:

- 1. Большинство организаций подтверждают необходимость в ускорении взаимодействия сотрудников из разных отделов, а также ускорении времени решения инцидентов.
- 2. Более половины предприятий считают целесообразным создание подобной системы, так как при эксплуатации данного продукта у пользователей появляется возможность решать возникшие проблемы самостоятельно, без привлечения сотрудников службы технической поддержки. Также эта система позволит быстрее решать проблемы, схожие с уже возникшими, благодаря имеющимся системе отчетности и базе заявок.
- 3. Некоторые предприятия посоветовали нам предложить данный программный продукт более мелким фирмам, так как компании, которым мы написали, давно зарекомендовали себя на рынке и уже имеют подобную систему решения инцидентов в эксплуатации на своем предприятии. В связи с этим на данный момент времени предприятия не готовы платить за наш продукт.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Интернет-конференция* ГПО [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gpo-conference.tusur.ru/ (дата обращения: 26.02.2015).
- 2. *Методы* маркетинговых исследований [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.infowave.ru/lib/methods/ (дата обращения: 28.02.2015).
- 3. Гриценко Ю.Б., Жуковский О.И., Лазарев И.В. и др. Интерфейс взаимодействия геонформационных технологий ведения электронного генерального плана со сторонними программными // Доклады ТУСУРа. Томск: Изд-во ТУСУРа, 2013. С. 129–134.

ИНФОМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Председатель секции — **Черепанов Олег Иванович,** проф. каф. ЭСАУ, д.ф.-м.н.; зам. председателя — **Шидловский Виктор Станиславович,** доцент каф. ЭСАУ, к.т.н.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ ПО ШТРИХ-КОДУ

И.В. Кретов, И.Ю. Поляков, студенты каф. ЭСАУ Научный руководитель А.Е. Карелин, доцент каф. ЭСАУ г. Томск, TУСУР, rm.gooogle@gmail.com

В современных условиях развития промышленности в России автоматизация процессов производства — одно из приоритетных направлений предприятия. Это обусловлено во многом сегодняшним экономическим курсом страны, направленным на модернизацию всех отраслей промышленности, поэтому на совершенствование, улучшение, обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качеств [1].

Через каждое звено производственного процесса проходит большое количество выпускаемой продукции. При этом внутри каждого технологического процесса товары зачастую перемещаются по местам хранения и обработки.

Для эффективного управления производственным процессом необходимо в любой момент иметь информацию о детальном ассортименте входящих и выходящих из него материальных потоков, а также о материальных потоках, циркулирующих внутри него.

Как правило, данная проблема решается путем использования микропроцессорной техники, способной идентифицировать (опознавать) отдельную единицу. Речь идет об оборудовании, способном получать информацию на основе разнообразных штрих-кодов.

Цель работы – проектирование автоматизированной системы контроля продукции по штрих-коду для проверки на соответствие реальных показателей с планом работ. В качестве показателей выступают вид товара и его количество. Зачастую из-за проблем с оборудованием или в связи с его отсутствием данные показатели расходятся, что приводит к убыткам на предприятии. Данная система позволит контроли-

ровать продукцию, что приведет к устранению проблемы несоответствия реальных и требуемых показателей на промышленном предприятии OAO «Томское пиво».

К системе выдвигаются следующие требования:

- чтение 1D-штрих-кода, расположенного на ПЭТ-упаковке;
- запись штрих-кода в локальную базу данных;
- высокая частота считывания штрих-кодов;
- широкой угол обзора;
- приемлемая дальность считывания штрих-кода;
- останов конвейера при возникновении ошибки чтения штрих-кода (штрих-код отсутствует или плохого качества). При этом система осуществляет световую и звуковую сигнализацию;
 - просмотр штрих-кодов, взятых из локальной базы данных.

В данном случае для удовлетворения вышеперечисленных требований в качестве основного инструмента планируется использовать стационарный промышленный сканер штрих-кода CLV632 компании SICK. В рассматриваемом случае сканер штрих-кода будет срабатывать по сигналу от датчика наличия объекта. Если чтение штрих-кода завершилось успешно, то сканер передает значение штрих-кода на контроллер. В качестве контроллера планируется использовать NI сRIO-9012 с шасси NI сRIO-9113 с модулями цифровых входов / выходов. Контроллер передает значение штрих-кода, а также сопутствующую служебную информацию на ЭВМ и включает зелёный индикатор на сигнальной колонне. После этого производится запись результатов сканирования в локальную базу данных.

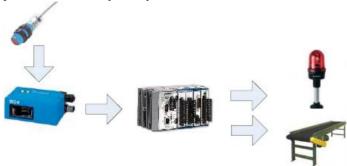


Рис. 1. Структурная схема аппаратного обеспечения системы

Стоит обратить внимание и на программное обеспечение системы, которое разбивается на две части: приложение верхнего и нижнего уровней. Приложения написаны на графическом языке программирования — «Labview». Приложение верхнего уровня имеет графический

интерфейс и предназначено для взаимодействия системы с оператором. Запуск должен происходить на отдельной ЭВМ. Приложение нижнего уровня не имеет графического интерфейса и предназначено для взаимодействия с измерительным и управляющим оборудованием. Взаимодействие между двумя приложениями осуществляется по сети Ethernet по протоколу TCP/IP.

Приложение верхнего уровня состоит из следующих программных модулей:

- главный модуль верхнего уровня;
- модуль связи с нижним уровнем;
- модуль ведения журнала.

Главный модуль верхнего уровня выполняет обработку команд, поступающих от оператора, команд и сообщений, поступающих от приложения нижнего уровня. Модуль связи с нижним уровнем предназначен для передачи команд и данных между главным модулем верхнего уровня и главным модулем нижнего уровня по сети Ethernet. Модуль ведения журнала предназначен для отображения событий, которые происходят в системе, на экране монитора, а также их дублирования в текстовый файл.



Рис. 2. Структурная схема приложения верхнего уровня

Приложение нижнего уровня состоит из следующих программных модулей:

- главный модуль нижнего уровня;
- модуль связи с верхним уровнем;
- модуль связи со сканером штрих-кода.

Главный модуль нижнего уровня выполняет обработку команд, поступающих от верхнего уровня, а также обработку сообщений и ошибок от других модулей нижнего уровня. Модуль связи с верхним уровнем и предназначен для передачи команд и данных между главным модулем верхнего уровня и главным модулем нижнего уровня по

сети Ethernet. Модуль связи со сканером штрих-кода предназначен для передачи команд и данных между главным модулем нижнего уровня и

сканером штрих-кода.



Рис. 3. Структурная схема приложения нижнего уровня

В ходе проведения работ подобрано аппаратное обеспечение, необходимое для реализации данной системы, продуманы связи между ним. Разработаны приложения верхнего и нижнего уровней, отвечающие за выполнение всей работы системы (рис. 1–3).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Орлов А.А.* Комплексный анализ систем мониторинга оборудования на производственных предприятиях // А.А. Орлов, А.В. Астафьев, А.В. Провоторов. Алгоритмы, методы и системы обработки данных: сб. науч. тр. 2010. Вып. 15. С. 131–136.
 - 2. Трэвис Дж., Кринг Дж. LabVIEW для всех. М.: ДМК-Пресс, 2011.
- 3. Bar code scanner-Sick [Электронный ресурс]. URL: https://www.mysick.com/saqqara/im0026663.pdf (дата обращения: 10.03.2015).

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА РАБОЧИХ ЦИКЛОВ ПЛАТФОРМ ЭКСКАВАТОРОВ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КУЗБАССА

Я.Е. Мещеряков, аспирант каф. АСУ

Научный руководитель А.М. Кориков, профессор, зав. каф. АСУ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, M.YarosLove@yandex.ru

Главным приоритетом развития угольной отрасли региона является применение безопасных технологий путём увеличения доли добычи угля на угольных разрезах открытым способом, для этого необходимо

создать надежное устройство для контроля положения рабочей платформы экскаватора и буровой машины.

В настоящее время существующие механические системы не позволяют выполнять мониторинг угловой ориентации функциональных элементов технологических машин, регистрировать и анализировать полученную информацию, а импортные устройства мониторинга очень дороги.

Для решения проблемы обеспечения точности позиционирования в пространстве основных функциональных элементов горных машин, учета рабочих циклов платформ экскаватора, а также регистрации и анализа полученной информации в ТУСУРе было создано устройство для непрерывного мониторинга положения в пространстве основных функциональных элементов горных машин на основе акселерометра и гироскопа с использованием математического алгоритма – комплементарного фильтра, который интегрировал показания датчиков.

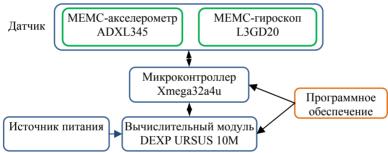


Рис. 1. Функциональная блок-схема комплекса для шагающих экскаваторов поколения 1.1

Система телеметрии прошла длительный путь развития [1–3] и проектировалась по модульному принципу. Последняя модификация системы -1.1. Эта модификация системы умеет дистанционно передавать данные на сервер для автоматизированной обработки (рис. 1).

Для проверки работоспособности комплекса были проведены испытания в полевых условиях разреза «Виноградовский». Блок системы учета работы был установлен 07.03.2015 в кабине машиниста экскаватора ЭШ 11-70. После установки блока на него было подано питание от бортовой системы энергоснабжения, введены калибровочные данные для работы и установлена связь с сервером. После установки соединения с сервером управляющая программа и аппаратная часть продолжили работу в штатном режиме.

Данные, поступающие на сервер, в автоматическом режиме обрабатывались и помещались на сайте заказчика — фирмы «Умная механика». Возможна дистанционная подстрока калибровочных параметров. На рис. 2 представлена рабочая диаграмма платформы экскаватора ЭШ 11-70 за 8 марта 2015 г.

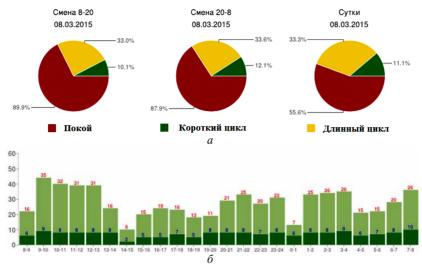


Рис. 2. Диаграмма рабочих циклов за 08.03.2015: a — суммарная; δ — почасовая

Основные регистрируемые параметры – время и круговое перемещение платформы за определенный временной интервал. Для расчета рабочих циклов платформы использовано время движения платформы, а длительность цикла определялась углом поворота. Длинный цикл – перемещение платформы более чем на 90° за 40 с, короткий цикл – перемещение менее 15° за 5 с.

Ось X проградуирована по интервалам рабочей смены в 1 ч, а ось Y описывает временной интервал в 60 мин. Суммарное время работы складывается из коротких и длинных циклов. Так, в начале рабочей смены в 8 ч утра экскаватор находился в движении 22 мин (16 мин длинных циклов и 6 мин коротких циклов, хороший показатель работы экскаватора 40 мин в час). Следующая пересмена бригады произошла в районе 20 ч вечера, что подтверждается повышением производительности.

Таким образом, разработанное в ТУСУРе устройство для непрерывного мониторинга положения в пространстве основных функциональных элементов горных машин можно применять на шагающих

экскаваторах угольных разрезов Кузбасса с целью постоянного мониторинга горизонтальности платформы и автоматизированного учёта рабочих циклов технологической машины за фиксированный промежуток времени.

Дальнейшая модернизация системы будет направлена на использование промышленной элементной базы и переход от одноплатных компьютеров к созданию собственной вычислительной платформы.

Предполагаются расширение функционала системы и интеграция с другими технологическими объектами на разрезе.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Мещеряков Я.Е. Операционная система для микроконтроллеров AVR семейства XMEGA / Я.Е. Мещеряков и др. // Современные техника и технологии: сб. трудов XVIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 т. Т. 2 / Томский политех. ун-т. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2012. С. 359–360.
- 2. Мещеряков Я.Е. Автоматизированная система наблюдения за положением рабочих элементов горных машин: свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ / Я.Е. Мещеряков, П.М. Обоянский, Н.П. Курышкин, О.В. Любимов. №2014617216; заявл. 26.05.2014; опубл. 20.08.2014.
- 3. Мещеряков Я.Е. Мониторинг точности позиционирования основных функциональных узлов технологических машин // Актуальные проблемы современного машиностроения: сб. трудов междунар. конф. / Юргинский технологический институт. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2014. С. 38–42.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА БАЗОВОЙ НАСТРОЙКИ И КОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКА

И.Ю. Поляков, студент каф. КИБЭВС

Научный руководитель А.А. Конев, доцент каф. КИБЭВС г. Томск, ТУСУР, ФВС, fox.user.3@gmail.com

Современные технологии получения, сбора и обработки информации позволяют реализовать учет энергоресурсов в режиме реального масштаба времени [1]. Измерительные системы, обеспечивающие сбор, обработку, хранение и передачу информации о потреблении или производстве энергоресурсов, получили название АСКУЭ — автоматизированные системы коммерческого учета энергоресурсов.

Структурно АСКУЭ состоят, как правило, из трех подсистем, представленных на рис. 1:

- 1) подсистемы сбора первичной информации нижний уровень АСКУЭ;
- 2) подсистемы первичной обработки и хранения информации средний уровень АСКУЭ;

3) подсистемы переработки, отображения, хранения и информационного обмена – верхний уровень АСКУЭ.

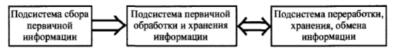


Рис. 1. Структурная схема АСКУЭ

Конструктивно подсистема сбора первичной информации АСКУЭ включает в себя первичные преобразователи, измеряющие параметры сред: электросчетчики, газосчетчики и др. [2].

Для работы устройства учёта электроэнергии (УУЭ) необходимо проводить предэксплуатационную подготовку. Подключение осуществляется через стек протоколов TCP/IP. Возможно прямое подключение или удаленное.

Прямое подключение дает возможность предэксплуатационной настройки, чтения системной информации.

Удаленное подключение к электросчетчику возможно при использовании устройства сбора и передачи данных(УСПД) в качестве маршрутизатора.

Для решения разработано программное обеспечение базовой настройки электросчетчика.

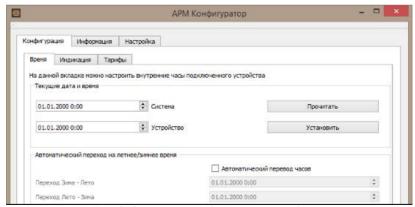


Рис. 2. Общий вид графического интерфейса

Для удобства работы был разработан графический пользовательский интерфейс. С помощью данной программы можно программировать тарифное расписание, корректировать время электросчетчика, изменять параметры индикации и контролировать параметры электроэнергии и т.п. (рис. 1).

Таким образом, на данном этапе было разработано программное средство, обеспечивающие базовую настройку электросчетчиков. Для разработки программного обеспечения использована парадигма ООП, выбран язык программирования С++ и библиотека Qt.

В дальнейшем необходимо продумать поддержку радиочастотного канала связи и взаимодействие программы через УСПД. Также необходимо подготовить площадку для автоматического тестирования системы при помощи Unit-тестов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Лисиенко В.Г. Хрестоматия энергосбережения. М.: Теплоэнергетик, 2002. 186 с.
- 2. *Булаев Ю.В.* Комплексная автоматизация энергоснабжения предприятия. М.: Промышленная теплоэнергетика, 2001. 456 с.
- 3. *Шлее М.* Qt 4.8. Профессиональное программирование на C++. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 951 с.

КОНВЕЙЕРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В РЕКОНФИГУРИРУЕМОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Л.В. Савкин, аспирант

г. Химки, ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», android4.1@mail.ru

В предыдущих статьях [4, 5] были предложены способы аппаратно-программного построения диагностического обеспечения бортовых систем космических аппаратов (КА) на базе встроенного реконфигурируемого вычислительного поля (РВП). Все алгоритмы диагностики, реализуемые в процессе бортового диагностирования КА, представлялись в виде орграфов G, «накладываемых» на выделенные фрагменты РВП системы функционального контроля и диагностики (СФКД) КА, образуя тем самым независимые реконфигурируемые диагностические каналы.

Здесь в качестве одного из способов повышения эффективности функционирования СФКД КА построение диагностических моделей в РВП предлагается осуществлять по конвейерному принципу (рис. 1).

В процессе адаптации диагностических моделей в СФКД к поиску неисправностей и отказов бортовых системы КА в РВП происходит формирование аппаратных конфигураций диагностических каналов в зависимости от значений конфигурационных функций $K_i^{\text{ДМ}}$, i=1,n, описывающих топологию логико-арифметических связей между коммутируемыми логическими блоками (КЛБ).

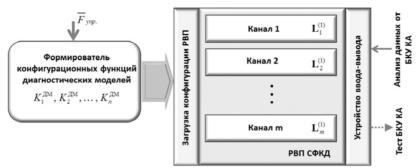


Рис. 1. К пояснению принципа конвейерного построения диагностических моделей в РВП СФКД

Здесь в качестве основной идеи при последовательном изменении значений конфигурационных функций предлагается сохранять в РВП несколько их предыдущих аппаратных реализаций. Данную процедуру можно формально записать в виде следующего выражения:

где $L_j^{(1)}, j = \overline{1,m}$ — матричный набор КЛБ, образующий в РВП диагностический канал, связи между элементами которого описываются орграфом G.

Данный способ построения диагностических моделей позволит не прибегать к полной реконфигурации РВП СФКД в случаях, требующих «возврата назад» нескольких предыдущих значений конфигурационной функции.

Таких образом, предложенный способ конвейерного построения диагностических моделей в РВП СФКД может иметь важное значение в случаях, требующих оперативного перестроения алгоритмов бортового диагностирования целевых и служебных систем КА, когда от минимизации времени диагностирования зависит не только эффективность диагностического обеспечения КА, но и его надежность в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопалов М.Ю. Идентификация и диагностика систем. М.: Изд. центр «Академия», 2009. 352 с.
- 2. Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами / Под ред. А.С. Сырова. М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. $304~\rm c$.
- 3. Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А., Шмойлов В.И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры. Ростов-н/Д: ЮНЦ РАН, 2008. 397 с.

- 4. *Савкин Л.В.* О решении задач бортового диагностирования космических аппаратов с помощью реконфигурируемых вычислительных систем // Технические науки от теории к практике: Сб. ст. по матер. XXXIX Междунар. науч.-практ. конф. № 10 (35). Новосибирск: Изд. СибАК, 2014. С. 79–87.
- 5. Савкин Л.В. Разработка реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики космического аппарата: матер. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015. С. 201–202.

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА ПЕПЕЙ

С.А. Тиссен, А.С. Водянов, студенты каф. ТОР

Научный руководитель В.Н. Ульянов, доцент, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, tissen@micran.ru, silenfax@yandex.ru

В данном статье рассматриваются факторы, влияющие на погрешность измерений векторного анализатора цепей диапазона СВЧ, производится их оценка и предлагаются методы уменьшения влияния систематической составляющей ошибок на результаты измерений.

Современные анализаторы цепей (АЦ) диапазона СВЧ используются для определения параметров различного рода СВЧ-устройств. В зависимости от конкретной реализации анализатора число измеряемых характеристик может быть различным. Перечислим некоторые из них: элементы матрицы рассеяния (*S*-параметры), коэффициент преобразования (с отображением модуля и фазы), коэффициент стоячей волны (КСВ), уровни интермодуляционных искажений и многие другие характеристики во временной и частотной областях. Применяются АЦ при исследовании, настройке, ремонте и испытании ВЧ- и СВЧ-устройств, используемых в радиоэлектронике, радиосвязи, радиолокации и измерительной технике. Принцип их действия основан на измерении параметров волн, взаимодействующих с исследуемым устройством (ИУ). При этом внутренняя структура самого ИУ остаётся неизвестной, оцениваются лишь реакции на зондирующие сигналы [1].

Все существующие модели анализаторов цепей подразделяются на две большие группы — скалярные анализаторы цепей (САЦ) и векторные анализаторы цепей (ВАЦ). САЦ позволяют измерять параметры без учёта фазовых составляющих и построены по принципу широкополосного диодного детектирования. ВАЦ представляют собой более сложные устройства, использующие супергетеродинное детектирование, что позволяет перейти к измерению комплексных характеристик.

Используемый в работе ВАЦ Р4М производства ЗАО «НПФ Микран» обладает всеми приведёнными выше характеристиками анализаторов цепей. Помимо этого, в данном приборе реализованы дополнительные режимы измерений, включающие импульсные, измерения, измерения коэффициента шума и динамические [2].

Структура измерительного блока ВАЦ Р4М представлена на рис. 1.

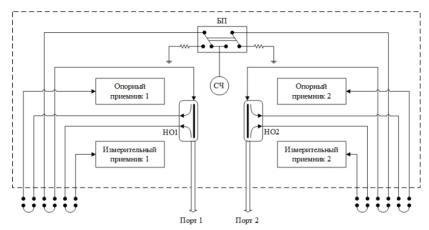


Рис. 1. Структура измерительного блока ВАЦ Р4М

Проанализируем структуру измерительного блока ВАЦ, представленную на рис. 1. Блок СЧ включает в себя генератор зондирующего сигнала в виде синтезатора частоты с системами фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и автоматической регулировки мощности (АРМ). После СЧ расположен блок переключения (БП), позволяющий выбрать, какой из портов будет использован в качестве источника. На опорные приёмники поступает сигнал с СЧ, на измерительные – с тестируемого устройства, после чего происходит сравнение принятых сигналов. Использование сразу двух опорных приёмников, а не одного обусловлено уменьшением дополнительной ошибки, возникающей за счёт неидеальности переключателя. Применение направленных ответвителей определено необходимостью разделения сигналов, поступающих с СЧ и измерительных портов.

Определение характеристик ИУ при помощи ВАЦ Р4М сводится к измерению параметров падающей и отражённых волн. В процессе этого могут возникать ошибки, обусловленные рассогласованием, неравномерностью отражения, неравномерностью передачи и нарушением изоляции между измерительными портами. Количественно их можно оценить следующими факторами ошибок [3]:

- E_{DF} фактор направленности, характеризующий проникновения и отражения сигнала на измерительный вход:
- \bullet E_{SF} фактор рассогласования источника, характеризующий все повторные отражения от первого порта;
- \bullet E_{RF} фактор неравномерности отражения, характеризующий частотную неравномерность тракта отражения;
- \bullet E_{LF} фактор рассогласования нагрузки, характеризующий все повторные отражения от второго порта;
- E_{TF} фактор неравномерности передачи, характеризующий частотную неравномерность тракта передачи;
- \bullet $E_{X\!F}$ фактор изоляции, характеризующий проникновение между измерительными портами.

В приведённых факторах индекс «F» определяет метод зондирования (от первого порта ко второму). В случае обратного зондирования использовался бы индекс «R».

На рис. 2 представим графическую модель описанных факторов опибок.

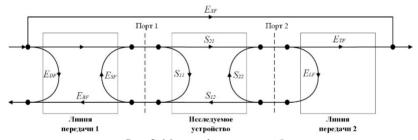


Рис. 2. Модель факторов ошибок

На практике для оценки величин факторов ошибок и последующей их коррекции применяется калибровка [4, 5]. В процессе калибровки в качестве ИУ последовательно подключаются меры с единичным коэффициентом передачи (непосредственное подключение портов друг к другу) и единичными коэффициентами отражения (нагрузки короткого замыкания и холостого хода). Однако сам процесс калибровки может являться источником дополнительных случайных ошибок со стороны оператора в случае ошибочного подключения той или иной калибровочной меры. Эффективным средством устранения подобной случайной составляющей может оказаться использование электронных калибраторов, осуществляющих весь процесс калибровки автоматически. Для ВАЦ Р4М фирмой «Микран» выпускается электронный калибратор Р4М-ЭК4 [6], обеспечивающий двукратный запас точности по отношению к предельно допустимой погрешности измерения само-

го ВАЦ. Однако стоит учитывать, что применение калибровки, хоть и электронной, компенсирует влияние факторов ошибок лишь частично. Несмотря на то, что измерительная система становится более точной, неучтёнными оказываются остаточные искажения, которые называются эффективными факторами ошибок. Оценим данные величины количественно на примере измерения параметра S_{11} (коэффициента отражения от входа) одним портом ВАЦ Р4М в диапазоне $10...20~\Gamma\Gamma$ ц. Использование одного порта достаточно для измерения параметра S_{11} , что существенно упростит реализацию поставленной задачи.

Модель эффективных факторов ошибок представлена на рис. 3.

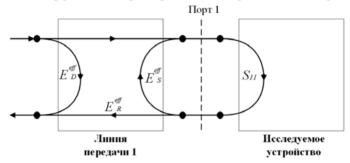


Рис. 3. Модель эффективных факторов ошибок при измерении параметра S_{11}

Подключим ВАЦ Р4М к персональному компьютеру (ПК) с программой Graphit и произведём однопортовую калибровку порта 1. Измерим величину эффективного фактора направленности $\left|E_{D}^{eff}\right|$ через воздушную линию передачи на рассогласованной (на -20 дБ) нагрузке методом биений (определялось среднее значение между двумя соседними экстремумами параметра S_{11}). Величина $\left|E_{D}^{eff}\right|$, по данному методу, составила минус 33,476 дБ. Графические результаты измерений представлены на рис. 4.

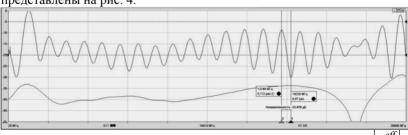


Рис. 4. Результаты измерений эффективного фактора направленности $\left|E_{D}^{\it eff}\right|$

Измерим величину эффективного фактора рассогласования источника $\left|E_S^{eff}\right|$ через воздушную линию передачи на короткозамкнутой нагрузке с использованием метода биений. Величина $\left|E_S^{eff}\right|$, по данному методу, составила минус 33,47 дБ. Графические результаты измерений представлены на рис. 5.

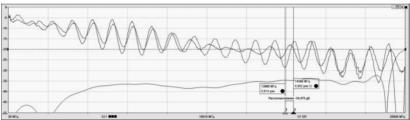


Рис. 5. Результаты измерений эффективного фактора рассогласования источника $\left|E_S^{\it eff}\right|$

Определим величину эффективного фактора неравномерности отражения $\left|E_R^{eff}\right|$ через воздушную линию передачи на короткозамкнутой нагрузке как величину амплитуды колебаний частотной характеристики воздушной линии. В данном случае величина $\left|E_R^{eff}\right|$ составила 0,05 дБ. Графические результаты измерений представлены на рис. 6.

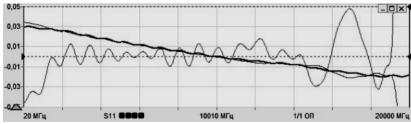


Рис. 6. Результаты измерений эффективного фактора неравномерности отражения $\left|E_R^{eff}\right|$

В качестве метода компенсации эффективных факторов ошибок представим аналитическую модель расчета систематической ошибки, возникающей при измерении комплексного коэффициента отражения S_{11}^* , с учётом всех рассмотренных факторов. Изменение модуля и ар-

гумента представим отдельно. При коррекции S_{11}^* необходимо внести поправку на величину $\Delta \left|S_{11}^*\right| \cdot e^{-i\Delta\phi} \, S_{11}^*$.

$$\Delta \left| S_{11}^* \right| = 10^{\frac{-E_D^{eff}}{20}} + S_{11}^2 \cdot 10^{\frac{-E_S^{eff}}{20}} + S_{11} \cdot \left(1 - 10^{\frac{-E_R^{eff}}{20}} \right) + \sqrt{N \cdot \Delta f} , \qquad (1)$$

$$\Delta \varphi_{S_{11}^*}^* = a \sin \left(10^{\frac{-E_D^{eff}}{20}} + S_{11}^2 \cdot 10^{\frac{-E_S^{eff}}{20}} + S_{11} \cdot \left(1 - 10^{\frac{-E_R^{eff}}{20}} \right) + \sqrt{N \cdot \Delta f} \right) \cdot S_{11}^{-1}, \quad (2)$$

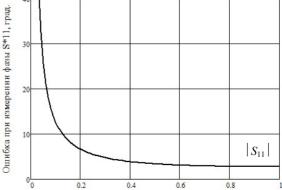
где S_{11} – модуль измеренного коэффициента отражения; N – мощность шума, отнесенная к мощности опорного канала, в полосе 1 Γ ц, раз/ Γ ц;

 Δf — полоса пропускания фильтра ПЧ в ВАЦ, Γ ц.

Рис. 7. Зависимость величины ошибки модуля комплексного коэффициента отражения от его значения

С учетом того что в ВАЦ Р4М $N=10^{-12}$ раз/Гц, $\Delta f=1000$ Гц, представим графики зависимости величины ошибки при измерении модуля и фазы от модуля измеренного значения коэффициента отражения (рис. 7, 8).

Рис. 8. Зависимость величины ошибки фазы комплексного коэффициента отражения от значения его модуля



Анализ графических зависимостей, представленных на рис. 7, 8, показал, что с увеличением коэффициента отражения по входу (параметра S_{11}), ошибка при измерении его модуля увеличивается (от 0,02 до 0,05), а ошибка при измерении фазы, наоборот, уменьшается (от 40 градусов до приблизительно 3).

Заключение. В данной работе были проанализированы и количественно оценены факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на величину систематической погрешности измерений векторного анализатора цепей (ВАЦ) Р4М фирмы «Микран». На примере величины коэффициента отражения при однопортовом измерении в частотном диапазоне 10...20 ГГц были определены конкретные значения величин имеющихся погрешностей, возникающих при измерении модуля и фазы, и предложен метод коррекции измеряемой величины.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Андронов Е.В., Глазов Г.Н.* Теоретический аппарат измерений на СВЧ. Т. 1. Томск, «Научно-производственная фирма Микран», 2012. 44 с.
- 2. Контрольно-измерительное оборудование и аксессуары СВЧ-тракта. Каталог [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.micran.ru/sites/micran_ru/tmpl/micran_ru/inc/pdf/kio2014.pdf, свободный (дата обращения: 05.03.2015).
- 3. *Ульянов В.Н.* Калибровка и применение векторного анализатора цепей для определения параметров частотно-преобразующих устройств / В.Г. Губа, В.Н.Ульянов, А.А. Савин // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2(24), ч. 1. С. 156–161.
- 4. *Губа В.Г.* Классификация и анализ методов калибровки векторных анализаторов цепей / В.Г. Губа, А.А. Ладур, А.А. Савин // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2(24), ч. 1. С. 149–155.
- 5. Spectrum Analysis Basics. Agilent Application Note 150. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-0292.pdf, свободный (дата обращения: 05.03.2015).
- 6. Электронный калибратор P4M-ЭК4 [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.micran.ru/sites/micran_ru/data/UserFile/File/KIA/Calibrator-EK4.pdf, свободный (дата обращения: 05.03.2015).

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕД

К.К. Жаров, студент ФВС

Научный руководитель С.В. Шидловский, профессор каф. ЭСАУ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, halogenofobia@yahoo.com

Работа посвящена практическому построению ПИД-регулятора на основе теории перестраиваемых вычислительных сред (ПВС). ПВС относятся к классу систем автоматического управления (САУ) с пере-

менной структурой, то есть к классу динамически нелинейных САУ [1, 3]. Применение систем с переменной структурой позволяет значительно улучшить процессы регулирования путем изменения структуры управляющего устройства в зависимости от размеров и знаков входных величин, поступающих в управляющее устройство от измерительного устройства [2, 3].

Синтез модели ПВС производился на основе уже созданного в рамках проекта ГПО «ЭСАУ-1304» цифрового ПИД-регулятора. Он выполнен на отдельных логических вентилях И, ИЛИ, НЕ и принимает на вход 8-разрядный сигнал. Численное интегрирование осуществляется с использованием формулы трапеций:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=2}^{\infty} (x_i + x_{i-1}) \cdot \Delta t_i.$$

В дифференцирующем устройстве используется формула левосторонней разности:

$$y_i = \frac{x_i - x_{i-1}}{\Delta t}$$

Структура регулятора приведена на рис. 1, описание элементов предоставлено в таблице.

Все необходимые коэффициенты подаются на умножители через среду, используя имеющиеся каналы связи.

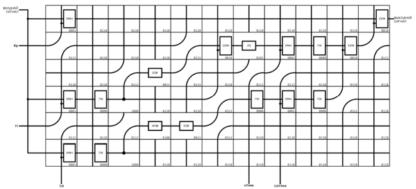


Рис. 1. ПИД-регулятор, выполненный на основе ПВС

Системы с переменной структурой меняют свою структуру в зависимости от получаемой информации об объекте управления [2, 3]. Данный регулятор осуществляет управление по неменяющемуся ПИД-закону, однако структуру системы можно легко изменить, всего лишь поменяв коды настройки ячеек [1, 3]. Кроме того, пропорциональное, интегральное и дифференциальное управление являются базовыми

видами управления и находят широкое применение в построении регуляторов самого различного профиля; реализация этих операций на основе ПВС является фундаментом для построения более сложных моделей регуляторов [1-3].

Описание автоматных отображений ячейки ПВС

Описание автоматных отооражении ячеики пвс							
Название	Обозна-	Код на-	Выполняемая функция	Обозначение			
блока	чение	стройки					
Преобразо-	ПК	0000	Преобразования «прямой-	пк			
ватель кода			обратный» и «обратный- прямой» код	9900			
Умножи- тель	УМН	0001	Введение поправок Δt , $1/\Delta t$ и параметров настройки	yant			
			регулятора				
Сумматор	СУМ	0010	Суммирование двух чисел, разность как сумма с отрицательным числом	CYM			
Регистр	ОЗУ	0011	Сохранение сигнала для				
памяти			обработки на следующем такте	079			
Инвертор	ИНВ	0100	Смена знака двоичного	190			
			числа, представленного в обратном коде	0100			
Регистр сдвига	ЛС	0101	Деление пополам в интегрирующем устройстве	nc 0101			
Прямая связь		0110	Передача сигналов в пря- мом направлении	9110			
Угловая связь	_	0111	Изменение направления передачи сигналов				
Ветвление	_	1000	Разделение входного сиг- нала	1000			

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для поддержки молодых ученых и докторов наук (МД-411.2014.9) «Математическое моделирование реконфигурируемых систем управления и обработки информации».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Евреинов Э.В. Однородные вычислительные системы, структуры и среды. М.: Радио и связь, 1981.208 с.
- 2. *Емельянов С.В.* Системы автоматического управления с переменной структурой. М.: Наука, 1967. 336 с.
- 3. *Шидловский С.В.* Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры. Томск: ТГУ, 2006. 288 с.

СЕКЦИЯ 15

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Председатель секции — **Шурыгин Юрий Алексеевич,** директор департамента управления и стратегического развития (первый проректор), зав. каф. КСУП, профессор, д.т.н.;

зам. председателя — **Коцубинский Владислав Петрович,** доцент каф. КСУП, к.т.н.

ПОДСЕКЦИЯ 15.1 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Председатель секции — **Черкашин Михаил Владимирович,** доцент каф. КСУП, к.т.н.

МОДУЛИ ПРОСМОТРА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ DATAVIEWER

А.В. Агеев, студент, А.Е. Горяинов, м.н.с., А.А. Калентьев, м.н.с., Д.В. Гарайс, м.н.с.

г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, ageevav92@gmail.com Проект ГПО КСУП-1305 «Программа анализа и обработки результатов СВЧ-измерений»

В статье представлено описание интегрированных в программу DataViewer модулей для отображения вольт-амперных характеристик, отображения пользовательских измерительных характеристик и модуля для просмотра шумовых параметров СВЧ-компонентов.

Для написания модулей на основе программы DataViewer необходимо реализовать основной интерфейс IDataViewer, который содержит в себе поля, представленные на рис. 1.

Каждый модуль программы является отдельным набором классов и имеет свою собственную реализацию данных полей.

Модуль для отображения вольт-амперных характеристик. Реализованный модуль предназначен для отображения вольт-амперных характеристик и может работать с форматами *.ivd фирмы Natio-

nal Instruments [1] и *.ivc фирмы Focus Microwave [2]. В модуле реализована возможность отображать крутизну ВАХ [3]. Также присутствует расчет выходной проводимости. Модуль представлен на рис. 2.

Puc. 1. UML-диаграмма интерфейса IDataViewer

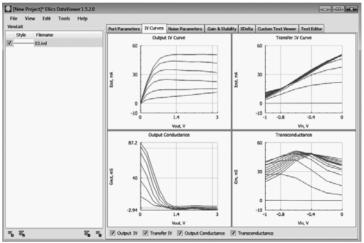


Рис. 2. Модуль для отображения вольт-амперных характеристик

Модуль для отображения произвольных файлов измерений. В отличие от модулей, которые отображают определенные виды характеристик и имеют свой специальный формат файла, данный модуль может отображать файлы измерений, которые не имеют определенного формата и представляют собой текстовый файл с набором столбцов значений. Программа строит зависимости значений одного столбца от другого, номера которых пользователь указывает самостоятельно. Разработанный модуль продемонстрирован на рис. 3.

В поле Graphs есть возможность настроить необходимое количество графиков, причем при добавлении новый по умолчанию инициализируются значениями: X = 1; $Y = N_{\text{graph}+1}$.

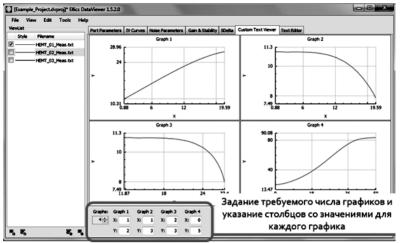


Рис. 3. Модуль для отображения пользовательских измерительных характеристик

Модуль просмотра шумовых параметров. Разработанный модуль предназначен для отображения шумовых параметров и имеет возможность работать с файлами измерений формата *.x2p, *.npar [3]. Модуль продемонстрировань на рис. 4.

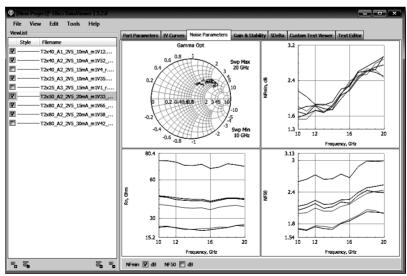


Рис. 4. Модуль для просмотра шумовых параметров

Заключение. Каждый разработанный модуль был интегрирован в программу Ellics DataViewer, проведен рефакторинг кода, что позволило наладить и скорректировать работу модулей в программе. Интеграция модулей дала возможность подключить к ним такие функции, как Drag&Drop и открытие файлов в соответствующей вкладке напрямую через файловую систему.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Сайт* фирмы National Instruments [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://russia.ni.com/ (дата обращения: 27.02.2015).
- 2. Сайт фирмы Focus Microwaves [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://focus-microwaves.com/ (дата обращения: 27.02.2015).
 - 3. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ-диапазона. Томск, 2013.

ПРОГРАММА ЭКСТРАКЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТРАНЗИСТОРОВ С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ

Т.А. Ахметов, студент каф. КСУП, И.М. Добуш, с.н.с., А.Е. Горяинов, м.н.с., А.С. Сальников, м.н.с., ЛИКС г. Томск, ТУСУР, jesist@rambler.ru

Эффективное проектирование СВЧ-монолитных интегральных схем (МИС) невозможно без использования точных моделей активных и пассивных элементов. Основным активным элементом СВЧ МИС на основе материалов GaAs, GaN и InP является транзистор с высокой подвижностью электронов (НЕМТ – High Electron Mobility Transistor). Процесс построения адекватных моделей НЕМТ является многоэтапным и трудоемким, однако он может быть упрощен с помощью специализированных программных решений.

Целью данной работы является создание программы, позволяющей проводить построение малосигнальных моделей СВЧ-транзисторов с высокой подвижностью электронов в виде эквивалентной схемы (ЭС).

Математические модели транзисторов делятся на физико-технологические, компактные, поведенческие и аппаратные [1]. В настоящей работе основное внимание уделяется компактным моделям в виде ЭС (рис. 1), поскольку они обладают приемлемой точностью и высоким быстродействием, что позволяет их использовать в САПР СВЧ-устройств для проектирования МИС.

Малосигнальная модель HEMT-транзистора состоит из внешних (паразитных) и внутренних элементов. Значения внешних элементов являются идентичными для всех режимов работы транзистора и опре-

деляются на основе S-параметров, полученных при измерении транзистора в так называемых «холодных» режимах [2], с помощью различных методик экстракции: Dambrine, Berroth, Jeon, Tayrani и др. Значения внутренних элементов ЭС рассчитываются из S-параметров для каждой рабочей точки транзистора и называются «горячими».

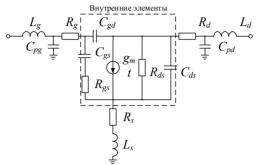


Рис. 1. Малосигнальная модель НЕМТ-транзистора в виде ЭС

Таким образом, разработанная программа обладает следующими возможностями:

- экстракция внешних и внутренних параметров ЭС транзистора с использованием измеренных S-параметров;
 - графический анализ основных характеристик модели и измерений;
 - ручное варьирование и оптимизация параметров ЭС;
 - экспорт модели в САПР СВЧ-устройств.

Работа с программой включает следующие этапы:

- 1. Выбор методики экстракции и загрузка файлов измерений в холодных и горячих режимах транзистора.
- 2. Экстракция внешних параметров ЭС, при этом пользователь имеет возможность графически оценить частотную зависимость / независимость значений номиналов каждого элемента ЭС, выбрать значение элемента на интересующей частоте или провести усреднение значений элементов в поддиапазоне частот.
 - 3. Экстракция внутренних параметров ЭС.
 - 4. Визуализация параметров модели и измерений.
- 5. Сохранение и экспорт модели в коммерческую САПР СВЧустройств NI AWR Microwave Office.

На рис. 2 приведены элементы интерфейса программы. После расчета значений внешних и внутренних элементов ЭС пользователь имеет возможность варьировать их в ручном или автоматическом режиме. Для этого в программе реализованы ползунковые регуляторы и модуль параметрической оптимизации. После выбора метода оптими-

зации, количества итераций и необходимой точности на главной форме можно задать дополнительные настройки: какие элементы и какие модели будут участвовать в процессе оптимизации. Оптимизация ведется по уменьшению среднеквадратичного отклонения между *S*-параметрами модели и измерений.

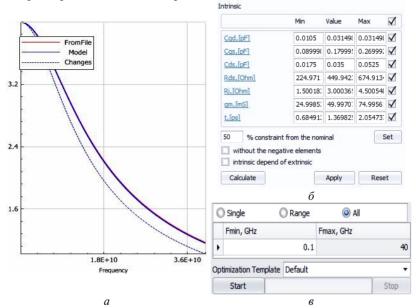


Рис. 2. Элементы графического интерфейса программы: a – графики S-параметров; δ – панель со значениями параметров ЭС; ϵ – панель оптимизации

Результатом данной работы является программа Extraction-L, реализующая возможность построения малосигнальной модели транзистора с высокой подвижностью электронов. На данный момент реализована основная функциональность, программа находится на стадии бета-тестирования. В дальнейшем планируется реализация дополнительных возможностей и выпуск полноценной версии программы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Chang K. Encyclopedia of RF and Microwave Engineering. Wiley-Interscience, 2005. P. 5796.
- 2. Степачева А.В. Экстракция внешних параметров малосигнальной модели СВЧ-полевого транзистора с применением комбинированной методики / А.В. Степачева, И.М. Добуш // Доклады ТУСУРа. 2012. № 2 (26). С. 138–144.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ INDESYS FRAMEWORK

А.В. Анисов, студент, А.Е. Горяинов, м.н.с. ЛИКС, каф. КСУП Научный руководитель А.А. Калентьев, м.н.с ЛИКС каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, threat70@gmail.com

Оптимизация — это выбор, т.е. то, чем постоянно приходится заниматься в повседневной жизни. Конечной целью оптимизации является отыскание наилучшего или «оптимального» решения, обычно приходится довольствоваться улучшением известных решений, а не доведением их до совершенства. Поэтому под оптимизацией понимают скорее стремление к совершенству, которое, возможно, и не будет достигнуто.

Целевая функция – вещественная или целочисленная функция нескольких переменных, подлежащая оптимизации в целях решения некоторой оптимизационной задачи.

Методы оптимизации в соответствии с задачами оптимизации делятся на две группы: локальные и глобальные. Локальные методы направлены на нахождение локальных экстремумов целевой функции. Глобальные методы направлены на нахождение глобальных оптимумов целевой функции.

В данной работе были разработаны 2 метода оптимизации для Indesys Framework [1], а именно: метод градиентного спуска, который является локальным методом оптимизации, и метод имитации отжига, который является глобальным методом оптимизации. На рис. 1 изображена диаграмма классов реализованных методов оптимизации, где базовые классы Optimizer и IOptions являются частью Indesys Framework. В классе Optimizer имеется метод Fitness() для расчета функции в текущей точке, а также абстрактный метод NextStep() для выполнения одной итерации метода, именно в этом методе и заложена реализация каждого метода.

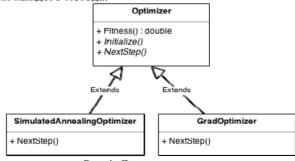


Рис. 1. Диаграмма классов

Метод имитации отжига используется для решения различных комбинаторных задач; например, задача коммивояжера [2] или задача о восьми ферзях [2] так же может использоваться в задачах для оптимального распределения нагрузки, где решение не очевидно и не однозначно.

Метод основывается на имитации физического процесса, который происходит при кристаллизации вещества, в том числе при отжиге металлов. Предполагается, что атомы уже выстроились в кристаллическую решётку, но ещё допустимы переходы отдельных атомов из одной ячейки в другую. Предполагается, что процесс протекает при постепенно понижающейся температуре. Переход атома из одной ячейки в другую происходит с некоторой вероятностью, причём вероятность уменьшается с понижением температуры. Устойчивая кристаллическая решётка соответствует минимуму энергии атомов, поэтому атом либо переходит в состояние с меньшим уровнем энергии, либо остаётся на месте [3].

Прежде всего нужно задать начальное состояние системы. Для этого берётся любое случайное состояние. Далее на каждом шаге:

- 1. Случайным образом генерируется новое состояние; распределение вероятности для него должно зависеть от текущего состояния и текущей температуры.
 - 2. Вычисляется значение функции для сгенерированной точки.
- 3. Принимается или не принимается сгенерированное состояние в качестве текущего; вероятность этого решения должна зависеть от разности функций сгенерированного и текущего состояний и, конечно, от температуры (чем выше температура, тем больше вероятность принять состояние хуже текущего).
- 4. Если новое состояние не принято, генерируется другое и повторяем действия с первого пункта, если принято переход к следующей итерации, понизив температуру (но чаще переход к следующему шагу производят в любом случае, чтобы избежать долгого зацикливания).

Процесс останавливается по достижении определённой температуры. Вещество остыло в точке с минимальной энергией.

Зачем же нужна такая сложная схема с вероятностями переходов из точки в точку? Почему нельзя просто передвигаться строго от большей энергии к меньшей? Всё дело в локальных минимумах, в которых решение может застрять. Чтобы выбраться из них и найти глобальный минимум, необходимо время от времени повышать энергию системы. При этом общая тенденция к поиску наименьшей энергии сохраняется. В этом и состоит суть метода имитации отжига.

Метод градиентного спуска направлен на поиск локального экстремума (минимума или максимума) целевой функции с помощью движения вдоль градиента. Данный метод широко используется для оптимизации унимодальных функций (т.е. с единственным экстремумом).

Классический метод градиентного спуска очень прост в реализации. Нам необходимо на каждой итерации вычислять значение градиента и двигать текущую точку вдоль найденного градиента до тех пор, пока значение целевой функции не начнет ухудшаться. Шаг, на который нужно сдвинуть текущую точку, можно найти с помощью метода золотого сечения.

Таблица 1 Результаты оптимизации методом градиентного спуска и методом симплекса [2]

Функция	Метод оптими-	Найденное	Кол-во ите-	Затраченное
	зации	значение ЦФ	раций	время, с
Функция Химмельблау [2]	Градиентный спуск	2,37E-21	35	0,311
лиммельолау [2]	Симплекс	0	125	0,184
Функция Розенброка [2]	Градиентный спуск	2,90E-17	2200	5,246
гозенорока [2]	Симплекс	0	150	0,218
Сферическая	Градиентный спуск	2,55E-22	10	0,029
функция [2]	Симплекс	2,95E-31	500	1,687

Как видно из табл. 1, метод градиентного спуска значительно быстрее находит решение для сферической функции, в то время как симплексному методу требуется на порядок больше времени и итераций, обусловлено это тем, что сферическая функция унимодальна.

Для функции Розенброка все иначе, методу градиентного спуска понадобилось 2200 итераций, для того, чтобы найти решение, в то время, как симплексный метод нашел решение за 150 итераций. Такое медленное схождение метода градиентного спуска связано с тем, что функция Розенброка имеет очень много оврагов, из-за которых шаг каждой итерации становится менее 1Е-4, и чтобы прийти к экстремуму, нужно сделать много итераций. Это является существенным минусом метода градиентного спуска, но для решения унимодальных функций это один из лучших методов.

Из табл. 2 видно, что метод имитации отжига по сравнению с методом диф. эволюции находит решение в несколько раз быстрее, но при этом менее точное. Точность решения в методе имитации отжига практически невозможно улучшить, только если случайно выбранная

точка окажется экстремумом (или очень близка к нему), но вероятность такого случая очень низкая.

Таблица 2 Результаты оптимизации методом имитации отжига и методом диф. эводющии [4]

n merodom dut. Sposnodini [4]						
Функция	Метод	Найденное	Кол-во	Затраченное		
	оптимизации	значение ЦФ	итераций	время, с		
Функция Хим-	Имитация отжига	5,54E-07	125	2,805		
мельблау [2]	Диф. эволюция	1,48E-18	125	9,627		
Функция Розен-	Имитация отжига	3,62E-06	125	2,805		
брока [2]	Диф. эволюция	2,26E-30	125	9,118		
Сферическая	Имитация отжига	1,35E-06	150	4,898		
функция [2]	Диф. эволюция	4,40E-11	150	11,968		

Вывод. Результатом данной работы можно считать успешно реализованные методы градиентного спуска и имитации отжига для Framework Indesys, так как из результатов сравнения видно, что методы реализованы корректно и выполняют необходимые функции. Помимо этого, каждый добавленный метод сравним по эффективности с уже имеющимися в Indesys Framework, а на определённом классе задач показывает лучшие результаты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Бабак Л.И., Дорофеев С.Ю., Песков М.А. и др.* Разработка интеллектуальной системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств INDESYS. М., 2010. 96 с.
- 2. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. 2-е изд., испр. М., 2005. 544 с.
- 3. P.J. van Laarhoven, Aarts E.H. Simulated Annealing: Theory and Applications. M., 1987. 193 c.
- 4. Kenneth Price, Rainer M. Storn, Jouni A. Lampinen. Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization. M., 2005. 539 c.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ СВЧ-КОМПОНЕНТОВ И УСТРОЙСТВ

С.А. Черных, студент каф. ЭСАУ,

К.Н. Ховалкина, студентка, А.Е. Горяинов, м.н.с., каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, sergeichernykh95@gmail.com Проект ГПО КСУП-1305 «Программа анализа и обработки СВЧ-измерений»

Устройства, работающие в СВЧ-диапазоне, в последнее время стали частью повседневной жизни современного человека. Сюда мож-

но отнести мобильную связь и прочие необходимые системы передачи данных.

СВЧ (сверхвысокие частоты) — это диапазон электромагнитных колебаний от 3 до 30 ГГц (согласно ГОСТ 19880–74). СВЧ-устройства позволяют с высокой скоростью и точностью передавать информацию на дальние расстояния. Из преимуществ также можно отметить малый размер устройств, вызванный необходимостью соразмерности компонентов устройства с длиной волны сигнала. Ощутимыми недостатками же являются высокая сложность проектирования и изготовления, а также немалая стоимость организации производства.

При анализе СВЧ-компоненты и устройства представляют в виде четырехполюсника (рис. 1). Линейный четырехполюсник описывается четырьмя параметрами — два напряжения и два тока. Любые две величины можно определить через оставшиеся две. Поскольку число сочетаний 2 из 4—6, используется одна из шести систем записи формальных параметров четырёхполюсника [2].

Рис. 1. Схема четырехполюсника

A-форма: $U_1 = A \times U_2 + B \times I_2$; $I_1 = C \times U_2 + D \times I_2$, где A, B, C, D — A-параметры, обобщенные или комплексные параметры.

Y-форма: $I_1 = Y_{11} \times U_1 + Y_{12} \times U_2$; $I_1 = Y_{21} \times U_1 + Y_{22} \times U_2$, где Y_{11} , Y_{12} , Y_{21} , $Y_{22} - Y$ -параметры, или параметры проводимостей.

Z-форма: $U_1=Z_{11} imes I_1+Z_{12} imes I_2;\ U_2=Z_{21} imes I_1+Z_{22} imes I_2,$ где $Z_{11},\ Z_{12},\ Z_{21},$ $Z_{22}-Z$ -параметры, или параметры сопротивлений.

H-форма: $U_1 = h_{11} \times I_1 + h_{12} \times U_2$; $I_2 = h_{21} \times I_1 + h_{22} \times U_2$, где h_{11} , h_{12} , h_{21} , $h_{22} - h$ -параметры, которые применяются при рассмотрении схем с транзисторами.

$$G$$
-форма: $I_1 = G_{11} \times U_1 + G_{12} \times I_2$; $U_2 = G_{21} \times U_1 + G_{22} \times I_2$.

B-форма: $U_2 = B_{11} \times U_1 + B_{12} \times I_1$; $I_2 = B_{21} \times U_1 + B_{22} \times I_1$.

Однако измерить токи и напряжения на СВЧ достаточно сложно. Поэтому для анализа используют *S-параметры, или параметры рассеяния*. Эти параметры определяют соотношения между амплитудами падающих и отраженных волн на входах четырехполюсника [1].

S-форма: $b_1 = S_{11} \times a_1 + S_{12} \times a_2$; $b_2 = S_{21} \times a_1 + S_{22} \times a_2$, где S_{11} , S_{22} имеют смысл коэффициентов отражения по входу и по выходу, а квадраты параметров S_{21} , S_{12} имеют смысл коэффициентов передачи мощности.

Все типы параметров относительно легко пересчитываются друг в друга [3].

Несмотря на то, что все параметры взаимозаменяемы, их все же довольно много. Это объясняется стремлением облегчить проводимые измерения и дальнейшие расчеты. Например, S-параметры не отражают внутренние свойства компонентов, для этого используются Z- и Y-параметры, h-параметры применяются для анализа схем с транзисторами. Также играет роль тип соединения компонентов, т.к. для каждого типа удобно использовать определенный тип параметров.

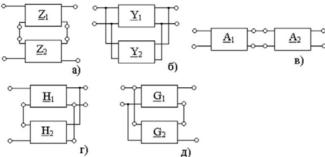


Рис. 2. Типы соединений четырехполюсников

Существуют пять типов соединения СВЧ-компонентов (рис. 2):

- а) последовательное-последовательное: Z-параметры $Z = Z_1 + Z_2$;
- б) параллельное-параллельное: *Y*-параметры $Y = Y_1 + Y_2$;
- в) каскадное: A-параметры $A = A_1 \times A_1$;
- г) последовательное-параллельное: H-параметры $H = H_1 + H_2$;
- д) параллельное-последовательное: G-параметры $G = G_1 + G_2$.

При анализе и проектировании СВЧ-устройств необходимо учитывать *шумовые параметры* элементов. Шумом в технике принято называть случайные искажения полезного сигнала [1]. Искажения возникают за счет колебаний кристаллической решетки. Для определения уровня шума используют отношение мощности сигнала к мощности шума. Наиболее выражены шумовые параметры у транзисторов. Транзистор как активный элемент усиливает входной сигнал и добавляет к нему уровень собственных шумов. Отношение уровня шума на выходе к уровню шума на входе называется коэффициентом шума. Из-за возникновения шумов и других факторов компонент может оказаться нестабильным, и его поведение невозможно будет предсказать. Чтобы избежать этой неопределенности, нужно учитывать *стабильность или устойчивость компонента*.

СВЧ-устройства часто являются *усилителями*. Собственно усиление — это увеличение характеристик выходного сигнала сравнительно

с входным. Усиление характеризуется коэффициентом усиления по току или по напряжению:

$$KI = I_2 / I_1$$
; $KU = U_2 / U_1$.

Формулы расчета коэффициентов в зависимости от применяемых в расчете параметров четырехполюсника различны.

В данной работе были приведены основные характеристики поведения СВЧ-устройств и компонентов. Рассмотрены существующие способы соединения СВЧ-компонентов, а также способы расчета этих соединений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ-диапазона. Томск: ТУСУР, 2013. 68 с.
- 2. *Бессонов Л.А.* Теоретические основы электротехники. М.: Высшая школа, 1978, 528 с.
- 3. *Stefan Jahn, Michael Margraf, Vincent Habchi, Raimund Jacob*. Technical Papers. Qucs, 2006. 208 p.

МОНОЛИТНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

К.Н. Ховалкина, студентка каф. КСУП, С.А. Черных, студент каф. ЭСАУ,

А.Е. Горяинов, м.н.с., Д.В. Гарайс, м.н.с. каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, КСУП, hovalkinak@gmail.com, Проект ГПО КСУП-1305 «Программа анализа и обработки СВЧ-измерений»

Монолитные интегральные схемы (МИС) — это схемы, состоящие из пассивных и активных элементов, изготавливаемых на одной подложке в едином технологическом цикле. Монолитные интегральные схемы имеют небольшие размеры и соответственно вес, они надежны и сравнительно дешевы при больших объемах производства, а также имеют широкий диапазон рабочих частот [1].

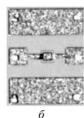
Такие характеристики находят свое применение в спутниковых системах связи и навигации, средствах связи, фазированных антенных решетках, устройствах глобального позиционирования, а также в производстве дискретных компонентов, а именно биполярных гетеротранзисторов [2]. В данной работе представлен обзор понятия МИС и их применения в различных классах устройств.

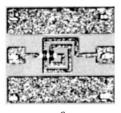
МИС создаются на полупроводниковых пластинах с полуизолирующей подложкой из различных материалов, таких как GaAs, GaN, InP, и выращенными на ней эпитаксиальными слоями. При этом элементы линий передачи, элементы согласования, фильтры и пассивные

элементы создаются в едином технологическом цикле с активными элементами. После их формирования пластину разделяют скрайбированием или травлением на отдельные чипы, каждый из которых представляет монолитную СВЧ-схему, выполненную на полуизолирующей подложке [3].

Основные элементы МИС представлены на рис. 1.







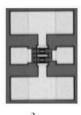


Рис. 1. Тонкопленочный резистор – a; δ – компланарный межслойный конденсатор; ε – компланарная катушка индуктивности; ε – транзистор

Еще одним параметром, которым характеризуется технология изготовления, является минимальная длина затвора полевого транзистора — одного из наиболее важных элементов МИС. Под затвором формируется обедненная область, тем самым снижается эффективная глубина канала и, соответственно, увеличивается сопротивление проходящему под затвором току. Минимизация длины затвора позволяет обеспечить высокое быстродействие транзистора. Таким образом, говоря о, например, 0,25 мкм технологии изготовления МИС, подразумевается, что по данной технологии возможно изготовление транзисторов с длиной затвора в 0,25 мкм. В настоящий момент в России осваивается технологический процесс до 0,15 мкм [4].

Помимо материала подложки и минимальной длины затвора, технология изготовления характеризуется типом транзистора: HEMT (high electron mobility transistor) – транзистор с высокой подвижностью электронов, ВЈТ (bipolar junction transistor) – биполярный транзистор, CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) – комплементарная структура металл—оксид—полупроводник. Таким образом, ту или иную технологию изготовления можно охарактеризовать с помощью трёх вышеперечисленных параметров, например, GaAs pHEMT 0,15 мкм технология изготовления.

Существуют различные типы устройств МИС, используя которые, можно создать устройства более высокого класса. Широкополосные усилители высокой мощности (от 10 Вт выходной мощности и выше) применяются в системах радиоэлектронного подавления, системах

испытаний на электромагнитную совместимость, а также в некоторых новых радиолокационных системах, использующих широкополосные сигналы или сигналы с широким диапазоном перестройки частоты.

Малошумящие усилители используются для усиления принятых сигналов в приемниках; смесители преобразуют входной сигнал на одной частоте в сигнал на другой частоте; генераторы вырабатывают высокочастотные периодические сигналы и используются в модуляторах, супергетеродинных приемниках, цепях фазовой автоподстройки частоты [2].

Аттенюатор предназначен для управления в широком диапазоне амплитудой проходящего СВЧ-сигнала в зависимости от величины управляющего тока. Фильтры предназначены для соответствия ограничениям частот. Различают фильтры низких и высоких частот.

В качестве заключения можно сказать, что СВЧ МИС становятся все более актуальными и находят самое широкое применение. Этому способствуют их надежность и небольшие размеры.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ-диапазона: учеб.-метод. пособие. Томск: ТУСУР, 2013. 68 с.
- 2. *Сайт* журнала «Компоненты и технологии» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/svch/2005_9_174.php (дата обращения: 20.02.2015).
- 3. *Caйm* FindPatent.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.findpatent.ru/patent/213/2130215.html (дата обращения: 24.02.2015).
- 4. Мокеров В.Г. Разработка комплекта монолитных малошумящих усилителей X-диапазона на основе 0,15 мкм GaAs рНЕМТ-технологии / В.Г. Мокеров, Л.И. Бабак, Ю.В. Федоров и др. // Доклады ТУСУРа. Томск, 2010. №2 (22), ч. 1. С. 105–117.

ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПАССИВНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ

В.О. Касаткин, студент, А.Е. Горяинов, м.н.с. каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, kasatkin.vit@gmail.com

В наше время большое распространение получили сверхвысокочастотные монолитные интегральные схемы (СВЧ МИС), которые, по сравнению с гибридными интегральными схемами, обладают рядом преимуществ, такими как небольшие размеры, малый вес, низкое энергопотребление. Сфера применения СВЧ МИС очень широка и продолжает расширяться.

Для проектирования таких схем используют системы автоматизированного проектирования (САПР), что позволяет существенно уменьшить затраты на разработку СВЧ-устройств. При проектировании возникает потребность в наличии высокоточных моделей, поскольку процесс измерения характеристик элементов МИС весьма сложен и трудоёмок, в частности, из-за трудностей доступа к элементам с малыми размерами и работой с диапазоном высоких частот.

Для того чтобы повысить эффективность проектирования СВЧ МИС, предложено использование параметрических моделей пассивных компонентов [1], которые отражают зависимость электрических характеристик от его геометрических размеров.

Для построения таких моделей на рынке не существует программного обеспечения, которое позволило бы облегчить процесс моделирования, а те методики, которые существуют на данный момент, подразумевают использование САПР и требуют немалой рутинной работы.

Целью данной работы является написание программы для построения параметрических моделей пассивных СВЧ-устройств.

Основная часть. В ходе работы разработана программа Parametric Model Builder, выполняющая построение параметрических моделей пассивных компонентов СВЧ МИС.

Для построения параметрических моделей необходимо импортировать сетку конструктивных параметров, узловые точки которой представляют собой ЭС-модели с определенными (рассчитанными или измеренными) *S*-параметрами. Пользователь самостоятельно задает размеры элементов, и в полученном пространстве геометрических размеров производится аппроксимация значений элементов ЭС.

В результате для каждого элемента находится двумерный полином, который наиболее точно описывает импортированные значения. Пользователь с помощью графика визуально оценивает, насколько точно полином описывает исходные данные (рис. 1). Также по графику возможно определить промежуточное значение функции.

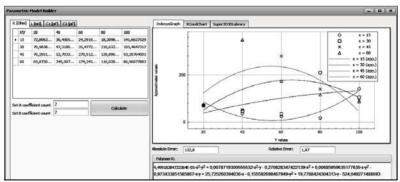


Рис. 1. Пример работы программы

После проверки модели необходимо её верифицировать. Для этого в окно верификации (рис. 2) загружаются все узловые точки в табличном виде. После выбора любой строки с помощью найденных полиномов рассчитываются s2p параметры для элемента с выбранными размерами X и Y. На графиках отображаются данные исходного и рассчитанного файлов. У хорошей модели графики должны сходиться.



Рис. 2. Окно верификации модели

Заключение. В результате проделанной работы была написана программа, позволяющая строить параметрические модели пассивных компонентов СВЧ МИС. В данный момент программа находится в стадии разработки. В дальнейшем планируется выпуск программного обеспечения на рынок с дальнейшей поддержкой и добавлением новых функциональных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Добуш И.М. Построение моделей пассивных элементов и автоматизированное проектирование СВЧ-монолитных усилителей с учетом влияния: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2012. 199 с.
- 2. *Сазонов Д.М.* Антенны и устройства СВЧ: учеб. для радиотехнических специальностей вузов. М.: Высш. шк, 1988. 432 с.

МОДИФИКАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ЗАДАНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ И ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОГРАММЕ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА GENEAMP

О.А. Ким, студент каф. КСУП, А.А. Калентьев, м.н.с. ЛИКС

г. Томск, ТУСУР, kimlesya11@gmail.com Проект ГПО КСУП-1403 «Разработка САПР СВЧ-радиоэлектронных устройств»

Программа Geneamp [1] предназначена для проектирования линейных и малошумящих, узкополосных и широкополосных СВЧ-транзисторных усилителей. Она осуществляет метод структурного синтеза усилительного устройства, основанный на генетическом алгоритме (ГА) [2]. Основная задача программы состоит в автоматической генерации схемы усилителя и значений элементов, исходя из требований на следующие характеристики в диапазоне частот: коэффициент усиления, коэффициент шума, коэффициент отражения на входе и на выходе, коэффициент устойчивости.

Одним из важных этапов структурно-параметрического синтеза является задание требований на характеристики в виде ограничений. В текущей версии программы Geneamp задание требований выполняется с помощью модуля Perfomance Specifications. Для анализа архитектуры модуля была построена UML-диаграмма [3] классов (рис. 1).

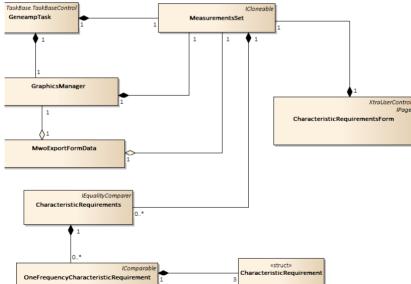


Рис. 1. UML-диаграмма классов текущего модуля задания ограничений и характеристик

Так как представленные на диаграмме классы относятся к отдельным модулям, то текущий вариант представления характеристик и ограничений повышает связность [4] между ними, что значительно усложняет дальнейшую поддержку и разработку программы. Также одним из недостатков текущей реализации является хранение одновременно всех типов ограничений (ограничений сверху, снизу и эквивалентное) в классе OneFrequencyCharacteristicRequirement. Каждое ограничение описывается структурой CharacteristicRequirement. В данной структуре статус IsEnable определяет, выбрано ограничение или нет. Такой способ представления ограничений является избыточным, т.к. хранить ограничения, которые не используются, не имеет смысла.

Модификация модуля. Модуль задания характеристик и ограничений программы Geneamp обладал следующими недостатками: избыточное хранение ограничений и высокая связность между модулями хранения и графического представления ограничений и характеристик. В процессе разработки была реализована подсистема задания характеристик и ограничений, которая позволяет установить нужные пользователю ограничения на характеристику.

Система задания ограничений представлена в виде перечисления ТуреОfRequirement, структуры Requirement, класса Requirements. Каждая характеристика является объектом класса Characteristic, где хранятся установленные ограничения, список частот и значения характеристики. Обработка изменения значений характеристик и ограничений была реализована в виде событий Chracteristic Requirement Changed Event Args и Characteristic Values Changed Event Args, которые передают новые значения в класс Characteristic View. С помощью обработки событий Chracteristic View Requirement Changed Event Args и Characteristic View Values Changed Event Args класс Characteristic View конвертирует значения в графическое представление и обновляет в модуле Graph Form, отображающий характеристики и ограничения на графике.

Макет пользовательского интерфейса задания ограничений представляет реализацию следующих основных частей:

- выбор характеристики и перерасчет в дБ или в разы в таблице Characteristics;
- задание типа ограничения в выпадающем меню Requirement Type;
- задание формы выбранной характеристики Preset Type: прямая, наклонная, фильтр;
- задание значений ограничений $(y_1, y_2 \text{ и т.д.})$ и выбор диапазона частот $(x_1, x_2 \text{ и т.д.})$ в зависимости от типа ограничения и добавление

их в список Chosen Requirements при нажатии на кнопку Add. Чтобы изменить добавленные ограничения, необходимо нажать на один из списка Chosen Requirements и изменить соответствующие значения (y_1 , y_2 и т.д.), диапазон частот (x_1 , x_2 и т.д.), выбор формы характеристики и типа ограничения;

• отображение характеристик(и) на графике.

После выбора ограничений и характеристик можно добавить характеристики с заданными требованиями на график. Для добавления графика необходимо ввести его имя в форме. После чего в дереве проекта у элемента Graphs появится дочерний элемент с именем добавленного графика. С помощью контекстного меню графика Set characteristics можно добавить характеристики на график.

Заключение. В ходе проделанной работы в программе была реализована подсистема задания характеристик и ограничений, которая позволяет хранить только выбранные пользователем ограничения. Это позволило снизить связность между модулями, что упрощает дальнейшую поддержку и разработку программы *Geneamp*. С помощью обработки событий упрощено обновление характеристик на графиках. Добавлена возможность выбора формы характеристики в виде *Preset Type*, что позволяет значительно снизить время на задание ограничения на характеристики по сравнению с заданием ограничений с помошью таблицы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Калентыев А.А., Жабин Д.А., Добуш И.М., Гарайс Д.В., Бабак Л.И. Структурный синтез СВЧ-транзисторных усилителей на основе генетического алгоритма с применением моделей пассивных элементов в виде наборов S-параметров. Севастополь: Вебер, 2014.
- 2. *Емельянов В.В., Курейчик В.М., Курейчик В.В.* Теория и практика эволюционного моделирования. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 432 с.
 - 3. *Фаулер М.* UML-основы. 3-е изд. М.: Символ-Плюс, 2004. 192 с.
- 4. *Макконнелл С.* Совершенный код. Мастер-класс. М.: Русская редакция, 2013. 896 с.
- 5. Бабак Л.И. Теория, методы и алгоритмы автоматизированного синтеза СВЧ-транзисторных усилителей на основе декомпозиционного подхода: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2012.

МОДУЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

К.В. Кудачинова, студентка каф. КСУП

Научный руководитель А.В. Матвеев, руководитель группы разработки конструкторской документации г. Томск, ООО «Элеси-Про», отдел разработки ПТК, kira.kudachinova@gmail.com

Разработка любого устройства или изделия на предприятии прежде всего начинается с процесса разработки конструкторской документации (КД), так как именно процесс разработки включает в себя создание графических и текстовых документов, которые, в совокупности или в отдельности определяют состав устройства или изделия, которые содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, эксплуатации, ремонта и утилизации.

Процесс разработки конструкторской документации чрезвычайно трудоемок и кропотлив, инженерам конструкторам и инженерам АСУ ТП требуется разработать для одного проекта более ста листов чертежей, каждый из которых содержит более пятидесяти устройств или элементов, что влечет за собой большие трудовые и временные затраты. К счастью, в настоящее время существует достаточно много систем автоматизированного проектирования (САПР), которые намного облегчают процесс разработки конструкторской документации, сокращая тем самым трудовые и временные затраты. Несмотря на все преимущества САПР в процессе проектирования, в независимости от конкретного используемой САПР, существуют задачи, когда стандартных средств и инструментов проектирования, содержащихся в данной САПР, для реализации конкретной (специфичной) задачи недостаточно. При возникновении таких задач можно перейти к другой САПР, которая может содержать средства и функционал, позволяющий решить задачу, но не всегда такой подход эффективен, так как полный переход к новому программному продукту влечет за собой определенные трудности. Трудности, начиная с освоения нового программного продукта, влекущие временные затраты, а также убытки на покупку и освоения, отсюда и следует актуальность создания подсистемы САПР, плагина или модуля, которые могут расширить функционал самой САПР.

Целью работы является разработка модуля, который оптимизирует процесс разработки конструкторской документации на базе системы Eplan путем решения следующих задач: оптимизация процесса составления спецификации, процесса составления графических документов

КД (автоматическое добавление последовательных принадлежностей к клеммам и вынесение позиций легенды).

Результатом разработки является модуль, состоящий из следующих функциональных частей: «Размещение позиций легенды» (рис. 1), «Добавление концевой платы» (рис. 2).

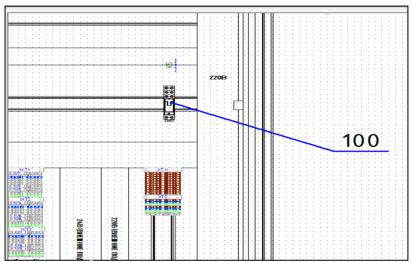


Рис 1. Результат работы при вынесении позиции легенды

Обработать клеммник: =+Щит пожаротушения ЩПТ02/053+++-X14										
Строка	Цель (вне	Кабель (вн	Перемычк	Мост. пере	Главная клемма	Обозначение клеммы	Уровень	Сечение в	Перемычк	Определение функции
1, 2, 3					V	1	0			Клемма с мостовой перемычкой, 3
						Концевик CLIPFIX 35+KLM- A				Стопор концевой
						D-STS 2,5 PXC.3031762				Крышка

Рис. 2. Результат работы при добавлении концевой платы в навигационном окне

ЛИТЕРАТУРА

- 1. API [Электронный ресурс]. Режим доступа http://habrahabr.ru/sandbox/ 52599/ (дата обращения: 12.01.15).
- 2. *Eplan* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.eplan.de/de/start (дата обращения: 12.01.15).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДЕЭМБЕДДИНГА ДВУХПОЛЮСНЫХ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СВЧ-МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

И.В. Кудрявцев, студент, И.М. Добуш, с.н.с. каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, van0910@gmail.com

Успешность разработки СВЧ-монолитных интегральных схем (МИС) во многом обусловлена качеством моделей активных и пассивных элементов. Одной из первых задач процесса построения модели являются прецизионные зондовые измерения *S*-параметров элемента на полупроводниковой пластине, эти параметры используются в качестве исходных данных для создания модели. Известной трудностью [1] при измерении на пластине является процедура деэмбеддинга, которая позволяет исключить паразитные влияния контактных площадок и подводящих линий из результатов измерений элемента СВЧ МИС.

В настоящей работе приведено описание процедуры деэмбеддинга для двухполюсных активных (диодов) элементов СВЧ МИС [2], также представлены результаты исследований указанного метода для пассивных элементов на примере деэмбеддинга тонкопленочного резистора в диапазоне частот до 50 ГГц. Метод реализован в программе анализа и обработки СВЧ-измерений DataViewer [3], разработанной в лаборатории интеллектуальных компьютерных систем (ЛИКС) ТУСУРа.

Двухполюсные пассивные элементы СВЧ МИС. К основным пассивным элементам МИС, которые могут быть измерены на полупроводниковой пластине как двухполюсные цепи, относятся следующие: короткозамкнутый и холостоходный шлейфы; сквозное отверстие; резистор, конденсатор и катушка индуктивности, включенные на землю. На рис. 1 приведен эскиз тестовой структуры двухполюсного испытуемого устройства (ИУ) для зондовых СВЧ-измерений, а также её эквивалентное представление.

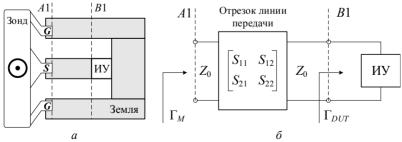


Рис. 1. Эскиз тестовой структуры ИУ для зондовых СВЧ-измерений (a) и её эквивалентное представление (δ)

Процедура деэмбеддинга для двухполюсных элементов СВЧ МИС была разработана Н. Хи и Е. Каѕрег в [2] и использовалась для исключения паразитных параметров отрезка подводящей линии из результатов зондовых измерений S-параметров активного элемента — диода Шоттки. При этом предполагается, что для линии передачи выполняются условия взаимности и симметричности, т.е. $S_{11} = S_{22}$ и $S_{12} = S_{21}$.

Для реализации исследуемого метода деэмбеддинга [2] помимо измерений тестовой структуры с ИУ (рис. 1, *a*) необходимо провести измерения *S*-параметров двух стандартов – «Open» и «Short» (рис. 2).

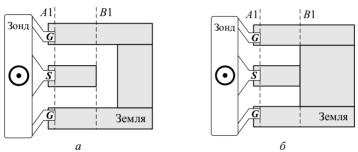


Рис. 2. Топологии стандартов деэмбеддинга: «Open» (a) и «Short» (б)

После этого параметры ИУ находятся согласно следующим выражениям:

$$A = S_{11} = S_{22} = \frac{\Gamma_{\text{M, Open}} + \Gamma_{\text{M, Short}}}{2 + \Gamma_{\text{M, Open}} - \Gamma_{\text{M, Short}}}, B = S_{12} \cdot S_{21} = (\Gamma_{\text{M, Open}} - A) \cdot (1 - A), \quad (1)$$

$$\Gamma_{\rm DUT} = \frac{A - \Gamma_{\rm M}}{A^2 - A \cdot \Gamma_{\rm M} - B},\tag{2}$$

где $\Gamma_{\text{M, Open}}$, $\Gamma_{\text{M, Short}}$, Γ_{M} , Γ_{DUT} – коэффициенты отражения стандартов «Open» и «Short», тестовой структуры с ИУ, ИУ после деэмбеддинга соответственно.

Пример: деэмбеддинг тонкопленочного резистора. Исследование возможности применения данного метода деэмбеддинга для пассивных элементов СВЧ МИС было выполнено на примере тонкопленочного резистора с размерами 10×30 мкм и номиналом 750 Ом на постоянном токе, включенного как двухполюсник. Исходные *S*-параметры тестовой структуры с ИУ (см. рис. 1, *a*) и стандартов «Ореп» и «Short» (см. рис. 2) были получены в программе ЭМ моделирования в диапазоне частот до 50 ГГц. Также в программе были получены *S*-параметры ИУ в плоскости *B*1 (см. рис. 1, *a*), т.е. параметры резистора без паразитных элементов, которые использовались в качестве «эталона» для верификации исследуемого метода деэмбеддинга.

На рис. 3 показаны частотные зависимости S-параметров тестовой структуры с резистором («структура с ИУ»), резистора без паразитных элементов («ИУ») и резистора с применением метода деэмбеддинга. Отклонение между S-параметрами эталона и ИУ после деэмбеддинга в диапазоне до 50 ГГц не превышает 0.5% – по модулю и 2° – по фазе.

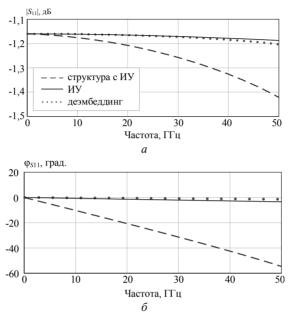


Рис. 3. Частотные зависимости S-параметров резистора

Заключение. В настоящей работе исследован один из методов деэмбеддинга для двухполюсных элементов СВЧ МИС; представленный метод реализован в программе DataViewer [3]; эффективность метода продемонстрирована на примере деэмбеддинга тонкопленочного резистора в диапазоне частот до 50 ГГц.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Добуш И.М. Исследование методов деэмбеддинга «Open», «Open-Short», «Open-Short-Thru» для зондовых измерений параметров рассеяния элементов СВЧ-монолитных интегральных схем // Доклады ТУСУРа. 2014. № 4 (34). С. 138–145.
- 2. Xu H. A De-embedding Procedure for One-port Active mm-Wave Devices / H. Xu, E. Kasper // SiRF. 2010. P. 37–40.
- 3. *Программа* анализа и обработки СВЧ-измерений DataViewer [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ellics.com, свободный (дата обращения: 03.03.2015).

РАЗРАБОТКА МАЛОШУМЯЩЕГО УСИЛИТЕЛЯ L-ДИАПАЗОНА С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА БАЗЕ 0,25 МКМ SIGE-ТЕХНОЛОГИИ

Р.Ю. Мусенов, студент каф. РЗИ

Научный руководитель Φ .И. Шеерман, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, fish@kcup.tusur.ru

Относительно высокие потери в кремниевых СВЧ-интегральных микросхемах неблагоприятно влияют на шумовые характеристики малошумящего усилителя. Для компенсации реактивной составляющей входного импеданса транзистора обычно применяются согласующие цепи (СЦ), имеющие в своем составе несколько реактивных элементов. Как правило, потери в этих элементах определяют общий коэффициент шума системы. В связи с этим целесообразно свести к минимуму количество реактивных согласующих элементов входной СЦ усилителя. Одним из возможных путей проектирования таких усилителей при сохранении хороших характеристик является применение обратных связей (ОС).

В настоящей работе описывается опыт разработки малошумящего усилителя диапазона 1,5–1,6 ГГц, имеющего в своем составе обратную связь (ОС). Проектирование производилось с использованием новой «визуальной» методики, базирующейся на общем методе декомпозиционного синтеза активных СВЧ-устройств [1–3].

Усилитель проектировался на основе монолитной 0,25 мкм SiGeтехнологии SG25H3 фирмы IHP Microelectronics, Германия. Для улучшения условий согласования по шуму оптимизировались параметры транзистора. Оптимальные значения всех характеристик были получены при следующих значениях параметров транзисторов: транзистор Q_1 имеет 16 ячеек размером 0,42×0,84 мкм, а транзистор Q_2 – 32 ячейки размером 0,42×0,84 мкм. Разработанная топология усилителя представлена на рис. 2.

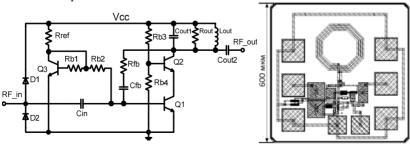


Рис. 1. Принципиальная схема МШУ

Рис. 2. Топология усилителя

Основой активного блока усилителя являются транзисторы Q_1 и Q_2 , включенные по каскодной схеме (рис. 1) с целью устранения эффекта Миллера, повышения коэффициента устойчивости и расширения полосы пропускания. Смещение на транзисторе Q_1 задается токовым зеркалом, образованным элементами Q_3 , R_{ref} , R_{b1} и R_{b2} , а на транзисторе Q_2 -резистивным делителем R_{b3} и R_{b4} . Выходное согласование обеспечивается элементами C_{out1} , R_{out} , L_{out} и C_{out2} . На входе стоит ESD-защита (electrostatic discharge — электростатический разряд), состоящая из типового включения ESD-диодов D_1 и D_2 . Цепь параллельной обратной связи, образованная элементами R_{fb} и C_{fb} , дает возможность исключить катушки индуктивности большого номинала на входе усилителя, что позволяет сократить потери, улучшить шумовые параметры, сохранить входное согласование и снизить габариты кристалла.

Проектирование усилителя выполнялось с использованием «визуальной» методики в программах AMP-CF и LOCUS. К усилителю предъявлялись следующие требования: коэффициент $G \ge 18$ дБ; коэффициент шума $F \le 1.5$ дБ; модули входного и выходного коэффициентов отражения $m_1 = |S_{11}| \le 0.33$ (-9,63 дБ), $m_2 = |S_{22}| \le 0.33$ (-9,63 дБ); усилитель должен быть безусловно устойчивым во всем диапазоне частот. Для начала при помощи программы АМР-СF были построены диаграммы, представляющие собой линии (контуры) равных значений характеристик усилителя на плоскости импеданса цепи OC Z (рис. 3, a), и области допустимых значений (ОДЗ) для заданных частот на плоскости Z (рис. 3, δ) [1]. Далее, по полученным в программе AMP-CF ОДЗ при помощи программы LOCUS была синтезирована цепь обратной связи, состоящая

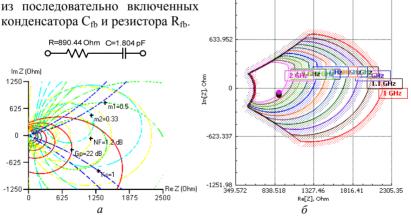


Рис. 3. Вид контуров равных значений и ОДЗ с параллельной ОС: a – контурная диаграмма на плоскости импеданса Z; δ – ОДЗ на плоскости импеданса Z в диапазоне 1...2 ГГц и годограф для цепи, состоящей из элементов R_{fb} и C_{fb}

После чего все параметры усилителя оптимизировались с целью достижения лучших характеристик усилителя. Завершающим этапом проектирования был процесс разработки топологии и моделирования параметров рассеяния с учетом паразитных параметров. Результаты моделирования параметров рассеяния и коэффициента шума в среде Cadence после процедуры экстракции паразитных параметров представлены на рис. 4, амплитудная характеристика – на рис. 5.

Размеры кристалла вместе с контактными площадками 600×600 мкм. Напряжение питания однополярное 1,5 В, потребляемый ток 22,7 мА. Коэффициент усиления S_{21} в рабочей полосе >17 дБ, коэффициент шума $N_{\rm f}<1,8$ дБ, коэффициент отражения по входу $S_{11}<-8$ дБ, по выходу $S_{22}<-10$ дБ, точка компрессии по входу $P_{1}=-18,6$ дБм.

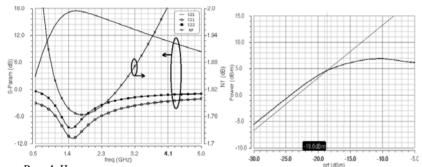


Рис. 4. Частотная зависимость параметров рассеяния и коэффициента шума

Рис. 5. Амплитудная характеристика

Используя «визуальную» методику и программные средства, разработанные в лаборатории «ЛИКС» ТУСУРа, был спроектирован малошумящий усилитель диапазона 1,5–1,6 ГГц, на основе 0,25 мкм SiGe-технологии фирмы IHP Microelectronics, Германия. Усилитель имеет в своём составе обратную связь, что позволяет уменьшить коэффициент шума и габариты кристалла.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Черкашин М.В., Бабак Л.И., Зайцев Д.А. Визуальное проектирование монолитного малошумящего усилителя диапазона 1,5–2,5 ГГц // XVI Междунар. конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». КрыМи-Ко'2006, 2006. Т. 1. С. 213–214.
- 2. Babak L.I. Decomposition synthesis approach to design of RF and microwave active circuits // IEEE MTT-S Int. Microwave Sym. Dig., Phoenix. AZ. 2001. Vol. 2. P. 1167–1170.
- 3. *Бабак Л.И.* Синтез согласующих цепей и цепей связи транзисторных широкополосных усилителей по областям иммитанса // Радиотехника и электроника. 1995. Т. 40, № 10. С. 1550–1560.

ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ МЕТОДОВ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В.О. Назмутдинов, студент, А.А. Калентьев, м.н.с. ЛИКС г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, vladislav.nazmutdinov@gmail.com, alexev.kalentyev@gmail.com

Задачей параметрической оптимизации является нахождение при заданных ограничениях параметров объекта (системы), обеспечивающих экстремум (минимум или максимум) некоторой целевой функции (критерия), зависящей от этих параметров. К примеру, объектом может быть электрическая цепь, параметрами — номиналы элементов этой цепи, а целевой функцией — выходное напряжение. В этом случае метод оптимизации будет искать такие номиналы элементов, которые будут обеспечивать экстремум выходного напряжения, при этом учитывая ограничения на значения этих номиналов.

В зависимости от числа критериев, по которым выполняется оптимизация объекта, различают однокритериальную и многокритериальную оптимизацию. Так, если при синтезе усилителя необходимо лишь достичь максимального коэффициента усиления для определенной частоты, то это будет задачей однокритериальной оптимизации. Если помимо максимального коэффициента усиления необходимо еще достичь минимального уровня шума (два критерия качества), то это уже будет задачей многокритериальной оптимизации. Обычно не удается достичь максимума сразу по нескольким критериям. В таком случае оптимизация производится по целевой функции, зависящей от этих критериев, которая обеспечивает наилучшее их соотношение, которое в каждой конкретной задаче свое [1].

Для автоматизации процесса анализа и сравнения методов была необходима программа, предоставляющая удобный интерфейс для тестирования и оценки поведения методов параметрической оптимизации при решении реальных и приближенных к реальным практических задач.

Она должна состоять из двух частей:

- 1. Программа для анализа метода оптимизации.
- 2. Программа для проведения численных экспериментов (многократного запуска процесса оптимизации с различными настройками).

В данный момент реализована только часть, отвечающая за анализ методов оптимизации, причем только для однокритериального случая. Она необходима для тестирования методов оптимизации и изучения их поведения для различных задач. Ее пользовательский интерфейс представлен на рис. 1.

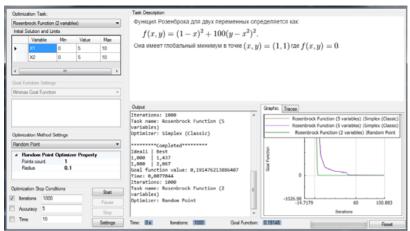


Рис. 1. Пользовательский интерфейс программы для пошагового анализа методов оптимизации

Интерфейс программы позволяет выбрать и настроить необходимые задачу оптимизации, метод и целевую функцию, а также критерии остановки оптимизации (по количеству итераций, точности и времени) и необходимые выходные данные (итоговое значение целевой функции, время, количество итераций, название задачи оптимизации и название метода оптимизации).

Ход оптимизации можно контролировать при помощи кнопок Start, Stop, Pause, при этом во время остановки (или по окончании выполнения) выводится отчет с текущими найденными значениями параметров. Значения целевой функции для каждой итерации выводятся на график, при этом на графике одновременно могут отображаться значения двух и более запусков, что позволяет поитерационно сравнивать между собой различные конфигурации методов оптимизации, задач и целевых функций.

В планах стоят следующие задачи:

- реализация программной части, отвечающей за численный эксперимент;
- реализация возможности анализа методов оптимизации при одновременном учёте нескольких критериев.

Численный эксперимент необходим для определения эффективности применения тех или иных методов оптимизации к конкретной задаче оптимизации при определенных настройках метода и целевой функции. Эффективность определяется статистически в результате N запусков каждого набора настроек. Таким образом, программа должна позволять создавать наборы настроек метода оптимизации и ЦФ, которые должны статистически проверяться.

Многокритериальная оптимизация — самый распространенный случай оптимизации, так как мало в каких ситуациях необходимо достигнуть наилучшего результата только для одного свойства исследуемого объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Батищев Д.И.* Поисковые методы оптимального проектирования. М.: Сов. радио, 1975. 216 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДЛЯ CAIIP СВЧ-УСТРОЙСТВ INDESYS

А.А. Павлов, студент, А.А. Калентьев, м.н.с. ЛИКС, А.А. Самуилов, м.н.с. ЛИКС каф. КСУП

г. Томск, TУСУР, andreypavlov007@gmail.com, alexey.kalentyev@gmail.com
Проект ГПО КСУП-1403 «Разработка САПР СВЧ-радиоэлектронных устройств»

Одним из приоритетных направлений развития современной радиоэлектроники является применение СВЧ-монолитных интегральных схем (МИС). Одной из платформ, в которой могут быстро создаваться программы автоматизированного проектирования различных типов активных и пассивных СВЧ-устройств, а также средства автоматизации измерений, является Indesys [1], разрабатываемая в лаборатории интеллектуальных компьютерных систем Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ЛИКС ТУСУРа).

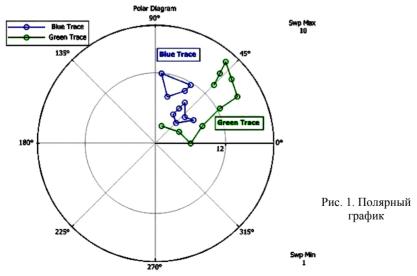
Библиотека Graph является частью программного комплекса Indesys. Данная библиотека предоставляет возможности для визуализации различных данных, представимых в виде набора координат, в виде графиков. Поддерживаются следующие типы графиков: прямоугольный (два вида: комплексная плоскость и отображение по парам x-y), диаграмма Вольперта—Смита, полярная диаграмма (рис. 1), отображение данных в виде таблицы.

Целью является улучшение существующего модуля отображения графиков Graph.

В данной статье представлено описание продолжения работы над модулем, предыдущие этапы разработки которого описаны в [2].

На предыдущем этапе работы модуль был переписан согласно разработанной архитектуре, предполагающей лёгкость расширения функциональности. Затем в ходе обсуждения возможных улучшений и новых функций был составлен список задач, которые необходимо реализовать в новой версии модуля отображения графической информации для Indesys. Ниже представлены некоторые из них:

- 1. Добавление логарифмической шкалы на осях для прямоугольных графиков.
 - 2. Добавление второй ординаты для прямоугольных графиков.
- 3. Добавление возможности отменить и повторить действие пользователя над графиком. Хранение истории действий.
- 4. Добавление возможности масштабирования отдельного участка прямоугольного графика.
 - 5. Программное добавление пунктов в контекстное меню.
- 6. Создание и настройка графиков из дизайнера форм Visual Studio.
- 7. Переработка механизма маркеров. Произвольный текст в маркерах.
 - 8. Добавление указателей направления трейсов.
 - 9. Панель инструментов и пункты меню для графика.
 - 10. Переработка диалога настроек.
- 11. Запрет изменения тех или иных визуальных настроек с помощью пользовательских настроек графика.
 - 12. Отображение имен трейсов.
 - 13. Изменение разделителя целой и дробной частей.
 - 14. Видимость трейса в легенде.
- 15. Установка маркера в минимальную и максимальную точки трейса по значению аргументов трейса для прямоугольных графиков.
- 16. Повышение настраиваемости визуальных параметров элементов графика.



Некоторые задачи требовали относительно сложного анализа и процесса объектно-ориентированного проектирования. Одной из таких задач была реализация возможности отмены и повтора действий пользователя над графиком и хранения истории действий. Сокращенная UML-диаграмма [3] классов реализованного решения представлена на рис. 2.

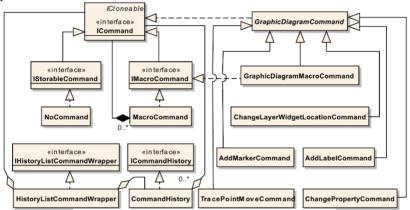


Рис. 2. UML-диаграмма классов механизма команд (Undo/Redo действий, история действий)

Переработанная версия библиотеки графиков обладает улучшенной архитектурой, которая предполагает легкую расширяемость, добавлена новая функциональность: отображение полярной диаграммы, табличное представление данных, динамическая смена типа графического отображения. Разработанная архитектура позволила быстро заменить механизм отображения на механизм, использующий OpenGL. Также в модуль было добавлено множество улучшений и новых функций в соответствии со списком задач. Некоторые задачи требовали относительно сложного анализа и процесса объектно-ориентированного проектирования. Одной из таких задач была реализация возможности отмены и повтора действий пользователя над графиком и хранения истории действий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Бабак Л.И., Дорофеев С.Ю., Песков М.А. и др.* Разработка интеллектуальной системы автоматизированного проектирования СВЧ-устройств Indesys // Информационные технологии. 2010. №2. С. 42–48.
- 2. Павлов А.А., Калентьев А.А., Самуилов А.А. Модернизация модуля графического отображения для САПР СВЧ-устройств INDESYS // Научная сессия ТУСУР–2014. 2014. Ч. 4. С. 28–31.
- 3. *Официальный* сайт UML [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.uml.org/, свободный (дата обращения: 01.03.2015).

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОСМОТРА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ И УСТОЙЧИВОСТИ СВЧ-ТРАНЗИСТОРА

Р.Ш. Раджиметов, студент, А.Е. Горяинов, м.н.с., И.М. Добуш, с.н.с., А.Н. Сальников, м.н.с. каф. КСУП г. Томск. ТУСУР, rayshanenigma@gmail.com

Разработка и производство твердотельной СВЧ-электронной компонентной базы является сложным и трудоемким процессом, в котором задействовано большое количество специалистов различного профиля: технологи, схемотехники, конструкторы, инженеры по измерениям. На современном этапе прогресса их деятельность уже невозможно представить без программных средств автоматизации, так как в ходе работы им постоянно требуется проводить анализ результатов моделирования и измерений, обработку экспериментальных данных, оценку адекватности математических моделей, статистические исследования. Однако в попытке стать универсальными инструментами, современные САПР становятся сложными программными комплексами, затратными и неудобными для решения типовых задач.

Целью работы является создание программного модуля, предназначенного для оперативного расчета и отображения предельных параметров СВЧ-транзистора, в частности коэффициентов передачи по мощности, току и устойчивости. Модуль интегрирован в программу анализа и обработки СВЧ-измерений DataViewer [1], разработанной в ЛИКС ТУСУРа.

Коэффициенты передачи и устойчивости транзистора. Одним из первых этапов в цикле разработки [2] СВЧ-транзисторных усилителей является выбор активного элемента и оценка его предельных возможностей. Как правило, для этих целей используются следующие параметры: максимальные коэффициенты передачи по мощности (G_{\max}) и току $(|H_{21}|)$, инвариантный коэффициент устойчивости (K). Указанные характеристики рассчитываются из измеренных параметров рассеяния (S-параметров) согласно следующим выражениям [3]:

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |\Delta|^2}{2 \cdot |S_{12} \cdot S_{21}|}, \Delta = S_{11} \cdot S_{22} - S_{12} \cdot S_{21}; \tag{1}$$

$$G_{\text{max}} = \begin{cases} \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|} \cdot \left(K - \sqrt{K^2 - 1}\right), K > 1; \\ \frac{|S_{21}|}{|S_{12}|}, K < 1; \end{cases}$$
 (2)

$$H_{21} = \frac{-2 \cdot S_{21}}{(1 - S_{11}) \cdot (1 + S_{22}) + S_{12} \cdot S_{21}}.$$
 (3)

Программный модуль. Разработанный модуль отображает коэффициенты передачи и устойчивости транзистора (рис. 1), рассчитанные согласно формулам (1)—(3) из загруженных файлов S-параметров в формате *.s2p.

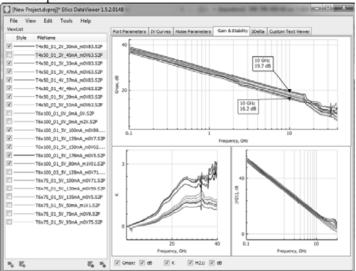


Рис. 1. Диалоговое окно модуля отображения коэффициентов передачи по мощности, току и устойчивости СВЧ-транзистора

Заключение. Разработан программный модуль для оперативного расчета и отображения предельных характеристик СВЧ-транзисторов, в частности, коэффициентов передачи по мощности, току и устойчивости. Модуль интегрирован в программу анализа и обработки СВЧ-измерений DataViewer [1].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Программа* анализа и обработки СВЧ-измерений DataViewer [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ellics.com, свободный (дата обращения: 03.03.2015).
- 2. Bahl I.J. Fundamentals of RF and Microwave Transistor Amplifiers. Wiley-Interscience. 2009. P. 696.
- 3. Chang K. Encyclopedia of RF and Microwave Engineering. Wiley-Interscience. 2005. P. 5796.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССИВНЫХ СИММЕТРИРУЮЩИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КРЕМНИЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.С. Сальников, м.н.с., Р.Ю. Муссенов, студент, м.н.с. ЛИКС Научный руководитель Ф.И. Шеерман, доцент, зав. ЛИКС, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, ansalnikov@gmail.com

В приемопередающих модулях используются как несимметричные, так и дифференциальные сигналы. Соответственно появляется задача преобразования одного вида сигналов в другой. Это преобразование выполняет устройство, называемое симметрирующим трансформатором (СТ). СТ имеет один несимметричный входной порт, на который поступает несимметричный сигнал, и два выходных порта, с которых снимается дифференциальный сигнал.

Идеальный СТ имеет коэффициент передачи -3 дБ по амплитуде для каждого из выходных портов (т.е. сигнал делится между ними поровну), а разность фаз выходных сигналов равна 180° . На практике характеристики СТ имеют частотную зависимость, и трансформация осуществляется в некотором диапазоне частот. Основными характеристиками СТ [1] являются амплитудный (Δ) и фазовый дисбаланс (θ), а также вносимые потери (IL), которые могут быть найдены из S-параметров:

$$\Delta = 20\log\left(\frac{|S_{21}|}{|S_{31}|}\right), \quad \theta = 180^{\circ} - |\varphi(S_{21}) - \varphi(S_{31})|, \quad IL = -10\log\left(|S_{21}|^2 + |S_{31}|^2\right).$$

В интегральном исполнении трансформаторы могут быть изготовлены в виде двух спиральных катушек индуктивности, обладающих взаимоиндукцией. На рис. 1 приведены варианты исполнения интегральных СТ на основе катушек с лицевой и боковой связью (М1 и М2 — первый и второй слой металлизации) [2]. Кроме того, трансформатор может состоять из двух связанных линий на основе делителя Маршанда.

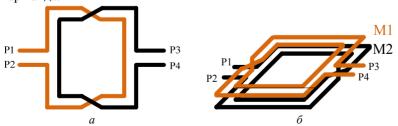


Рис. 1. Структура интегральных трансформаторов: a — трансформатор с боковой связью; δ — трансформатор с лицевой связью

В ходе выполнения работы было проведено проектирование СТ в интегральном исполнении для полосы частот 1–4,5 ГГц. Для расчёта характеристик СТ использовалась программа Sonnet Lite [3], позволяющая проводить электромагнитное моделирование с использованием метода моментов. Большую гибкость при проектировании СТ обеспечивают технологии на основе кремния [4]. Поэтому для моделирования СТ была выбрана технология на кремниевой подложке с пятью слоями металлизации.

Для реализации СТ были использованы несколько вариантов размещения катушек индуктивности, а также делители Маршанда. Первый вариант был реализован на основе катушек с лицевой связью (рис. 2, a). В этом варианте идентичные катушки были расположены в двух слоях металлизации и согласованы конденсаторами используя методику из работы [2]. Второй вариант (рис. 2, δ) имеет сходную конструкцию, но вторичная обмотка смещена на один слой выше, а все переходы вынесены в нижние слои. Это решение позволяет добиться повышения коэффициента взаимоиндукции и несколько улучшить характеристики. Также был смоделирован СТ на основе делителя Маршанда (рис. 2, ϵ) в котором для снижения габаритов линии передачи свёрнуты в спираль. Наконец, был спроектирован и смоделирован трансформатор с боковой связью (рис. 2, ϵ), в котором витки первичной и вторичной катушки располагаются в одном слое металлизации.

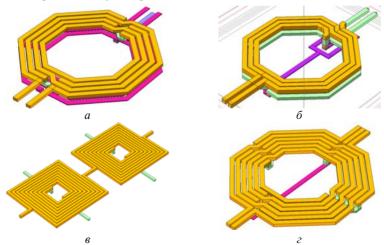


Рис. 2. Смоделированные варианты симметрирующего трансформатора: a – катушки с лицевой связью; δ – катушки с лицевой связью с переносом вторичной катушки во второй слой; ϵ – на основе делителей Маршанда; ϵ – на катушках с боковой связью

Все разработанные варианты были смоделированы в программе Sonnet Lite, для них были получены *S*-параметры и рассчитаны характеристики СТ, упомянутые в начале статьи. Результаты моделирования приведены на рис. 3. Сводные характеристики всех рассчитанных вариантов СТ приведены в таблице.

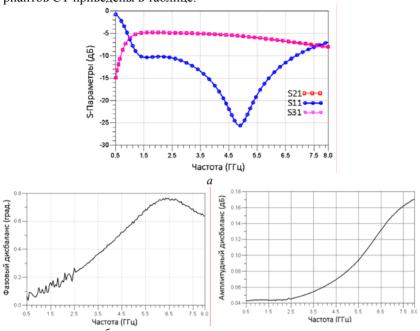


Рис. 3. Результаты моделирования одного из вариантов симметрирующего трансформатора (рис. 2, a)

ларактеристики разраоотанных Ст				
№ вар.	Δ, дБ	Θ, град	<i>IL</i> , дБ	Размер, мкм
Рис. 2, а	< 0,07	<0,5	1,7–3	392×392
Рис. 2, б	<0,05	<0,8	1,1-2,3	720×720
Рис. 2, в	0,6-0,95	<15	1,9-3,2	1905×828
Рис. 2, г	< 0,11	<0,45	1,1-3,5	1000×1000

В данной работе были рассмотрены четыре варианта реализации пассивных симметрирующих трансформаторов. Все полученные варианты конструкции имеют близкие значения характеристик и могут быть использованы при проектировании устройств СВЧ-тракта приемников и передатчиков, например смесителей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Li R.C. RF circuit design // 2nd ed Willey. 860 c.
- 2. Frye R.C. et al. A monolithic, compact balun/matching network for SiP applications // Electrical Performance of Electronic Packaging, 2004. IEEE, 2004. P. 37–40.
- 3. Официальный сайт компании Sonnet Software [Электронный ресурс]. URL: http://www.sonnetsoftware.com (дата обращения: 03.02.2015).
- 4. Burghartz J. N., Rejaei B. On the design of RF spiral inductors on silicon // Electron Devices, IEEE Transactions on. 2003. T. 50, №. 3, C. 718–729.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОПТИМИЗАЦИИ Д.Д. Трифонов, студент, А.А. Калентьев, м.н.с. ЛИКС каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, trifonov.dmitriy.m@gmail.com

Существует множество задач, требующих для своего решения использования параметрической оптимизации. Оптимизационная задача сводится к поиску параметров проектируемого объекта, наилучших относительно заданных критериев.

В лаборатории интеллектуальных компьютерных систем (ЛИКС) разрабатывается программа для нахождения параметров элементов принципиальных схем. Для решения этих задач в программе применяются методы оптимизации. Ранее в разрабатываемой программе заранее задавалось количество итераций, которые выполнял алгоритм. Не было возможности анализировать каждую итерацию. Была поставлена задача реализовать возможность пошаговой отладки алгоритма оптимизации.

Во время тестирования старых и разработки новых методов оптимизации появлялась еще одна проблема. В разрабатываемой программе отсутствовал инструмент для наблюдения за работой алгоритмов оптимизации. Для решения проблемы было решено реализовать модуль визуализации процесса оптимизации.

Визуализация должна содержать графическое представление задачи оптимизации. Это позволило бы определять нахождение точки оптимума задачи при беглом взгляде на визуализацию. Визуализацию было решено представить в виде «карты высот».

Карта высот – двумерное изображение, каждый пиксель которого хранит цветовой эквивалент высоты соответствующей точки поверхности [1]. Пример карты высот приведен на рис. 1.

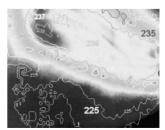


Рис. 1. Пример карты высот с линиями уровня

Для решения возникших проблем был создан модуль, позволяющий управлять процессом оптимизации и выполнять наблюдение за работой алгоритма оптимизации. Вид окна режима пошаговой отладки методов оптимизации представлен на рис. 2.

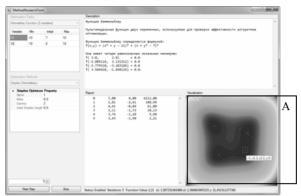


Рис. 2. Окно режима пошаговой отладки методов оптимизации

Панель графического представления задачи (область A на рис. 2) содержит карту высот, предназначенную для отображения двумерных поверхностей. На карте по оси абсцисс откладываются значения переменной x_1 , по оси ординат — значения переменной x_2 . Значения откладываются в заранее определённом интервале значений. На пересечении отображается значение целевой функции в виде определенного цвета в соответствии с цветовой шкалой.

Карта высот строится динамически. На карте специальными маркерами отмечаются следующие точки:

- начальное решение задачи;
- решение на данном шаге оптимизации;
- решения, полученные на предыдущих шагах оптимизации;
- идеальные решения для данной задачи (точки оптимума).

В моменты схождения алгоритма к локальному оптимуму задачи точки появляются неразличимо близко друг к другу. Для решения этой проблемы добавлена возможность изменения области визуализации. Эта возможность близка к масштабированию.

Для проверки работы алгоритма оптимизации теперь достаточно взгляда на карту высот. Корректная или некорректная работа алгоритма сразу заметна по видимой траектории движения точек оптимизации. Это позволяет сократить время, затрачиваемое на отладку разрабатываемых алгоритмов оптимизации.

На данный момент видится несколько путей развития модуля. Планируется добавление возможности настройки используемой цветовой шкалы. Другой полезной функцией видится возможность использования логарифмического масштаба для отображения карты высот. На рис. 3 представлены два графика: один — в линейном масштабе, другой — в логарифмическом.

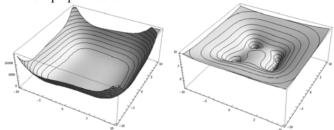


Рис. 3. Графики функции Химмельблау: слева – в линейном масштабе, справа – в логарифмическом

Наиболее значимым улучшением представляется добавление возможности отладки многокритериальной оптимизации. Многокритериальная оптимизация основана на отыскании решения, одновременно оптимизирующего более чем одну функцию [2].

Программа ограничивается случаем двухкритериальной функции. Для визуализации двухкритериальной оптимизации планируется использовать изображение Парето-фронта.

Парето-фронт — множество оптимальных по Парето решений. Вектор решения \mathbf{X}^* называется оптимальным по Парето, если не существует вектора $\mathbf{X} \in \mathbf{D}, \ \mathbf{X} \neq \mathbf{X}^*, \$ для которого бы выполнялось нестрогое неравенство

$$f_i(X) \le f_i(X^*), I = 1, ..., k.$$

и хотя бы для одного i это неравенство выполнялось бы строго [3].

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Демин А.Ю., Сорокин В.А. Мультиагентное моделирование подводной обстановки и её трехмерная визуализация // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–3. С. 483–486. URL: http://rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10005402 (дата обращения: 06.03.2015).
- $\overline{2}$. *Тененев В.А.* Решение задачи многокритериальной оптимизации генетическими алгоритмами // Интеллектуальные системы в производстве. 2006. № 2. С. 103–109. URL: http://old.istu.ru/images/material-gallery/524/1399-0.pdf#page=103 (дата обращения: 06.03.2015).
- 3. Морозько О.А. Оптимизация параметров гибридных электромобилей / О.А. Морозько, Ю.Н. Петренко // Информационные технологии в образовании, науке и производстве: II Междунар. науч.-техн. интернет-конференция [Электронный ресурс]. URL: http://rep.bntu.by/handle/data/12599 (дата обращения: 06.03.2015).

ПОДСЕКЦИЯ 15.2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Председатель секции — **Коцубинский Владислав Петрович,** доцент каф. КСУП, к.т.н.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ

Д. Бударагин, студент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, budaragindenis@mail.ru

Автоматизация производства — это процесс в развитии машинного производства, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Введение автоматизации на производстве позволяет значительно повысить производительность труда, сократить долю рабочих, занятых в различных сферах производства.

До внедрения средств автоматизации замещение физического труда происходило посредством механизации основных и вспомогательных операций производственного процесса. Интеллектуальный труд долгое время оставался немеханизированным. В настоящее время операции интеллектуального труда, поддающиеся формализации, становятся объектом механизации и автоматизации.

Водоочистная станция представляет собой комплекс сооружений для очистки и обеззараживания природной воды, входящий в систему водоснабжения. Очистка воды позволяет избежать возникновения различных заболеваний желудочно-кишечного тракта, предотвращает возникновение различного рода патологий у новорожденных детей.

Основной целью разработки данной системы является создание программы, позволяющей визуализировать процесс очистки воды, собирать, архивировать, отображать данные, а также управлять различными технологическими процессами.

Система была создана на основе программного модуля для проектирования систем диспетчерского управления и сбора данных — MasterScada. В ней можно разработать любой проект любой сложности, используя всевозможные модули и опции, за исключением узко специфических, поставляемых для специальных применений и отдельных отраслей [1].

Разрабатываемая программа должна решать следующие задачи по отображению:

• значений параметров датчиков давления воды;

- работы насосов (включен, отключен, авария), а также режимов (автоматический, дистанционный, ручной);
 - уровня воды ультразвуковыми датчиками;
- о работы мешалок (в работе, остановлена, в аварии), а также режимов (автоматический, ручной);
- на счетчике значений расхода и накопленного объема (в экспоненциальной форме) обрабатываемой воды;
- управления состоянием клапанов в зависимости от выбранного режима;
 - архива модуля обработки промывных вод. Мнемосхема программы представлена на рис. 1.

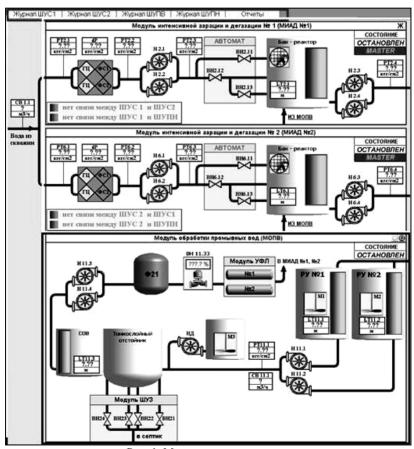


Рис. 1. Мнемосхема программы

Разработка проекта производится в единой интегрированной среде. Основным способом создания структуры проекта является установление связей между элементами проекта (объектами, функциональными блоками и переменными) в дереве объектов. При дублировании, копировании связи могут восстанавливаться. При создании проекта могут использоваться стандартные функциональные блоки (ФБ исполнительных механизмов, математические блоки, обработка сигналов и т.д.) либо самостоятельно разработанные пользователем на языках ST, FBD и С#. Для каждого элемента проекта могут быть созданы любые поддерживаемые внутренними редакторами документы — мнемосхемы, тренды, журналы, отчеты, а также документы, создаваемые внешними редакторами (например, из комплекта Microsoft Office), совместимыми с технологией ActiveX.

Основными элементами интерфейса являются исполнительные механизмы, информация об их работе, а также журналы и отчеты. Программа визуализирует технологический процесс и позволяет управлять необходимыми исполнительными механизмами.

Заключение. В результате проделанной работы была написана программа, позволяющая собирать и отображать данные, а также управлять различными процессами. В данный момент программа проходит стадию закрытого бета-тестирования, по результатам которого планируется расширение функциональных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт inSAT [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.insat.ru/services/support/art_step_by_step/Metod.pdf (дата обращения: 12.03.2015).

МОНТАЖ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ «ТЕПЛЫЙ ПОЛ» Я.В. Булгаков, студент, И.А. Хабибулин, техник 1-й кат.

г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, zra123@mail.ru

Теплый пол — вид обогрева пространства, в котором нагревание воздуха или предметов идет снизу, а отопительным устройством является теплый пол. Самыми распространёнными сегодня являются два варианта — водяной и электрический пол. В первом случае тепло несет горячая вода, во втором случае электрические нагревательные элементы. Водяной теплый пол чаще всего используют там, где необходимо обогреть большие площади, но у него есть определенные сложности при монтаже и регулировке температуры пола. Электрический теплый пол имеет большее разнообразие видов и материалов, с разными тех-

ническими параметрами, что позволяет выбрать именно тот пол, который подойдет к вашим начальным условиям.

В кабельном электрическом теплом полу в тепло преобразуется электроэнергия, потому что кабельная жила изготовлена из сплавов, характеризующихся высоким сопротивлением, и при прохождении по ней электрического тока нагревается.

Водяные полы используют горячую воду из центрального или автономного отопления. Установка водяного пола в загородных домах с большими площадями экономически выгоднее, чем монтаж электрических на эту же площадь. Но для небольших площадей экономнее будет использовать электрический обогрев. Поскольку объект — это загородный дом с большой площадью, выбирается водяной теплый пол.

Необходимо подключить и настроить систему «Теплый пол».

В ходе работы был выбран отопительный котел. Им стал Viessmann Vitodens 200-W.

Технические параметры газового конденсационного компактного отопительного котла мощностью от 3,2 до 150 кВт:

- коэффициент полезного действия: до 98% (Hs) / 109% (Hi);
- поверхность нагрева Inox-Radial из высококачественной нержавеющей стали: эффективность, долговечность, эффект самоочистки поверхности от накипи и загрязнений;
- низкий коэффициент эмиссии вредных веществ в уходящих газах, соответствующий немецкому экологическому требованию «Голубой ангел»;
- не требуется дополнительного монтажного пространства при обслуживании котла, все компоненты легко доступны с фронта котла;
- низкое потребление электроэнергии благодаря изменяемому числу оборотов двигателя вентилятора воздуха;
- комбинированное исполнение котла: комфортное приготовление горячей воды благодаря интегрированному пластинчатому теплообменнику и температурному регулятору.

Технические характеристики

Диапазон номинальной тепловой мощности (данные согласно EN 677) ТПОД/ТОБР = $50/30$ °C, кВт ТПОД/ТОБР = $80/60$ °C, кВт	6,5–26,0 5,9–23,7
Динамическое давление газа:	
природный газ, мбар	20
сжиженный газ, мбар	50
Потребляемая электрическая мощность	
(в состоянии при поставке) –	
2-ступенчатый насос отопительного контура, Вт	105

Масса, кг	46
Допуст. рабочее давление, бар	3
Размеры:	
длина, мм	360
ширина, мм	450
высота, мм	850
Расход топлива при максимальной нагрузке при работе на газе:	
природный газ Е, м ³ /ч	3,23
природный газ LL, м ³ /ч	3,75
сжиженный газ Р, кг/ч	2,38
Нормативный КПД при ТПОД/ТОБР = 40/30 °C, %	98 (Hs) /109 (Hi)

Так же было использовано оборудование и датчики.

1) Vitotronic

Контроллеры управления для напольных и настенных котлов и систем управления.

Предназначен для управления Vitodens 200-W.

2) Vitotrol 200A

Устройства дистанционного управления отопительными контурами.

3) Vitocom 100

Управление отопительной техникой через Интернет.

4) Vitocell 100-V

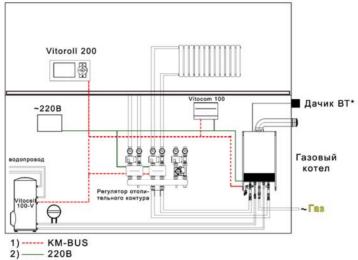
Стальной емкостный водонагреватель с эмалевым покрытием Ceraprotect.

5) Divicon

Регулятор отопительного контура.

После монтажа и сборки получалась следящая схема системы (рис. 1).

Настройка отпительных характеристик. Контроллер Vitotronic 200 регулирует в режиме погод зависимой теплогенерации температуру котловой воды и температуру подачи отопительных контуров со смесителем. При этом температура котловой воды автоматически на 0–40 К превышает требуемое в данный момент максимальное заданное значение температуры подачи. Температура подачи, необходимая для достижения определенной температуры помещения, зависит от отопительной установки и от теплопотерь отапливаемого здания. Посредством настройки отопительных характеристик значения температуры котловой воды и температуры подачи согласуются с данными условиями. Отопительные характеристики: повышение температуры котловой воды ограничивается термостатным ограничителем и температурой, установленной на электронном регуляторе максимальной температуры. Температура подающей магистрали не может быть выше температуры котловой воды.



- 3) ВТ* Внешняя температура

Рис. 1. Общая схема системы



Рис. 2. Отопительная характеристика

В результате проделанной работы была получена система «Теплый пол», в которой были подключены датчики температуры, насосы, устройства дистанционного управления и настроена отопительная характеристика «Теплового пола» (рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Viessmann Vitodens 200-W. Инструкция по монтажу, 01.2012.
- 2. Viessmann [Электронный ресурс]. Информационный ресурс. Режим доступа http://www.viessmann.ru/ (дата обращения: 5.03.2015).

ВИРТУАЛЬНЫЙ СИМУЛЯТОР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

П.Е. Густокашин, А.А. Городилов, А.В. Богомолов, Р.В. Вакуленко, Р.С. Чирцов, А.А. Трофимов, студенты каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н. г. Томск, ТУСУР, Diwixis@mail.ru

Исследование космоса – одно из самых дорогих и сложных мероприятий. Начиная от строительства ракеты и заканчивая обработкой полученных данных, все это требует огромных технических и денежных затрат. Подготовка космонавтов занимает огромное количество времени, но невозможно полностью подготовить человека психологически.

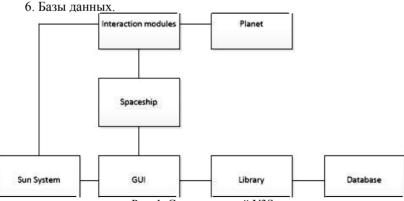
В современном мире активно используются симуляторы для подготовки управления спецтехникой. Симуляторы позволяют, используя минимум ресурсов, подготавливать человека к использованию спецтехники или действиям во внештатной ситуации.

Используя идею симулятора в космической отрасли, можно значительно ускорить развитие космической отрасли, используя симуляторы запуска ракет, полётов в космическом пространстве или даже целых операций.

Разработка прототипа V3S (Virtual Simulation of the Solar System). Симулятор разрабатывается в виде модульной системы.

Состав модулей (рис. 1):

- 1 Солнечная система
- 2. Планета.
- 3. Космический корабль/ракета.
- 4. Графический интерфейс пользователя (GUI).
- 5. Взаимодействие модулей.



Нами была разработана комплексная модель программы (далее – КМП), которая включает блоки «Солнечная система», «Планета», «Ракета», «GUI», «Базы данных».

Из таблицы можно сделать вывод, что симулятор V3S содержит в себе наиболее полный функционал.

Сравнение симуляторов солнечной системы

Результат					
Критерии/Симуляторы	Solar	Virtual Tour	Model Sun	V3S	
	System	of the Solar	System		
	Scope	System			
Трехмерность	+	_	_	+	
Возможность просмотра	+	+	+	-	
взаимного расположения					
планет в определенный					
момент времени					
Настраиваемый масштаб	+	+	+	+	
Наличие второстепенных	_	_	_	+	
космических объектов					
(спутники, кометы, асте-					
роиды и др.)					
База информации об объек-	_	_	+	+	
тах					
Наличие русского языка	+	_	+	+	
Наличие звукового оформ-	+	_	_	+	
ления					
Просмотр орбит планет	+	+	+	+	
Кроссплатформенность		+	+	+	
Динамические объекты	+	+	+	+	

В результате работы нами выполнены следующие шаги:

- 1) разработана КМП;
- 2) на основе КМП начат сбор информации о Солнечной вселенной, планетах, ракетах и спутниковых приборах;
- 3) рассмотрены программные аналоги системы и определены их функциональные характеристики;
- 4) произведен поиск программных библиотек, на основе которых начапа разработка программы V3S.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуков В.В., Кириленко П.П. Мареев Ю.А. Самарский А.М., Чернов В.В. Основы теории полета летательных аппаратов / Московский авиационный институт. М., 1978.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРОДАЖ

А.Е. Лупул, студент

Научный руководитель В.П. Коцубинский, доцент ТПУ, ТУСУР, к.т.н. г. Томск, НИ ТПУ

Повышение прибыли компании в условиях жесткой конкурентной борьбы и увеличения объемов продаваемого товара можно осуществить путем описания процессов продажи товара для выявления недостатков и узких мест процессов продажи и оптимизации существующей работы.

В процессе оптимизации рассматривались бизнес-процессы продажи электронного оборудования в компании ТОО «Тапdem TVS». Сложность реализации предлагаемого оборудовании заключается в наличии конкурентоспособных торговых марок оборудования с более низкой себестоимостью, а также насыщенностью рынка сбыта в категории предлагаемого товара.

Для продвижения торговой марки оборудования и увеличения объемов продукции были рассмотрены и описаны существующие процессы продаж.

На основе описания процессов продажи и полученных диаграмм был произведен анализ и выявлены следующие недостатки процесса:

- высокая цена реализации оборудования;
- не выгодные условия поставки для клиента;
- длительный срок поставки оборудования, около 6 недель;
- 100% предоплата оборудования;
- ограничение на размещаемый заказ, минимальная сумма заказа;
- отсутствие закупки оборудования под склад, работа только под заказ;
- отсутствие у поставщика сервисного центра по предлагаемому оборудованию.
 - Для устранения существующих недостатков было предложено:
 - снижение цены на продукцию;
 - организация «кредитной линии» для заказчиков;
- устранение ограничения на размещаемый заказ методом соединения нескольких заказов;
 - поставка товара на различных условиях.

В итоге оптимизации бизнес-процессов продаж увеличились количество заказчиков и объемы продажи оборудования.

В результате реорганизации процессов продаж появилась возможность изучения спроса конечного покупателя на предлагаемую линейку оборудования для организации процессов закупки оборудования под склад. При закупке товаров под склад существует возможность возможность в под склад существует возможность под склад существующих под склад существует возможность под склад существует возможность под склад существует возможность под склад существует возможность под существует возможность под существует возможность под существует возможность под склад существует возможность под существующих

ность сокращения сроков поставки оборудования, что в свою очередь увеличивает рынок сбыта продукции и объем продаж. Также при значительном увеличении объемов продаж поставщик имеет возможность снижения себестоимости оборудования от производителя и организации собственного сервис-центра.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ 3D-ПРИНТЕРОМ

Д.К. Миронюк, студент каф. КСУП

Научный руководитель А.Н. Сычев, профессор каф. КСУП, д.т.н. г. Томск, TVCVP, mdk17r@gmail.com

Оборудование для 3D-печати прочно обосновалось в мире высоких технологий. Оно нашло своё применение как в медицине, так и тяжелой промышленности. Уже сегодня с помощью обычного 3D-принтера можно изготовить оригинальные аксессуары, бытовые приборы и инженерные инструменты. Эксперты считают, что в скором времени 3D-печать станет неотъемлемой частью человеческого быта.

Создание прототипа или трехмерной модели — это, как правило, долгий и сложный процесс, который сопровождается большим количеством ошибок. 3D-принтеры позволяют с высокой точностью, с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки создавать 3D-модели.

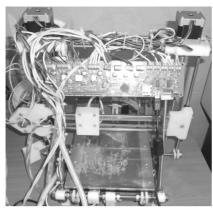
3D-принтер – это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели [1].

Главным элементом в 3D-принтере является экструдер, в который поступает материал (пруток из прочного пластика). В экструдере материал расплавляется и выдавливается на нагретую площадку. Движение площадки и экструдера по осям осуществляется с помощью шаговых двигателей. Управление движением осуществляется с помощью посылаемых команд G-кода [2].

3D-принтеры имеют достаточно обширную область применения:

- быстрое прототипирование и промышленный дизайн;
- создание мастер-моделей;
- архитектурное и планировочное макетирование;
- производство сувенирной продукции;
- мелкосерийное производство;
- хобби: моделирование и реконструкция.

В работе объектом исследования является 3D-принтер RepRap Prusa Mendel v2.0 (рис. 1), для которого необходимо было настроить систему управления и в качестве примера напечатать модель держателя пера для плоттера Roland DXY, смоделированную в CAD-системе.



Настройка системы управления 3D-принтером осуществляется в три этапа с помощью специальных программных средств.

Рис. 1. 3D-принтер RepRap Prusa Mendel v2.0

Первый этап – это настройка соединения с компьютером. На втором этапе необходимо запрограммировать 3D-принтер с помощью программы Arduino IDE. Программирование осуществляется на языке С++. После компиляции программа загружается на 3D-принтер. На третьем этапе осуществляется настройка управления 3D-принтером с компьютера. Для управления служит управляющая программа Repetier-Host, с помощью которой так же осуществляется и запуск печати.

Для того чтобы запустить печать, необходимо загрузить в управляющую программу смоделированную в 3D-редакторе 3D-модель, сохраненную в формате «.stl», и выполнить слайсинг с помощью программы Slic3r. Слайсинг – это разложение 3D-модели по слоям и генерирование G-кода [3].

Далее осуществляется запуск печати кнопкой «Пуск» расположенной на панели управляющей программы. После запуска печати начнется нагрев экструдера и рабочей площадки до установленной температуры. Печать малогабаритных моделей занимает от 5 до 30 мин в зависимости от сложности и размеров детали. Печать модели держателя пера для плоттера Roland DXY (рис. 2) длилась 8 мин 43 с.

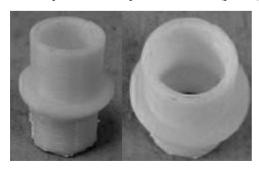


Рис. 2. Твердотельная модель держателя пера для плоттера Roland DXY

Для печати может использоваться два вида пластика — PLA и ABS-пластик.

ABS-пластик (акрилонитрилбутадиенстирол) — это дешевый, прочный, легкообрабатываемый и стойкий к внешним воздействиям материал. Сырьем для производства ABS служит нефть.

PLA (полилактид) – биоразлагаемый пластик, применяемый для производства одноразовой посуды, медицинских изделий и пр. Сырьём для его производства служат кукуруза и сахарный тростник.

Преимущество ABS-пластика в том, что он обладает более высокой механической прочностью и способен противостоять различным факторам среды.

В результате работы настроена система управления 3D-принтером RepRap Prusa Mendel v2.0 и в качестве примера напечатана твердотельная модель держателя пера для плоттера Roland DXY.

Напечатанная модель имеет крепкое и однородное строение, все размеры детали соответствуют размерам её электронной модели, деталь протестирована на плоттере и никаких отклонений не выявлено, это говорит о том, что система управления 3D-принтером работает исправно и настройки 3D печати отрегулированы правильно.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *3D-принтеры* [Электронный ресурс]. Режим доступа http://geektimes.ru/company/gtv/blog/243803.
- 2. 3D-принтер FDM [Электронный ресурс]. Режим доступа http://3dto-day.ru/wiki/FDM printers
- 3. LugRap [Электронный ресурс]. Режим доступа http://www.lugrap.com/2013/09/rus-manual-slic3r.html

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ф.В. Попелев, В.В. Васецкий, студент

Научный руководитель В.П. Коцубинский, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск. ТУСУР

Проект ГПО КСУП-1306 «Интеллектуальные домашние системы»

Современный «умный дом», или интеллектуальная домашняя система, — это любая система автоматизации, применимая в быту, призванная облегчить выполнение или же полностью автоматизировать повседневные бытовые задачи, или же упростить и обеспечить безопасность жизнедеятельности людей с ограниченными возможностями. Системы «умного дома» могут применяться не только к особнякам и коттеджам, но и к типовым квартирам. Данные системы могут управ-

ляться как с помощью встраиваемых стационарных пультов управления, так и дистанционно.

Основные задачи, которые решаются путем применения систем «Умный дом», это:

- Экономия теплоносителей, т.е. автоматизация использования и учета электро-, тепло- и водоснабжения.
- Удовлетворение социальных нужд, т.е. обеспечение дополнительной безопасности жизнедеятельности, а также специальные решения для людей с ограниченными возможностями.
- Дополнительный комфорт, т.е. применение дополнительных систем, не имеющих экономической выгоды или социальной необходимости и используемых лишь для повышения удобства проживания.

Для аппаратной реализации интеллектуальных домашних систем сегодня существует множество готовых решений, например система домашней автоматизации «Invion» от российской компании «Wellink Technologies». Данное решение включает в себя все основные компоненты, необходимые для реализации системы «Умный дом». Основным компонентом данной системы является контроллер «Invion Home Center INW-HC1», отвечающий за взаимодействие датчиков, клапанов, выключателей и т.д., а также за выполнение предустановленных сценариев. Также система включает в себя разнообразные датчики, сигнализирующие об открытии окон или дверей, движении в комнате и потопе, выключатель розеток и сирену для оповещения жильца о различных чрезвычайных ситуациях. Взаимодействие компонентов в данной системе осуществляется путем беспроводного соединения. А главный контроллер настраивается путем подключения через сеть Интернет к удаленному серверу. На сервере пользователю представлен вебинтерфейс с возможностью настройки сценариев, способов оповещения, также в сервисе представлен журнал событий. Данная система создана, чтобы экономить электроэнергию, а также обеспечивать безопасность дома, она упрощена и не требует специальных навыков для установки, такие системы распространены на рынке готовых решений для «умного дома» [1].

На кафедре компьютерных систем в управлении и проектировании ТУСУРа подобные системы представлены в виде интерактивных стендов симулирующих системы автоматизированного отопления, канализационного слива, а также систему гарантированного электропитания, которая, независимо от общей энергосети, обеспечивает питанием электроприборы, потребляющие до четырех киловатт энергии [2]. Данные интерактивные стенды позволяют студентам в ходе выполнения лабораторных работ углубленно изучить структуру систем домашней автоматизации, научиться разрабатывать сценарии в различных средах, а также узнать, как интегрировать данные системы в реальные жилые дома.

Интеллектуальные домашние системы при всей своей простоте для конечного пользователя являются чрезвычайно сложными и комплексными системами. Мы на собственном опыте убедились в трудности изучения и настройки данных систем даже при наличии подробных методических указаний. При переходе от контроллера Segnetics SMH 2010 к SMH 2G и смене SCADA системы с MasterSCADA на InTouch Wonderware в корне изменился процесс работы с интерактивным стендом, что потребовало углубленного и более тщательного изучения всех подсистем, связанных с работой системы автоматизированного отопления. Несмотря на сложность в установке и настройке интеллектуальных домашних систем, они чрезвычайно полезны и решают важные в современном мире задачи: экономия средств и теплоносителей, а также удовлетворение социальных нужд человека. Решением этих задач с помощью систем домашней автоматизации является отработка сценариев поведения в «умном доме» и «умного дома».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Система* домашней автоматизации: матер. сайта [Электронный ресурс]. URL: http://www.ixbt.com/home/inwion.shtml (дата обращения: 13.03.2015).
- 2. Система отопления «умного дома»: матер. конф. «Научная сессия ТУСУР–2014» [Электронный ресурс]. URL: http://www.tusur.ru/export/sites/ru.tusur.new/ru/science/events/session/4-tom-1.pdf (дата обращения: 13.03.2015).

СТРУКТУРА СЦЕНАРИЕВ «УМНОГО» ДОМА

Д.А. Ракитин, А.А. Железнов, студенты каф. КСУП

Научный руководитель А.А. Изюмов, инженер каф. КСУП г. Томск, ТУСУР

Проект ГПО КСУП-1306 «Интеллектуальные домашние системы»

Интеллектуальный, или «умный» дом, — это то, о чем мы мечтаем, размышляя о комфорте в домашней среде. Целый ряд решений для домашней автоматизации нашли отражения в разработках ряда зарубежных и отечественных компаний.

Новое поколение систем – интеллектуальные системы (ИС) – вызвало к жизни другие принципы организации компонентов систем, появились иные понятия, термины, блоки, не встречавшиеся ранее в разработках и, следовательно, в научной литературе. Интеллектуальные системы способны синтезировать цель, принимать решение к действию, обеспечивать действие для достижения цели, прогнозировать

значения параметров результата действия и сопоставлять их с реальными, образуя обратную связь, корректировать цель или управление.

При построении интеллектуальных систем используются различные технологии искусственного интеллекта, направленные на решение следующих основных задач:

- 1) описание (формализация) поведения системы,
- 2) восприятие (perception) системой состояния контролируемой среды (объектов и субъектов),
- 3) удобное взаимодействие системы с субъектами среды на естественном языке,
- 4) обучение системы в процессе взаимодействия со средой поведению и восприятию,
- 5) мониторинг контролируемой среды, включающий в себя задачи диагностики и прогнозирования,
- 6) задачи локализации и отслеживания объектов и субъектов в умном окружении,
- 7) интеллектуализация предметов повседневного обихода (создание «smart object»).

Среди технологий искусственного интеллекта, используемых для решения этих задач, наиболее применяемыми являются:

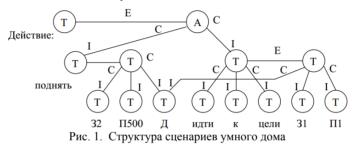
- 1) системы, основанные на знаниях, экспертные системы и онтологии,
- 2) технологии построения обучающихся и обучаемых систем нейронные сети, решающие деревья, байесовые сети, цепи Маркова,
- 3) семантически-ориентированные методы понимания естественного языка шаблоны, падежные фреймы,
 - 4) методы технического зрения и распознавания образов,
 - 5) методы построения гибридных интеллектуальных систем.

Главной задачей обработки знаний, решаемой в любой интеллектуальной системе, является задача поиска релевантных знаний или, другими словами, восстановление фрагмента знания (образа) по его неполному или зашумленному образцу. В пролого-подобных системах поиск релевантного знания реализован в виде унификации. Во фреймовых системах задача поиска реализуется в виде сопоставления (matching) фреймов. В семантических сетях поиск осуществляется путем сопоставления фрагментов сети и графа-запроса. Гибридный подход, основанный на комбинации нейронных сетей и экспертных систем, является наиболее удобным для построения интеллектуальных систем. Его достоинствами, безусловно, являются, во-первых, возможность формулировать на определенном уровне обработки знания в удобном для восприятия символьном виде (как для ввода знаний в систему, так и для вывода знаний с целью объяснений или отладки

системы), а во-вторых, то, что искусственные нейронные сети являются наиболее близким аналогом природных механизмов обработки данных и приобретения знаний в мозге человека. При этом можно сформулировать следующие требования к нейронным сетям в такой гибридной системе:

- 1) работа в реальном времени как в режиме обучения, так и в режиме использования обученной нейронной сети,
- 2) способность к продолжающемуся обучению (incremental learning) и переобучению, возможность легкого извлечения знания из обученной нейронной сети.

Структуру сценариев «умного дома», согласно статье А.В. Гаврилова, можно описать следующей схемой:



Для построения экспертных систем наиболее часто применяются комбинации правил-продукций с фреймами XCON, CENTAUR, СПЭЙС, ESWin, BABYLON, Flex, AION, Eclipse, Arity Expert, Art*Enterprise и семантическими сетями PROSPECTOR, ДЕКЛАР.

Для решения задач домашней автоматизации существует множество различных решений. Существует ряд устройств от различных производителей. Спектр решений разнообразен. Существуют как полностью готовые продукты, так и отдельные устройства. Конечный пользователь может выбрать наиболее подходящую для своих задач. В таблице представлены три системы домашней автоматизации от разных производителей. Непосредственно мы работали с двумя этими системами.

Основными функциями самоорганизующейся системы являются функции информационного обеспечения, материального и энергетического обеспечения, перемещения и адаптации. Информация необходима для контроля внутреннего состояния системы, распознавания ситуаций, решения задачи обеспечения функционирования, выявления закономерностей и обучения. Для последующего использования получаемая информация должна разделяться и откладываться в соответствующие системы памяти (оперативные и долговременные).

Сравнение систем «умного дома»

еравиение систем «умного дома»					
Система	Шина	Контроллер	Интерфейсы	Сайт произ-	Цена,
				водителя	т.р.
TAIYITO	ZigBee	ARM5	ZigBee, IrDA, RJ-45,	www.taiyito.com	48
			Wi-Fi, RS485.	[6]	
			Сухие контакты		
HDL	KNX	DMX-	RJ-45, IrDA.	www.hdl.ru	1800
		контроллер	Сухие контакты.	[3]	
		1 1	Wi-Fi, KNX, DMX512		
Zipato	KNX	ARM96	Ethernet, Z-Wave,	www.zipato.com	80
1			ZigBee, USB,	-	
			RS-232-485, KNX		

Основным достоинством интеллектуальных систем является их способность к адаптации при изменении условий функционирования. Способность к адаптации путем самоорганизации основывается как на множественности элементов системы и разветвленности связей между ними, способствующих возникновению целостности, так и на наличии гибкого взаимодействия между элементами по типу обратных связей. Также особенностью таких систем является активное взаимодействие с окружающей средой. Особенности ее структурной организации определяют направление и объем процессов взаимодействия системы со средой. Наличие чрезвычайно разнообразных обратных связей на всех уровнях влияет на интенсивность процессов взаимодействия. Отрицательные обратные связи обеспечивают стабильность функций системы, постоянство ее параметров, устойчивость к внешним воздействиям, Положительные обратные связи играют роль усилителей процессов и имеют особое значение для развития, накопления изменений. Наличие отрицательных и положительных обратных связей приводит к возможности развития по некоторому закону (программе) с использованием внешних ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Гаврилов А.В.* Гибридные интеллектуальные системы. Новосибирск. Изд-во НГТУ, 2002. 142 с.
- 2. Гаврилов А.В. Интеллектуальный домовой // Интеллектуальные системы. 2012. № 6. 12 с.
- 3. Знакомство с системой домашней автоматизации HDL [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2014. URL: http://habrahabr.ru/post/241347/ (дата обращения: 27.02.2015).
- 4. Пупков К.А. Современные методы, модели и алгоритмы интеллектуальных систем. М.: РУДН, 2008. 154 с.
- 5. Знакомство с системой домашней автоматизации Zipato [Электронный pecypc]. URL: www.ixbt.com/home/zipato-1.shtml (дата обращения: 27.02.2015).
- 6. Система домашней автоматизации TAIYITO [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2014. URL: http://habrahabr.ru/post/246135/ (дата обращения: 27.02.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ В РЕЖИМНОМ ТРЕНАЖЕРЕ ДИСПЕТЧЕРА «ФИНИСТ»

А.А. Россихин, студент

Научный руководитель Л.В.Толстихина, доцент каф. гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических систем и электрических сетей СШФ СФУ, к.т.н.

г. Саяногорск, СШФ СФУ, alexross93@yandex.ru

В данной работе смоделирована электрическая схема Иркутской энергосистемы в режимном тренажёре диспетчера «Финист» и рассмотрено влияние вновь проектируемой гидроэлектростанции на реке Витим на режимы работы энергосистемы (рис. 1).

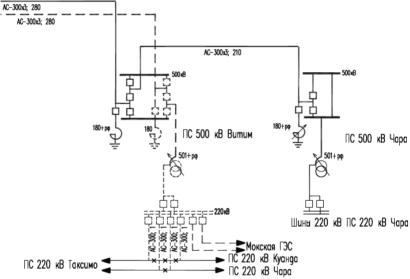


Рис. 1. Схема проектируемых подстанций

Станция подключается к единой энергосистеме через подстанцию Витим (см. рис. 1), строительство которой планируется в рамках проекта транзитной схемы, связующей энергосистемы Сибири и Дальнего Востока. Реализация проекта создаст предпосылки для развития объектов внешнего электроснабжения Байкало-Амурской железнодорожной магистрали (БАМа).

Существующая в настоящее время электрическая сеть 220 кВ от Братской и Усть-Илимской ГЭС в направлении БАМа уже исчерпала свои возможности по пропускной способности и является ограничи-

вающим фактором развития как существующих потребителей, так и перспективных.

Моделирование электрической схемы производится через РТД «Финист», который представляет собой программный комплекс, предназначенный для подготовки оперативно-диспетчерского персонала. В основу его положена динамическая модель ЭЭС. Считается, что все элементы обладают пофазной симметрией, и поэтому расчёты ведутся для прямой последовательности.

Команды инструктора – источник внешних возмущений. Активизация сценария происходит по команде инструктора.

Возможно рассмотрение множества различных сценариев для анализа работы спроектированной станции в энергосистеме. В качестве основных рассмотрены:

- аварийное отключение генератора или блока на одной из действующих станций;
 - мгновенный сброс/наброс нагрузки;
 - короткие замыкания на отходящих ЛЭП.

Тренировочный сценарий состоит из последовательности шагов, представляющих собой группу воздействий.

Рассмотрим простой пример: система работает в установившемся режиме, мощность генерации равна сумме мощности потребления и потерь.

- 1. Запускается сценарий на резкое отключение большой или малой нагрузки.
- $2.\,\mathrm{B}$ системе повышается частота. Изменение зависит от величины сброса нагрузки.
- 3. Электростанция реагирует на данное возмущение, снизив мощность генерации либо выполнив команду ОГ, в зависимости от величины повышения частоты. Тем самым проектируемая станция помогает системе восстановить установившийся режим и не допустить аварии.
- 4. По ходу тренировки создается протокол в формате XML, куда вносятся запросы и изменения от модулей тренажёра, пригодный для обработки. На основе этого протокола анализируется и проводится оценка реакции электростанции на возмущения в системе.

Один и тот же сценарий может быть исполнен для разных исходных режимов и топологии схемы сети.

Разработанная на базе РТД «Финист» модель позволит проанализировать необходимость введения новых генерирующих мощностей в энергосистему, подобрать оборудование для вновь вводимых электростанций с оптимальными для системы параметрами. Также данная модель может выявить необходимость установки дополнительных компенсирующих устройств в систему, наличие избытка или дефицита генерирующих мощностей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Тян Р.Л., Будовский В.П. Особенности режимных тренажеров диспетчера энергосистем, разработанных в России, Европе и США // Энергетик. 2013. N 9.
- 2. *Использование* водной энергии: методические указания по выполнению курсового и дипломного проектирования / Сост. Е.Ю. Затеева. Саяногорск; Черёмушки: Сибирский федеральный университет; Саяно-Шушенский ф-л, 2012. 12 с.
- 3. Выбор параметров ГЭС: учеб.-метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию гидротехнических объектов / Сост. А.Ю. Александровский, Е.Ю. Затеева, Б.И. Силаев; СШФ КГТУ. Саяногорск, 2005. 114 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МИНИ-РОБОТОМ

П.А. Саморядов, студент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, pavlik115@mail.ru

Процесс освоения принципов управления в технических системах сложен. Для его упрощения можно использовать прием «Погружение». Студенты, в процессе выполнения лабораторных работ собирают законченное техническое устройство, которое обладает полной функциональностью, необходимой для изучения курса «Элементы систем управления»

Для этих целей лучше всего подходит механизированный робот. Я выбирал из трех комплектов. Сравнительный анализ приведен ниже.

В результате мы пришли к выводу, что функциональности у комплекта RoboStamp 2.0 нам не достаточно, потому что:

- программа не может загружаться в то время, когда работает робот:
 - язык программирования специфический (таблица);
 - нет возможности подключить к комплекту Wi Fi модуль.

Предлагается для исправления этих проблем использовать комплект, состоящий из следующих элементов:

- UNO R3 ATmega328P;
- Motor Drive Shield Expansion Board L293D;
- Sensor Shield V4 Digital Analog Module For Arduino;
- NRF24L01-Wireless Transceiver Module,

которые подсоединяются к платформе Robotank, из набора RoboStamp 2.0 (см. таблицу).

Характеристики комплектов

Компонент	Lego NXT 2.0	Arduino system [1]	RoboStamp 2.0 [2]
Контроллер	ARM7	ATmega328	PIC16C56a
Тактовая частота	48 MHz	16 MHz	4 MHz
Флеш-память	16 Мб	32 Кб	256 б
Операционная система	Linux	leOS (Android)	PSTAMP
Плата двигателя	Mindstorm 2.0 nxt	Motor Drive L293D	RBX Stamp24
Интерфейсная плата	Mindstorm 2.0 nxt	Sensor Shield V4 For Arduino	RBX Stamp24
Модуль Wi Fi	Usb host	NRF24L01	_
Количество дачиков	5	4	4
Языки программиро-	NXT-G	Java/C++	Basic
вания			
Цена	20000 руб.	1500 руб.	5000 руб.

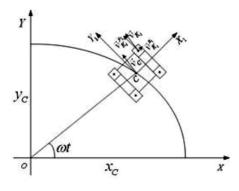
В результате работы я получил требуемую функциональность и возможность протестировать в реальных условиях датчики:

- датчик цвета TCS3200,
- световой датчик BH1750FVI,
- сенсорный датчик ТТР223В,
- инфракрасный дальномер GP2D120.

Данных роботов будем проверять на функциональность, используя модель, приведенную в [3], основы которой можно кратко изложить так. Пусть центр масс корпуса робота движется по окружности, координаты которого задаются уравнениями:

$$\begin{cases} x_c = R\cos(\omega t), \\ y_c = R\sin(\omega t), \end{cases}$$

где R — радиус кривизны окружности, по которому движется центр масс робота; ω — угловая скорость корпуса робота. Будем считать, что когда ω = ϕ , подвижная ось CY_1 всегда направлена по касательной к



траектории, и угол ϕ изменяется по заданному закону, т.е. $\phi = \omega t + \phi_0$, где ϕ_0 – начальный угол, определяющий положение корпуса робота на траектории.

Рис. 1. Схема движения робота по траектории

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Аппаратная* платформа Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://arduino.ru/ (дата обращения: 13.03.2015).
- 2. *Роботы* и робототехника [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: http://www.prorobot.ru/ (дата обращения: 13.03.2015).
- 3. Яцун С.Ф., Чжо Пьо Вей, Мальчиков А.В., Тарасова Е.С. Математическое моделирование мобильного гусенечного робота // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СИСТЕМАМИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ АУЛИТОРИИ №321 ФЭТ ТУСУРа

А.С. Власов, студент каф. КСУП

г. Томск, ТУСУР, levan.alex@mail.ru

Процесс освоения принципов управления в технических системах сложен. Для его упрощения можно использовать прием «Погружение». Студенты в процессе выполнения лабораторных работ, собирают законченное техническое устройство, которое обладает полной функциональностью, необходимой для изучения курса «Элементы систем управления».

Для этих целей лучше всего подходит система жизнеобеспечения и мониторинга «Умный дом». Сравнительный анализ трех комплектов приведен в таблице.

Характеристики комплектов

~	Tupantepher		
Составные части	HDL [1]	TAIYITO [2]	Inwion [3]
Процессор	KNX	PIC18f6527	ARM Cortex-A8
Главный	HDL-MAC01.331	Taiyito TDWZ6617	Inwion Home
контроллер		ZigBee Control Server	Center INW-HC1
	Шина HDL, RJ45,	RS485, сухой кон-	RJ-45, USB,
	DMX512,	такт, ZigBee	Z-Wave, сухой
Интерфейсы	RS232/RS485,		контакт
	сухой контакт,		
	Z-Wave, IrDA		
Датчики и исполнитель- ные устройства	8-клавишная панель HDL-MP8B.48, датчик SB-CMS-12in1, колонка RS-C65P	Выключатели TDZ4404S, Touch Screen 2-way Dimmer Switch, TDZ4405S Touch Screen, прерыватель TDZ4202S, маршрутизатор TL-WR741ND, датчик TDWZ6436 IR, видеокамера TDX6618H P2P	Прерыватель Everspring AN157 адаптер Aeon Labs Z- Stick Series 2, датчик движения Everspring SP814, датчик открытия двери или окна Everspring SM103, датчик протечки воды Everspring ST812, видеокамера D-Link DCS-931L, сирена SE812

Функциональности у комплектов HDL и TAIYITO недостаточно, так как:

- нет серводвигателей [4];
- мотора редуктора [5];
- металлической трубы 5 м диаметром 25 мм.

Предлагается для исправления этих проблем использовать комплект, состоящий из следующих элементов:

- 2 серводвигателя Gidrolock серии Winner;
- мотор-редуктор GM12-N20VA;
- металлическая труба 5 м диаметром 25 мм.

Элементы объединяются с устройствами из систем HDL и TAIYITO (см. таблицу).

В результате работы получена требуемая функциональность и возможность протестировать в реальных условиях датчики:

- освещенности SB-CMS-12in1;
- протечки воды Everspring ST812.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Обзор* системы «Умного дома» HDL [Электронный ресурс]. http://habrahabr.ru/post/241347/ (дата обращения: 13.03.2015).
- 2. *Обзор* системы «Умного дома» Taiyito [Электронный ресурс]. http://habrahabr.ru/post/246135/ (дата обращения: 13.03.2015).
- 3. Обзор системы «Умного дома» Inwion [Электронный ресурс]. http://ixbt.com/home/inwion.shtml (дата обращения: 13.03.2015).
- 4. *Обзор* серводвигателей [Электронный ресурс]. http://gidrolock.ru/production/gidrolock-winner/ (дата обращения: 13.03.2015).
- 5. *Обзор* мотор-редуктора [Электронный ресурс]. http://toyhobby.ru/shop/catalog/product_info.php?cPath=2658_2660&products_id=23570 (дата обращения: 13.03.2015).

КОММЕНТАРИИ К МОДЕЛИ «ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОКУПАТЕЛЯ В АПТЕКЕ»

Д.А. Ракитин, А.А. Железнов, студенты каф. КСУП

Научный руководитель А.А. Изюмов, инженер каф. КСУП г. Томск, ТУСУР

Проект ГПО КСУП-1306 «Интеллектуальные домашние системы»

Наиболее распространенная и популярная методика моделирования бизнес-процессов – методология IDEF0, относящаяся к семейству IDEF. Она является основным стандартом во многих международных организациях. IDEF0 можно использовать для моделирования широкого класса систем. Для новых систем она применяется с целью определения требований и функций для последующей разработки системы, отвечающей поставленным требованиям и реализующей выделенные

функции. Применительно к уже существующим системам методология IDEF0 может быть использована для анализа функций, осуществляемых системой, и отображения механизмов, посредством которых эти функции выполняются.

Выбор в качестве инструментальной среды моделирования программы AllFusion Process Modeler обусловлен, в основном, двумя факторами — удобством визуальной среды проектирования и скоростью построения (модификации) модели.

Обобщенная модель аптечного магазина была выбрана исходя из потребности систематизировать знания о механизмах функционирования учреждения. Точка зрения покупателя позволяет рассмотреть данный процесс в виде «черного ящика». Дальнейшая декомпозиция возможна благодаря точкам зрения различных сотрудников, участвующих в этом процессе. В будущем будем рассматривать систему как совокупность подсистем «Проверка подлинности рецепта», «Отпуск лекарств» и «Приготовление лекарств». Это позволит более подробно и досконально рассмотреть каждый субъект.

Точка зрения провизора позволяет более наглядно преподнести основные этапы, их порядок и взаимодействие между собой при изготовлении лечебных средств через декомпозицию процесса «Изготовление лекарства». Благодаря четкому представлению этапов производства возможно наиболее экономично и эргономично распределить ресурсы, потребляемые на данном уровне представления. Будучи осведомленным о взаимодействии подсистем между собой и с окружающим миром можно более эффектно и эффективно управлять процессами, существующими на описанном предприятии.

Построение схем осуществлялось при использовании различной справочной литературы и интернет-ресурсов. Описание процесса было совершено с наибольшей объективностью и приближенностью к достоверным данным. Всестороннее исследование предметной области, позволяет сделать вывод о высокой степени достоверности модели и соответствии ее статусу «AS-IS».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Буч Г.* Язык UML. Руководство пользователя. М.: ДМК-Пресс, 2007. 496 с.
- 2. *Марка Д.А., МакГоуэн К.* Методология структурного анализа и проектирования. SADT. М.: Метатехнология, 1993.

ПОДСЕКЦИЯ 15.3

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Председатель секции — **Хабибуллина Надежда Юрьевна,** доцент каф. КСУП, к.т.н.

СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНОЙ БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

П.А. Беляева, студентка

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н г. Томск, ТУСУР, hnu@kcup.tusur.ru

Каждый день люди передвигаются по городу на личном или общественном транспорте. По ходу движения могут возникать различные ситуации, и многие участники дорожного движения, проявляя уважение, помогают. Естественно, как и принято у водителей, следует благодарить участника движения, моргая ему аварийными сигналами. Но ведь возможно сделать обычное «аварийное спасибо» интереснее. Например, с помощью установки, на заднем стекле автомобиля, светодиодной бегущей строки.

Светодиодные бегущие строки часто используются в рекламных целях, для привлечения внимания потенциальных покупателей. Также табло «Бегущая строка» может использоваться и в некоммерческих целях, например, для визуального оповещения населения об опасности органами ГО и ЧС, сообщения новостей и оперативной информации, объявления остановок в общественном транспорте, отображения текущего времени, даты, температуры окружающего воздуха и т.п.

Для авто в «бегущей строке» достаточно отобразить одно или несколько коротких слов. Естественно, текст, отображаемый строкой, рано или поздно теряет свою актуальность, поэтому его нужно периодически обновлять. В данном случае, возможно, обновлять придется гораздо чаще.

Обычно процесс обновления заключается в соединении панели «бегущей строки» с ПК пользователя и загрузке новой информации. Соединение можно установить с помощью различных интерфейсов. Наиболее популярные – это RS-232 (СОМ-порт), Ethernet, USB, радиоканал, GSM-сеть, bluetooth и т.д. Подключение панели «бегущей строки» к ПК ежедневно – достаточно не удобное занятие. Для решения

данной проблемы предлагается разработать андроид-приложение, которое существенно упростит обновление строки.

Панель «бегущей строки» имеет USB-вход, а следовательно, возможно подключение устройства, которое будет связывать строку с телефоном и загружать информацию. Кроме того, запуск строки можно вывести на определенную кнопку, установленную в автомобиле. После нажатия строка отработает заложенную программу и автоматически выключится. Это позволит водителю не отвлекаться на её выключение. Также, в разрабатываемом андроид-приложении планируется осуществить голосовой ввод слов, которые будут отображаться в строке.

Возможно, данный проект принесет счастье людям, поднимет настроение утром и не оставит никого равнодушным. А также он будет действительно реализован и введен в эксплуатацию, в чем, считаю, заключается главный интерес.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегущая строка https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%B3%D1%83%D1%89%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE %D0%BA%D0%B0.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВИДЕОСИСТЕМЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФОКУСНОГО СКАНИРОВАНИЯ

А.С. Айтбекова, Н.А. Гумело, А.С. Дервоедов, А.А. Карпеева, студенты каф. КСУП Научный руководитель А.П. Щербаков, с.н.с. г. Томск, ТУСУР, gumelo@mail.ru Проект ГПО КСУП-1302 «Разработка методов и устройств технического зрения автономных объектов»

Автоматизация процессов управления и манипулирования объектами в трехмерном пространстве, в условиях стохастичности требует в том или ином виде решения задачи трехмерной реконструкции окружающей среды. Имеющиеся в литературе методы основаны на применении стереосистем приема изображений с активной системой освещения, или систем, состоящих из нескольких видеокамер и специальных алгоритмов. Исследуемый нами алгоритм использует одну видеокамеру и электромеханическую систему фокусировки. Основная идея заключается в оценке максимальной резкости для участков изображения. До этого подобная идея тестировалась авторами работы [1].

Предлагаемый метод основан на регистрации серии изображений с изменяющейся фокусной настройкой объектива видеокамеры. После этого для каждого рисунка строится оценка степени сфокусированности (резкости) для каждой точки изображения. Затем строится карта глубины, где значение в каждой точке соответствует тому фокусному расстоянию, где соответствующий рисунок имел максимальное значение в каждой точке. Главная проблема такой схемы заключается в нахождении подходящего математического выражения для оценки уровня резкости в точках изображения.

Заключение. В процессе исследования нами были опробованы несколько масок операторов для выделения границ объектов: оператор Лапласа, оператор Собеля, описанные в [2], и конечно-разностная схема первых частных производных вида:

$$\frac{1}{\varepsilon} \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}.$$



Наилучшие результаты показало последнее из перечисленных выражений.

Рис. 1. Изображение с выделенными границами объектов

Созданная система фокусного сканирования предназначена для дальнейшего использования в системе автоматической навигации транспортного робота. Здесь актуальными становятся задачи трехмерного сканирования помещений (цехов), координатная привязка по карте, хранящейся в памяти и наблюдаемому ландшафту, и опознавание и оценка трехмерного положения объектов манипуляции (детали, заготовки).

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Wheeler R. Микро-3D-сканирование используем фокусное расстояние. http://calculatedimages.blogspot.co.uk/2013/07/micro-3d-scanning-1-focal-depth.html
 - 2. *Хорн Б.К.П.* Зрение роботов. М.: Мир, 1989. 179 с.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

М.В. Фролов, студент каф. КСУП

Научный руководитель С.И. Борисов, ст. преподаватель каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, twilightinnight@gmail.com

Одной из проблем общественного транспорта в Томске является отсутствие точного графика движения. Фактически он существует, однако на практике соблюдается не всегда. Людям свойственно планировать, всю свою жизнь составляются планы, и один из повседневных — это план передвижения. Большая часть населения города Томска пользуется общественным транспортом. Разрабатываемое мобильное приложение призвано помочь решать задачу, связанную с составлением этого плана (рис. 1).

Одно из основных преимуществ мобильного приложения — это портативность. Владелец мобильного устройства, может спланировать свой маршрут, исходя из данных о местоположении транспорта и прогноза времени его прибытия, находясь в любом месте. Это позволяет сэкономить время и увеличивает степень удобства пользования общественным транспортом.

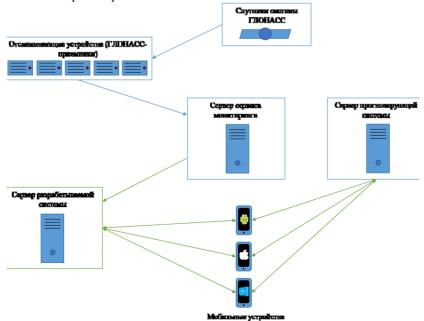


Рис. 1. Схема взаимодействия компонентов

Для передачи информации о транспорте, такой как текущее местоположение, маршрут, тип транспортного средства и т.д., используется сервер разрабатываемой системы. Он собирает данные и пересылает их по запросу мобильного приложения. Для передачи данных используется протокол HTTP, формат сообщений JSON.

Для передачи данных о прогнозе времени прибытия транспорта на остановки используется сервер прогнозирующей системы. Для взаимодействия с сервером прогнозирования используется специальный метод HTTPS-протокола, формат сообщений JSON или XML.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Android*: материалы сайта [Электронный ресурс]. URL: http://www.android.com/ (дата обращения: 20. 02.2015).
- 2. Погребной В.Ю., Фадеев А.С. Алгоритмизация прогнозирования времени прибытия пассажирского транспорта города Томска на остановку с использованием модели, основанной на исторических и реальных данных // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. Вып. 6. Ноябрь—декабрь (дата обращения: 20. 02.2015).

СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-САЙТА С.Е. Гаан, С.С. Махмутов, М.А. Давыдов, В.В. Осипенко, студенты каф. КСУП

Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преподаватель каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, potevan@mail.ru
Проект ГПО КСУП-1401 «Создание интернет-сайта для кардиоцентра»

Среди актуальных задач, стоящих перед каждой уважающей себя организацией, не последнее место занимает создание и продвижение собственного интернет-сайта. С развитием интернет-технологий эта задача становится более простой и доступной.

Многих посещает мысль о создании собственного проекта в сети, но не все задаются вопросом — для каких целей он нужен. И даже многие компании, заказывающие для себя персональные ресурсы, не задумываются о причинах их создания.

В то же время четкое понимание причины разработки веб-ресурса напрямую влияет на тип, структуру, бюджет и его дизайн, не говоря уже о продвижении, расширении штата сотрудников и необходимости рекламной кампании. Цель данного проекта — создать ресурс, который сможет обеспечить всей нужной информацией клиентов кардиоцентра (целевая аудитория). Задачи, решаемые при помощи сайта: оповеще-

ние целевой аудитории об актуальных новостях, о проводимых мероприятиях, обеспечение важной информацией.

Для нормального функционирования сайта необходимо следующее программное обеспечение:

- Операционная система Windows XP, Windows Server 2003 и Unix
 - Веб-сервер Арасhе версии не ниже 1.3.26;
 - СУБД MySQL/PostgreSQL версии не ниже 3.23;

Сайт должен быть доступен для полнофункционального просмотра с помощью следующих браузеров:

- MS IE 5.0 и выше;
- Орега 6.0 и выше;
- Mozilla Firefox 1.0;
- Google Chrome 5.0.375.

Сайт должен быть работоспособен (информация, расположенная на нем, должна быть доступна) при отключении в браузере поддержки flash и JavaScript.

Все данные сайта должны храниться в структурированном виде под управлением реляционной СУБД. Исключения составляют файлы данных, предназначенные для просмотра и скачивания (изображения, видео, документы и т.п.). Такие файлы сохраняются в файловой системе, а в БД размещаются ссылки на них.

Для реализации статических страниц и шаблонов должны использоваться языки HTML 4.0 и CSS. Исходный код должен разрабатываться в соответствии со стандартами W3C (HTML 4.0). Для реализации интерактивных элементов клиентской части должны использоваться языки JavaScript и DHTML. Для реализации динамических страниц должен использоваться язык PHP и .Perl.

Все ссылки на сайте должны быть относительными (за исключением внешних). Все рисунки и фото объемом более 1 kb (кроме элементов дизайна страницы) должны быть выполнены с замещающим текстом. Все рисунки должны быть в формате gif или jpg.

При разработке сайта должны быть использованы преимущественно светлые стили. Основные разделы сайта должны быть доступны с первой страницы, на первой странице не должно быть большого объема текстовой информации.

В дизайне сайта не должны присутствовать:

- мелькающие баннеры;
- много сливающегося текста:
- т л

Главная страница сайта должна содержать графическую часть, навигационное меню сайта, а также контентную область для того, чтобы

посетитель сайта с первой страницы мог ознакомиться с последними новостями в городе, стране и мире, пройти опрос, просмотреть индивидуальные страницы-блоги.

Контентная область первой страницы должна делиться на следующие разделы:

- новости содержит последние новости (анонсы) в формате: дата, заголовок, краткое содержание;
- опубликованные в блогах записи в формате краткого варианта со ссылкой «подробнее»;
- вверху страницы отображаются облегченная навигационная панель, которая обеспечивает переход к основным пунктам меню сайта (Информация, Вопросы, Отзывы и т.д.);
- поле поиска предназначено для выполнения полнотекстового поиска по сайту;
 - счетчики и ссылка на страницу обмена ссылками.

Графическая оболочка внутренних страниц должна делиться на следующие разделы:

- графическая шапка;
- навигационное меню сайта (навигационная панель 2 обеспечивает переход к основным пунктам меню сайта);
- поле поиска предназначено для выполнения полнотекстового поиска по сайту;
 - ссылка «На главную»;
 - поле для отображения контента выбранной страницы сайта;
- кнопка «Задать вопрос» обеспечивает переход к форме «Задать вопрос».

Все опубликованные разделы сайта должны открываться для доступа на чтение без аутентификации пользователя. При попытке входа в закрытый раздел у пользователя, не прошедшего аутентификацию, должен быть запрошен логин и пароль. После прохождения аутентификации система должна проверять полномочия пользователя на доступ к запрошенному разделу. Если доступ запрещен, пользователю должно быть выведено сообщение о невозможности доступа в закрытый раздел.

Таким образом, данный проект достигнет своей цели путем реализации вышеизложенных задач и условий развития сайта. Данный интернет-ресурс востребован в своей целевой аудитории и имеет положительные отзывы.

БАЗА ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «СТРОЙМЕХСЕРВИС»

А.В. Гарапшина, студентка

Научный руководитель Е.Н. Рыбалка, ст. преподаватель каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, alishazyr@mail.ru

База данных (БД) — совместно используемый набор логически связанных данных. Это единое хранилище данных, которое однократно определяется, а затем используется одновременно многими пользователями.

Система управления базами данных (СУБД) – это программное обеспечение, с помощью которого пользователи могут определять, создавать и поддерживать базу данных, а также осуществлять к ней контролируемый доступ.

В реляционных базах данных (БД самого распространенного типа) вся информация сведена в таблицы, строки и столбцы. Записи в таблицах не повторяются. Их уникальность обеспечивается первичным ключом, содержащим набор полей, однозначно определяющих запись. Для быстрого поиска информации в базе данных создаются индексы по одному или нескольким полям таблицы. Для автоматической поддержки целостности связанных данных, находящихся в разных таблицах, используются первичные и внешние ключи.

В реляционных БД поля могут иметь разные типы данных, но для каждой записи тип данных поля остается неизменным.

Задачей работы является создание базы данных. Объектом проектирования является деятельность предприятия ООО «СтройМехСервис».

База данных предприятия ООО «СтройМехСервис» разрабатывается для решения задач контроля, учета и анализа работы предприятия.

Целью создания базы данных является увеличение скорости поиска, ввода и обработки информации; минимизация времени создания договора; сокращение затрат ручного труда; учет оказанных услуг; отслеживание наличия товаров на складах.

Разрабатываемая база данных должна поддерживать накопление и хранение информации об основных компонентах данной предметной области.

Сделав обзор методов решения, выяснилось, что на сегодняшний день наиболее часто используются три модели данных: иерархическая, сетевая и реляционная. Изучив данные методы, было принято решение использовать реляционные модели данных, или реляционные базы данных, т.к. они являются в настоящее время основным способом в проектировании и организации информационных систем в производстве и бизнесе.

Участок Лолжность ID участка ID сотрудника включает назначается ID должности ID должности (FK) Название участка Поставшик Численность персонала ID участка (FK) Должность ФИО ID поставщика Количество сотрудников является Стаж работы Название Контактный телефон Адрес Исполнитель Логовор Товар ID исполнительля ID_договора ID_сотрудника (FK) ID товара составляет поставляет ID_заказа (FK) ID услуги (FK) ID товара (FK) Наименование находится Дата оказания услуги ID поставщика (FK) Дата Стоимость ID заказчика (FK) Склал ID исполнительля (FK) оказывается ID_склада включается ID_сотрудника (FK) отдается ID_услуги (FK) Наименование Услуга Количество товара ID_услуги Заказ ID товара (FK) составляет ID заказа Название услуги ID товара (FK) Стоимость Заказиии ID заказчика Количество ΦΙΛΟ Предоплата

На рис. 1 представлена концептуальная модель разрабатываемой БД.

Рис. 1. Концептуальная модель БД

Адрес

При выборе инструмента для разработки БД предприятия ООО «СтройМехСервис», был проведен анализ наиболее популярных программных комплексов от ведущих мировых компаний.

Изучив все достоинства СУБД от ведущих мировых компаний, таких как Oracle, Microsoft SQL Server, а также системы учета «1С: Ппредприятия 8», было принято решение использовать платформу «1С: Предприятие 8», т.к. она отвечает заявленным требованиям, а также у предприятия имеется лицензия на ПО, а значит, не потребуются дополнительные вложения (сетевые лицензии 1С, другое ПО). На данный момент ООО «СтройМехСервис» можно считать малым, но динамично развивающимся предприятием со штатом сотрудников в 50 человек. Разрабатываемая база данных предназначена для использования 1 человеком — директором, и занимает небольшой объем данных.

Результатом работы является функционирующая конфигурация, разработанная на платформе «1С: Предприятие 8».

Конфигурация включает в себя: 8 справочников, 3 документа, 2 подсистемы, 1 общий модуль.

Интерфейс включает в себя: рабочий стол, раздел «Услуги», раздел «Товар».

Для того чтобы понять, как пользователь может взаимодействовать с конфигурацией, необходимо построить диаграмму вариантов использования. Диаграмма вариантов использования представлена на рис. 2.

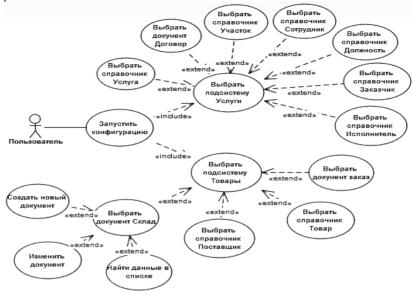


Рис. 2. UML-диаграмма вариантов использования

Результатом работы является частично заполненная данными конфигурация, пригодная для автоматизации и систематизирования данных предприятия ООО «СтройМехСервис».

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Рыбалка Е.Н.* БД САПР УМП 2012 г. (дата обращения: 04.12.14).
- 2. *Модели* данных URL: http://www.inftech.ru/it/database/o/ar3.html (дата обращения: 17.02.15).

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ИНТЕРАКТИВНАЯ ВИЗИТНАЯ КАРТА КАФЕДРЫ»

К.П. Гладкая, А.А. Кондрашов, студенты

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП

Проект ГПО КСУП-1301 «Интерактивная визитная карта»

По статистике 60% выпускников вузов не работают по специальности. Иногда пять лет на физическом факультете могут означать, что

студент потратил годы, шагая не в том направлении. Именно поэтому выбор профессии — одно из важнейших решений, принимаемых человеком в жизни. Все хотят, чтобы работа соответствовала интересам и возможностям, приносила радость и достойно оплачивалась. На сегодняшний день население г. Томска составляет около 500 тыс. человек, и около 100 тыс. из них — школьники. Большинство из них скоро оканчивают школу и задумываются о дальнейшей жизни, а именно о выборе своей будущей профессии.

Очень часто внимание школьников целиком и полностью принадлежит экрану их мобильного устройства, а не бумажным афишам или книгам. Для них смартфон является наиболее доступным источником информации. Смартфоны являются устройствами, которые большинство пользователей всегда держат при себе. Согласно результатам аналитических опросов, наиболее популярной в мире платформой для смартфонов является Google Android (72%). На втором месте — Apple iOS (14%). На третьем — Windows Phone (4%). Поэтому в качестве платформы для реализации мобильного приложения была выбрана Android-платформа.

В результате выполнения проекта на предыдущих этапах разработано мобильное приложение, предоставляющее информацию о кафедре КСУП, о направлених подготовки кафедры и сферах применения полученных знаний выпускниками кафедры.

Целью данного этапа проекта является модификация интерфейса мобильного приложения для абитуриентов кафедры и дополнение его профориентационным тестом. Необходимо улучшить мобильное приложение, которое будет иметь простое и удобное представление абитуриентам и школьникам старших классов информации о выбранной специальности, о предметах, которые являются наиболее важными для той или иной сферы деятельности, а также даст возможность школьникам пройти профориентационный тест и определиться с будущей профессией.

Прежде чем приступить к разработке теста для мобильного приложения «Интерактивная визитная карта кафедры», необходимо найти все возможные варианты тестов, проанализировать их и выбрать наиболее подходящий вариант для нашего приложения. Тесты профориентации помогают определить возможный спектр будущих профессий. Они соотносят способности и склонности человека с профилями разных профессий.

При реализации теста для мобильного приложения можно выделить несколько основных требований. Тест обязательно должен:

- содержать несколько тестов, которые могли бы помочь школьнику выбрать свою будущую профессию, определиться, гуманитарий он или технарь;

- отображать результаты тестирования в виде таблицы;
- предоставлять пользователю возможность вернуться к вопросу.

В ходе модификаций существующего мобильного приложения в его структурной схеме были произведены некоторые изменения. При разработке структурной схемы программы использовался объектно-ориентированный подход к проектированию. В качестве инструмента проектирования использовался язык моделирования UML. Измененная структурная схема мобильного приложения представлена на рис. 1.



Рис. 1. Измененная структурная схема программы

В данной схеме «О нас» включает в себя краткую информацию о кафедре. В блоке «Дисциплины» пользователь сможет выбрать один из блоков преподаваемых дисциплин на кафедре: «Блок ГСЭ», «Блок ЕН», «Блок ОПД», «Блок СД». В разделе «Сфера деятельности» отображается информация о разных сферах деятельности, где можно применить полученные знания. В блоке «Профориентационный тест», каждый пользователь сможет попробовать свои силы и определиться со своей будущей профессией.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СУБД

А.Д. Иванова, студентка каф. ЭМИС

Научный руководитель Е.А. Шельмина, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н. г. Томск, ТУСУР, aleks-ivanova@yandex.ru

Использование объектного подхода к проектированию информационных систем увеличивает важность использования объектноориентированных систем управления базами данных (ОО СУБД) как способа для непосредственного хранения и манипулирования созданными объектами [1]. Создание любой объектно-ориентированной СУБД можно рассматривать с точки зрения следующих уровней представления данных. Уровни указаны согласно убыванию абстракции.

Уровень формальной математической модели. На данном уровне необходимо определить данные как формулы какой-либо формальной теории, известной в математике. Для построения модели ОО СУБД достаточно аппарата построения формул (являющегося частью соответствующей формальной теории), но для логического подхода к проектированию ОО СУБД характерно применение атрибутов формальной теории, в том числе и логического вывода.

К задаче формализации данных примыкает задача формализации декларативного языка запросов: в первой задаче в виде формул строятся необходимые структуры данных, во второй задаче – пути обхода таких структур.

Помимо этого, необходимо определить, каким сущностям уровня модели данных соответствуют объекты, в противном случае математическая модель будет изолированной.

Достоинством математической модели является жесткое определение разрешённых объектов и действий над ними.

Уровень модели данных. Объектно-ориентированная система управления базами данных на уровне модели данных — математическая модель, где в качестве элементов применяются не математические примитивы, а примитивы языка манипулирования данными.

Например, в случае реляционной модели это кортеж, таблица, ключ, индекс, связь по ключу, запрос и т.д. В случае с объектной СУБД примитивами выступают класс, объект, тип данных, указатель, а также возможные производные от них. Таким образом, требуется определить допустимые значения примитивов, в каких отношениях могут состоять эти примитивы, вид типизации, как соотносятся типы и классы и как устроено наследование [1].

На этом же уровне задаются методы классов, синтаксис языка запросов, язык управления данными. Это основной уровень разработки СУБД.

Физический уровень. На этом уровне происходит прямое взаимодействие СУБД с электронной вычислительной машиной (ЭВМ) — действия с оперативной памятью, процессорными инструкциями, физическим хранилищем данных, а также обслуживающие элементы СУБД, не относящиеся напрямую к моделированию данными, — контроль доступа к данным, система «бэкапов», индексирование [2].

К задачам этого этапа относятся разработка механизма языка запросов (в отличие от предыдущего уровня, где задавался его синтак-

сис), определение способа распределения данных по физическим хранилищам, создание системы кэширования запросов [3].

Также необходимо указать базовые для многих ОО СУБД свойства, которые не относятся к какому-либо из уровней представления:

– Использование объектов. Объект – базовый элемент модели данных объектно-ориентированной СУБД, позволяющий применять объектно-ориентированный подход при программировании этой СУБД. Он определяется набором своих атрибутов и методов. В отличие от реляционной модели, где в основном ведётся работа с кортежами атрибутов, атрибуты объектов принято скрывать от внешнего доступа, реализуя доступ к ним через методы.

Наличие объектов позволяет не только применять объектноориентированный подход, но и делает объектно-ориентированную СУБД более прозрачной для доступа из приложений на объектноориентированных языках, т.к. объекты в таком случае являются примитивами как языка, так и БД, упрощая задачу создания интерфейса программирования приложений (API) [4].

– Использование идентификаторов объектов (oid) и построение с их помощью составных объектов. Последнее значит, что атрибут объекта может быть «oid-oм», то есть один объект может быть структурным подобъектом другого (класс может иметь атрибут, принадлежащий к другому классу).

Такой подход, несмотря на свои преимущества (компактность данных, гибкость, простоту представления иерархических структур), имеет свои недостатки, такие как, однонаправленность ссылок по идентификатору объекта. Также появляется необходимость сборки мусора – удаления объектов, на которые не осталось ссылок.

- Возможность перегрузки методов, то есть введения нескольких одноимённых методов с разными наборами входных параметров. Это ведёт к невозможности определения типа входных параметров в некоторых точках вызова метода на этапе компиляции. Возникшая проблема разрешается, как и в объектно-ориентированных языках, введением возможности позднего связывания, т.е. определения типа входных параметров на этапе выполнения программы (в данном случае в момент вызова метода в объектном запросе к БД).
- Сохраняемость объектов (object persistence). Для реализации сохраняемости в объектно-ориентированных СУБД используется следующий способ: в поле объектов выделяется некоторое множество корневых (гооt) объектов, которые всегда хранятся как единое целое (персистенты). Затем любой составной объект, в структурном графе которого есть корневые объекты, сам объявляется персистентным. Задача удаления объектов, к которым не осталось ни одного структурно-

го пути от корневых объектов, решается, как и в случае со ссылками по идентификатору объекта, сборщиком мусора [4].

На этапе разработки информационной системы важной является проблема реализации функционального и логического программирования. Первое представляет собой методику работы с функциями как с данными, а второе — работу с отношениями. Оба аппарата необходимы, т.к. хотя функции и представимы в виде отношений, это представление неудобно. Полной формализации включения функций и отношений в объектную модель пока не создано.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Эльдарханов А.М. Обзор моделей данных объектно-ориентированных СУБД // Труды Института системного программирования РАН. 2011. 11 с.
 - 2. Ролланд Ф.Д. Основные концепции баз данных. М.: Вильямс, 2002. 256 с.
- 3. *Крёнке Д.* Теория и практика построения баз данных: учеб. пособие. 8-е изд. СПб.: Питер, 2003. 800 с.
- 4. *Мейер Б*. Объектно-ориентированное конструирование программных систем. М.: Русская редакция, 2005. 1199 с.

МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ Д.И. Хабибулин, аспирант ТУСУРа

г. Томск. ТУСУР

Опасность возникновения убытков или ущерба в результате применения компанией информационных технологий называют информационными рисками (ІТ-рисками). ІТ-риски связаны с созданием, передачей, хранением и использованием информации с помощью электронных носителей и иных средств связи. Специалисты классифицируют ІТ-риски следующим образом: 1) риски, вызванные утечкой информации и использованием ее конкурентами или сотрудниками в целях, которые могут повредить бизнесу; 2) риски технических сбоев работы каналов передачи информации, которые могут привести к убыткам [1].

Для оценки информационных рисков в настоящее время используются различные методы, разработаны программные продукты анализа и контроля информационных рисков: FRAP, CRAMM, RiskWatch, ГРИФ, Microsoft. Наиболее популярные методики можно разделить на следующие классы:

- методики, в основе которых используются оценки риска в виде качественных показателей (например, по шкале «высокий», «средний», «низкий»). Примером использования данной методики является FRAP;
- методики, в основе которых используются оценки риска в виде количественных показателей (риск оценивается через числовое значе-

ние, например, размер ожидаемых годовых потерь). Примером использования данной методики является RiskWatch;

- методики, использующие смешанные оценки. Примерами использования данной методики являются CRAMM, методика Microsoft и т.л.

Данные методики позволяют получить примерную оценку информационного риска для предприятия. Ввиду сложности представления ущерба для системы из-за большого количества компонентов вычислительной среды, различных топологий локальных и корпоративных сетей, сложности их программно-аппаратного обеспечения и управления достаточно сложно дать точную оценку риску. Ни одна из перечисленных методик (кроме методики анализа корпоративных рисков от Microsoft) не дает оценку рисков в корпоративной среде предприятия. А современный бизнес представляет собой распределенную систему, и чаще всего любая средняя организация имеет как минимум два удаленных офиса.

В настоящее время в Российской Федерации чаще всего используются разнообразные «бумажные» методики, основными достоинствами которых являются гибкость и адаптивность. Как правило, разработкой данных методик занимаются специализированные компании в области защиты информации, и по понятным причинам методики обычно не публикуются. Поэтому оценить качество, объективность и возможности данных методик достаточно сложно.

Кроме того, наиболее популярные системы учета рисков не позволяют выделить системы защиты по ступеням.

Большинство российских организаций являются предприятиями среднего размера, и поэтому покупка очень дорогостоящего средства учета рисков просто им не «по карману». Следует учитывать и тот факт, что объем информации, которая является коммерческой тайной небольшого предприятия, является не очень большим.

Необходимая степень конкретизации деталей информационных рисков зависит от уровня зрелости организации, специфики ее деятельности и ряда других факторов. Таким образом, достаточно сложно предложить какую-либо единую, универсальную и приемлемую для всех отечественных компаний методику, соответствующую определенной концепции управления рисками. В каждом частном случае приходится с учетом специфики функционирования и ведения бизнеса конкретного предприятия адаптировать общую методику анализа рисков и управления ими под конкретные нужды рассматриваемого предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шумский А.А.* Системный анализ в защите информации / А.А. Шумский, А.А. Шелупанов. М.: Гелиос APB, 2008. 224 с.

ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ МЕТОДИСТА КАФЕДРЫ

А.К. Коробкина, В.В. Никитин,

В.И. Никонова, студенты каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, animinkina@mail.ru

Проект ГПО КСУП-1503 «Личный кабинет методиста кафедры»

Основная задача проекта – повышение эффективности учебного процесса, в результате разработки и внедрения программного продукта «Личный кабинет методиста кафедры», автоматизирующего основные функции методиста кафедры.

Функции программного продукта:

- 1) систематизация данных об учебных планах кафедры;
- 2) систематизация данных о наличии рабочих программ по дисциплинам учебных планов;
- систематизация данных о наличии учебно-методического комплекса по каждой дисциплине;
- 4) систематизация данных о результатах итоговой государственной аттестации выпускников, в частности выпускной квалификационной работы.

Основные характеристики

- 1. *Для кого?* Основная аудитория данного проекта методисты, но также проект может быть полезен преподавателям и студентам.
- 2. Для чего? Для быстрого и удобного размещения информации методистом в открытом доступе. И непосредственно для размещения и проверки документов о выпускных квалификационных работах, выполненных дипломниками.
- 3. Что делает? Во-первых, представляет информацию о каждой дисциплине учебного плана в интерактивной среде приложения, которая в основе имеет базу данных, собранную методистом на основе анализа существующих дисциплин, их учебно-методического обеспечения. Во-вторых, позволяет дипломникам размещать обязательные документы к защите выпускной квалификационной работы для проверки методистом и получения допуска к защите.

Ниже на рис. 1 и 2 показаны действия со стороны методиста и студента относительно данного проекта.

Проект задумывается как WEB-приложение. В настоящий момент проводится проектирование системы:

- формируется техническое задание;
- проектируется БД;
- моделируются процессы функционирования системы;
- проектируется интерфейс программного продукта.

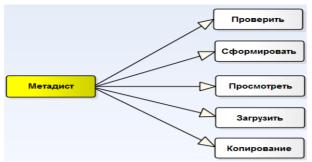


Рис. 1. Действия относительно документов со стороны методиста

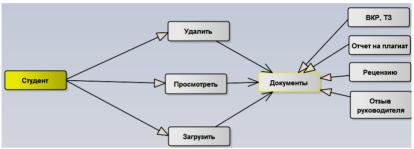


Рис. 2. Действия относительно документов и перечень необходимых документов со стороны студента

На следующих этапах будет выполнена полная реализация проекта.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

А.А. Корягина, студентка

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, 0vet94@gmail.com

Традиционный способ контроля процесса обучения в образовательном учреждении заключается в использовании журнала успеваемости, находящегося у преподавателя. Журнал обычно бывает в бумажном виде. В нем преподаватель отмечает присутствие студентов, их успеваемость, варианты заданий и другие комментарии и заметки.

В настоящее время, с развитием информационных технологий, весь документооборот переходит от бумажной формы к электронной. Ценность такого перехода очевидна: помимо упрощения техники изготовления, копирования и редактирования документа, ускоряется и сам процесс документооборота.

Электронный журнал — это электронный аналог печатного журнала, доступный на компьютере или мобильных устройствах.

Электронный журнал предназначен, прежде всего, для контроля успеваемости и посещаемости.

Электронный журнал преподавателя выполняет следующие основные функции:

- 1) автоматическое создание таблицы ведомости успеваемости и посещаемости с возможностью редактирования ее преподавателем;
- 2) создание, редактирование и визуальное представление списка группы студентов;
- 3) добавление в учебный журнал дополнительной информации (например, варианты заданий студентов);
- 4) ручное выставление оценок за лабораторные, практические и контрольные работы;
 - 5) автоматический подсчет рейтинга в контрольные точки:
- 6) автоматический перевод рейтинга в традиционные экзаменационные оценки и зачеты;
 - 7) возможность экспорта данных в Microsoft Excel.

Одним из важных требований к разрабатываемому приложению является оптимизация веб-приложения под мобильные устройства.

Самый распространенный аналог электронного журнала, который сейчас используется, это Microsoft Excel. Но без инструкций достаточно сложно самому разобраться с интерфейсом и функциями программы [1].

Также существуют электронные журналы для школ, например «ЭлЖур» и «Smiles Школьная карта» [2, 3]. Каждый журнал имеет свои особенные функции, но каждый из них прост и удобен в использовании, не требует специальных знаний и навыков. С ними легко работать прямо на уроке: вносить оценки, отмечать отсутствующих, задавать домашнее задание, связываться с родителями учеников и планировать работу учителя. Но все это используется в школах, а как же другие образовательные учреждения?

Электронный журнал преподавателя не используется на кафедре, но востребовано преподавателями, так как в бумажной форме его легко потерять, новая группа — новая ведомость, не нужно носить множество ведомостей, не нужно проводить подсчет баллов вручную. Также можно легко и быстро заполнять журнал с компьютера, планшета или мобильного телефона.

В дальнейшем есть возможность доработать данную систему до личного кабинета преподавателя, добавив всю необходимую другую информацию.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Электронный журнал в образовательном учреждении для самоконтроля студентов. Инструкция для заинтересованных преподавателей [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://instrumentp.narod.ru/_zanat/zhurnal/zhurn_e.htm (дата обращения: 2.03.2015).
- 2. Электронный журнал учителя | SmileS. Школьная карта [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.shkolnaya-karta.ru/journal_teachers (дата обращения: 2.03.2015).
- 3. Электронный классный журнал и дневник ученика онлайн Электронный журнал ЭлЖур.ру [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://eljur.ru/elektronnyi-klassnyi-zhurnal (дата обращения: 2.03.2015).

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Е.М. Кудайберген, студентка каф. КСУП

Научный руководитель: Н.Ю. Хабибулина, канд. техн. наук, доцент г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, enlishka1991@mail.ru

Реализация электронного обучающего комплекса по дисциплине «Прикладные методы искусственного интеллекта», как было сказано ранее (см. статью «Электронный обучающий комплекс по дисциплине «Прикладные методы искусственного интеллекта»), началась с проектирования структуры приложения. В соответствии с ней в электронном обучающем комплексе пользователь может выбирать один из разделов комплекса: «Теоретический материал», «Практическая работа», «Контроль знаний», «Журнал успеваемости» (рис. 1).

В разделе «Теоретический материал» пользователю предоставлен выбор на одну из десяти возможных лекций. Лекция преподносит учебный материал в интересной и гибкой форме. Она состоит из набора страниц. Лекция используется, когда необходимо рассказать студентам о преподаваемой теме. Тема разбивается на небольшие блоки и показывается студенту порциями. Учитель видит лекцию как набор страниц в логической последовательности. Студенты же видят страницы в порядке навигации, которая позволяет просматривать страницы не в логической последовательности. В конце каждой лекции располагаются ссылки на ресурсы с практическими заданиями, соответствующие теме изучаемого материала, что упрощает процесс поиска нужного теста и лабораторной работы.

В разделе «Практическая работа» пользователю предоставлен выбор на один из подразделов:

- методические указания к лабораторным работам;

- задания к лабораторным работам;
- задания к самостоятельтельным (индивидуальным) работам;

- примеры выполнения заданий и работ.

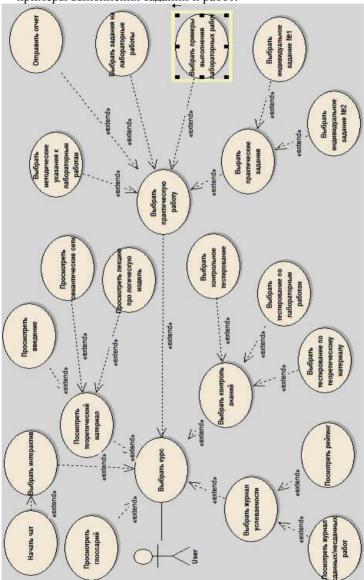


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования

В разделе «Контроль знаний» пользователю предоставлен выбор на один из следующих подразделов:

- система тестов по теоретической и практической частям;
- контрольное тестирование.

После ознакомления с лекционной частью студенту предоставляется возможность пройти тестирование по пройденному курсу. В тестах есть как теоретическая часть, так и практическая. В теоретической части располагаются вопросы, не требующие много времени на ответ, тогда как в практической части пользователю требуется немного больше времени для ответа.

В разделе «Журнал успеваемости» пользователю предоставлен выбор на один из подразделов:

- список индивидуальных заданий;
- журнал учета сданных/несданных работ;
- таблица рейтинга.

Блок успеваемости содержит краткое описание списка индивидуальных заданий. Журнал успеваемости представлен окном учета оценок. Ячейки результатов тестирования автоматически заполняются баллами после прохождения тестов. В настройках каждого теста выставляется максимально возможный балл, который студент вправе получить при правильности всех ответов. В скобках рядом с максимально возможной оценкой выставляется оценка в процентах от максимума выполнения задания. Ячейки, соответствующие лабораторным работам, заполняются автоматически после того, как преподаватель проверит загруженный отчет и выставит в специальном окне балл и, по желанию, напишет отзыв или свои рекомендации.

В последнем столбце (для преподавателя) и в последней строке (для студента) таблиц отображается суммарный рейтинг студента за курс. Преподавателю, имеющему больше прав, нежели студент, дано право вручную редактировать данные поля в случае необходимости. Например, если работа была сдана не в срок, преподаватель, в соответствии со своим личным рейтингом, вправе поставить нулевой балл либо снизить оценку. Также преподаватель вправе ограничить в настройках каждого теста время и даты, когда данный тест доступен для прохождения. В случае если студент не успевает пройти тест по неуважительной причине, в графе оценка не выставляется. Если же причина пропуска была уважительная, преподаватель может дать студенту выполнить задание и имеет возможность проставить баллы вручную. Отчет об оценках учитывает сведения о проделанных тестах и лабораторных работах.

На данный момент приложение представляет собой информационную систему, предоставляющую возможность пользователю просто ознакомится с информацией о лекциях и практических работах. Даль-

нейшее развитие системы будет направлено на добавление интерактивности приложения.

Разрабатываемое приложение может являться полезным для студентов, ведь очень важно получать своевременно и оперативно знания и мобильно обмениваться информацией.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Е.М. Кудайберген, М.В. Мурлян, студенты каф. КСУП Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, к.т.н., доцент г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, enlishka1991@mail.ru

Потребность в автоматизации учебного процесса растет с каждым днем, и переход к электронным источникам знаний — один из составляющих этого процесса. Преподаватели все чаще используют компьютерные презентации, содержащие в себе красочные иллюстрации, графики и таблицы, что в разы сокращает время на то, чтобы представить их же на доске вручную. Это следствие того, что новые технологии образования обладают рядом достоинств: индивидуализация управления учебной деятельностью студентов, экономия учебного времени, возможность освобождения преподавателя от рутинной работы, повышение наглядности, выразительности и доступности учебного материала.

В результате изучения информации, посвященной электронным источникам знаний, возникла идея создания электронного обучающего комплекса на базе модульной объектно-ориентированной динамической учебной среды Moodle, которая относится к категории обучающеконтролирующих систем, что подразумевает наличие подсистем подачи и контроля знаний. Система Moodle ориентирована, прежде всего, на организацию взаимодействия между преподавателем и студентами, хотя подходит и для организации традиционных дистанционных курсов, а также поддержки очного обучения.

Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) [1] – это система управления обучением. В этой обучающей среде все одновременно являются потенциальными учителями и учениками. Данный принцип предполагает новую ступень взаимоотношений, когда преподаватель должен не только стать для студентов источником знаний, но и направить их на самостоятельный путь поиска информации. Это позволяет всем участникам учебного процесса делиться идеями, слушать других, задавать вопросы и организовывать общение, что в

свою очередь способствует формированию и развитию самостоятельности и независимости. Несомненно, поддержка учебного процесса дистанционными технологиями формирует у студентов навыки работы в Глобальной сети и, как следствие этого, творческое мышление. При этом возрастает персональная ответственность, больше времени уделяется самопроверке и оценке, что значительно улучшает качество внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

В настоящий момент на кафедре КСУП с использованием среды Moodle разработаны электронные обучающие системы по таким дисциплинам, как «Информатика», «Программирование», «Компьютерная графика».

Целью проекта является разработка электронного обучающего комплекса по дисциплине «Прикладные методы искусственного интеллекта» для бакалавров направления подготовки 220400.62 — Управление в технических системах. Необходимо создать электронную обучающую систему, которая будет иметь удобное представление студентам информации о дисциплине, содержание лекций, заданий к лабораторным и индивидуальным заданиям, информацию о сданных и несданных работах, а также учитывать и контролировать рейтинг выполнения разных заданий.

Разрабатываемый электронный обучающий комплекс представляет собой приложение со следующими разделами информации: теоретический материал, практическая работа, контроль знаний, журнал успеваемости. Основной теоретический материал по изучаемой дисциплине задумывается представлять в виде набора web-страниц. Остальные элементы электронного комплекса планируется создать с помощью стандартных механизмов среды Moodle.

Для разработки приложения необходимо выполнить несколько этапов.

Этап идентификации проблем – определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки.

Этап извлечения знаний — проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

Этап структурирования информации — формализуются основные понятия, определяются способы предоставления информации о лекциях, практических работах, лабораторных работах, контроле знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность средств представления и манипулирования представленной информацией.

Этап формализации – осуществляется наполнение приложения информацией. В связи с тем, что разрабатываемое приложение представляет собой полный комплекс учебно-методического и контроли-

рующего обеспечения изучаемой дисциплины, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоемким этапом разработки электронного обучающего копмлекса.

Реализация электронного учебника – создается один или несколько прототипов приложения, решающих требуемые задачи.

Этап тестирования – производится оценка реализации приложении в целом.

Реализация проекта началась с систематизации знаний о содержании лекций, практических работ, лабораторных работах, содержании методических указаний по выполнению индивидуальных работ, информации о разделе тестирования, для проверки знаний по пройденным лекциям. Информация, содержащая раздел лекций, была представлена в информационном блоке приложения «Теоретичесский материал». Далее формировался информационный блок «Практическая работа», в который вошли методические указания к лабораторным работам, практические задания - описание заданий по индивидуальным работам студента, задания к лабораторным работам, примеры выполнения заданий и работ. Информация о контроле знаний заполнила блок «Контроль знаний». В этот раздел входят подразделы: «Тестирование по теоретической и практической частям», а также «Контрольное тестирование». Структурная схема электронного обучающего комплекса по дисциплине «Прикладные методы искусственного интеллекта» представлена на рис. 1.

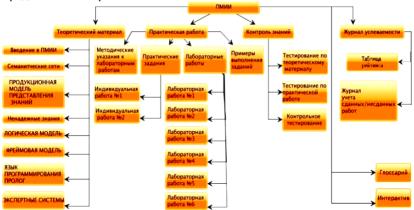


Рис. 1. Структурная схема электронного обучающего комплекса по дисциплине «Прикладные методы искусственного интеллекта»

В итоге в электронном обучающем комплексе пользователь может выбирать один из разделов главного меню: «Теоретический материал», «Практическая работа», «Контроль знаний», «Журнал успеваемости».

Разрабатываемый обучающий комплекс может быть использован не только для предоставления учебного материала студентам, но и для организации взаимодействия между преподавателем и студентами, обучающимися как по очной, так и заочной форме обучения с применением дистанционных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Learning Management System Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment [Электронный ресурс]. URL: www.moodle.org (дата обращения: 12.01.2015).

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЕЙ

А.А. Курганова, студентка

Научный руководитель А.А. Изюмов, инженер каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП

Автоматизация производства — это процесс в развитии машинного производства, при котором функции контроля и управления, ранее выполнявшиеся человеком, передаются техническим устройствам (средствам и приборам автоматизации).

Задача автоматизации процесса генерации электроэнергии подразумевает подбор оборудования для обеспечения непрерывности процесса генерации. Щит собственных нужд (ЩСН) будучи объектом автоматизации для блока управления дизельным генератором (ДГ), обеспечивает:

- прием и распределение между потребителями электроэнергии переменного трехфазного тока напряжением ~ 380 В;
 - электропитание ламп ~220 B рабочего (аварийного) освещения;
- − электропитание и управление лампами ~220 В наружного освещения;
- электропитание и управление двигателем насоса закачки топлива по сигналам датчиков уровня топлива, установленных в расходном топливном баке:
 - электропитание и управление двигателем насоса закачки масла;
- сигнализацию о наличии воды в фильтре-отстойнике топливного бака по сигналам датчика наличия воды в дизельном топливе;
 - электропитание подогрева приточных клапанов.

Система отопления блок-бокса предназначена для электропитания и управления электроконвекторами переменного однофазного тока. Для удобства пользователя система отопления блочно-комплектной автоматизированной электростанции (БКАЭ) разделена на две группы:

- агрегатного отсека;
- отсека управления.

Управление электроконвекторами осуществляется в двух режимах:

- в автоматическом (основном);
- в ручном.

Группа управления вентиляцией предназначена для управления приводами воздушных клапанов (ВК) — подачи воздуха и отвода тепла, а также управление вытяжными вентиляторами В1 отсека ДГ и В2 отсека управления.

В воздушном клапане притока воздуха в конструкции клапана используется периметральный обогрев в виде расположенного по наружному диаметру клапана гибкого саморегулирующегося нагревательного кабеля, постоянно подключенного в сеть переменного тока напряжением ~220 В.

Приводы ВК запитаны от ИБП = 24 В, потребляемый ток каждого привода до 1 А. Управление приводами воздушных клапанов осуществляется в автоматическом и ручном режимах, для чего на лицевой панели установлены переключатели «Подача воздуха» и «Отвод тепла».

При несрабатывании любого из воздушных клапанов (в любом режиме) на лицевой панели ЩСН загорается световой индикатор «Неисправность вентиляции».

При поступлении сигнала «Пожар» питание всех воздушных клапанов (приточных и отвода тепла) отключается в автоматическом и ручном режимах независимо от работы ДГ и температуры помещения ДГ. Клапаны закрываются. Сигнал «Пожар» транслируется в другие системы управления.

На каждый воздушный клапан подачи воздуха ВК1 и ВК2 в отсеке ДГ установлен привод «Belimo» AF-24-S со вспомогательными контактами для индикации положения. Время открытия воздушных клапанов не должно превышать 5 мин.

На воздушный клапан отвода тепла ВКЗ в отсеке ДГ установлен привод «Belimo» AF-24-SR с плавной регулировкой и обратной связью для индикации положения (0-10B).

Вытяжной вентилятор отсека ДГ В1 (М1) включается в работу в случае высокого содержания горючих газов и превышения концентрации паров легковоспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) (срабатывание от датчика загазованности). Напряжение питания вытяжного вентилятора \sim 220 В.

Группа управления закачкой топлива в расходный топливный бак предназначена для управления работой электродвигателя топливного насоса мощностью 0,55 кВт однофазного переменного тока напряже-

нием \sim 220 В по сигналам от датчиков уровня, установленных в расходном топливном баке. Параллельно с TH работает электромагнитный клапан VS1.

В расходном топливном баке установлено три датчика:

- Датчик верхнего уровня топлива (ВУТ). При достижении уровня топлива выше заданного датчик формирует сигнал на отключение насоса закачки топлива.
- Датчик нижнего уровня топлива (НУТ). При достижении уровня топлива ниже заданного датчик формирует сигнал на включение насоса закачки топлива.
- Датчик аварийного низкого уровня топлива (АНУТ). При достижении уровня топлива ниже значения нижнего аварийного уровня датчик формирует сигнал, действующий на промреле, контакты которого действуют на включение индикации «АНУТ» на лицевой панели шкафа и транслирование сигнала в шкаф ЩС.

Группа управления закачкой масла в расходный масляный бак предназначена для управления работой электродвигателя закачки масла мощностью 1,1 кВт трехфазного переменного тока напряжением ~380 В (вывод кабеля сверху) по сигналам от датчиков уровня масла, установленных в расходном масляном баке.

В расходном масляном баке установлены два датчика:

- Датчик верхнего уровня масла (ВУМ). При достижении уровня масла выше заданного датчик формирует сигнал на отключение насоса закачки масла.
- Датчик нижнего уровня масла (НУМ). При достижении уровня масла ниже заданного датчик формирует сигнал на включение насоса закачки масла.

В качестве ПЛК было выбрано интеллектуальное реле Zelio Logic SR3B261BD.

Zelio Logic может использоваться там, где нужно реализовать схемы автоматизации без использования промежуточных реле, таймеров, счетчиков, реле задержки, тем самым повышая надежность системы.

Отличительной особенностью данного языка программирования является возможность программировать модуль, не используя компьютер. Для этого на корпусе Zelio Logic есть специальные кнопки. В качестве модуля расширения дискретных сигналов выбран Zelio Logic.

Для поддержания температуры в помещениях был выбран измеритель-регулятор микропроцессорный восьмиканальным TPM138.

В итоге подобран набор компонентов, необходимый для реализации проекта автоматизированной системы управления дизельной электростанцией.

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕЛЕНИЯ ЗАШИТЫ СТУЛЕНЧЕСКИХ РАБОТ

Ю.О. Кузнецова, студентка каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, iuliya.93@mail.ru

Развитие компетентностей студента являются основой современных образовательных технологий. Компетентностный подход в профессиональном образовании заключается в привитии и развитии у студентов набора ключевых компетенций, которые определяют его успешную адаптацию в обществе. В отличие от термина «квалификация», компетенции включают помимо сугубо профессиональных знаний и умений, характеризующих квалификацию, такие качества, как инициатива, способность к работе в группе, коммуникативные способности, умение учиться, оценивать, логически мыслить, отбирать и использовать информацию, представлять и защищать результаты своей работы.

Для развития и оценки компетентности студента используются разнообразные активные и интерактивные методы, в число которых входит и процедура защиты студенческой работы. Защита работы является итоговым этапом при выполнении студентами курсовых, научно-исследовательских, групповых проектных и выпускных квалификационных работ.

Чаще всего данная процедура представляет собой публичное выступление студента перед членами комиссии, ответы студента на возникшие вопросы, дискуссию, оценивание работы каждым членом комиссии, подведение и оглашение результатов.

Каждый член комиссии имеет ведомость, в которую он проставляет свою оценку каждому студенту и записывает необходимые комментарии. По завершении защиты председатель подводит итоги и объявляет их. Все это чаще всего проводится вручную и на бумажных носителях, а оценивать большое количество людей, анализировать и подводить итоги сложно, долго и ответственно.

Поэтому возникла идея создания программного продукта Rating, позволяющего автоматизировать документооборот процедуры защиты студенческих работ. Считаем, что идея проекта актуальна, особенно в учебных учреждениях.

Программный продукт планируется разработать в виде вебприложения. Основное назначение приложения – упрощение процесса учета и подведения результатов выступлений студентов.

Работать с этим приложением могут как студенты, так и преподаватели (эксперты, члены комиссии).

О приложении Rating. Это приложение для оценивания выступления, защиты работы студента перед комиссией, упрощения процесса подсчета и объявления результатов.

У каждого из членов комиссии есть логин и пароль, который выдает администратор перед защитой.

Право доступа к приложению имеют следующие пользователи (сверху вниз).

Системный администратор:

- а) регистрирует пользователя с его уникальными правами;
- б) заполняет БД перед защитой (за 3 дня);
- в) просматривает результаты.

Секретарь комиссии:

- а) заполняет БД экспертов, студентов перед мероприятием;
- б) создает, заполняет ближайшие мероприятия на главной странице приложения;
 - в) заполняет критерии оценивания;
 - г) просматривает результаты оценивания.

Эксперт-председатель комиссии по защите:

- а) оценивает выступление, защиту работы студента;
- б) производит сбор всех оценок и подведение итогов;
- в) просматривает результаты защиты.

Эксперт:

- а) оценивает выступление, защиту работы студента;
- б) просматривает результаты защиты.

UML диаграммы. На стадии внешнего описания проекта применятся визуальное моделирование требований с помощью языка UML. Рассмотрим лишь несколько вариантов использования.

Вариант использования «Авторизация»

Действующие лица: эксперт, эксперт-председатель, секретарь, администратор.

Вариант использования: эксперт/эксперт-председатель/секретарь вводит имя и пароль и щелкает по кнопке «Войти». Система проверяет полученную информацию на правильность и при ошибке показывает соответствующую с сообщением «Неверный пароль».

При правильном вводе происходит переход на главное окно программы с активацией доступа пользователю функциональности.

Диаграмма последовательности для варианта использования «Авторизация» показана на рис. 1. Для этого варианта использования необходимы такие классы, как «Страница сайта», «БД», «Приложение», «Пользователи» – это эксперт / эксперт-председатель / секретарь / администратор.



Рис. 1. Диаграмма последовательности для варианта использования «Авторизация»

1. Вариант использования «Завершение сеанса».

Действующие лица: эксперт, эксперт-председатель, секретарь, администратор.

Вариант использования: «Завершение сеанса» предназначен для завершения работы пользователя в приложении под своим именем.

2. Вариант использования «Просмотр материалов приложения».

Действующие лица: эксперт, эксперт-председатель, секретарь, администратор.

Вариант использования: эксперт, эксперт-председатель, секретарь, администратор просматривают содержимое приложения и могут смотреть результаты выступления студента; эксперт, эксперт-председатель оценивают выступления, защиту работы студентов.

Заключение. Разрабатываемое приложение Rating выполняет функции оценивания, подведение итогов и просмотра результатов защиты студенческих работ. Преподаватели (эксперты, члены комиссии) могут оценивать и смотреть результаты, председатель по комиссии может оценивать, подводить итоги и смотреть результаты, студенты — только смотреть результаты оценивания их работ. Данное приложение может использоваться не только для поддержки процедуры проведения защит студенческих работ, но и при проведении разнообразных конкурсов, смотров и других мероприятий, в которых необходимо оценить участников по различным критериям.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ APPLE IOS

О.О. Мельник, студент каф. КСУП

Научный руководитель С.И. Борисов, ст. преподаватель г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, botenm@gmail.com

Общественный транспорт является необходимым социальным элементом любого более или менее крупного населенного пункта. Чтобы у его жителей была возможность планировать свое время нахождения в пути и исходя из этого рассчитывать, когда им выходить на остановку, чтобы встретить нужный конкретно им вид транспорта, необходимо, чтобы весь транспорт имел свой график хождения и старался максимально точно его соблюдать. К сожалению, в реальной жизни это происходит далеко не всегда. В частности, в городе Томске подробные графики движения начали составляться и соблюдаться только в последние несколько лет, однако они по разным причинам

по-прежнему не всегда соблю-лаются.

Поэтому для пассажиров важно знать информацию о текущей транспортной ситуации в реальном времени. Помочь в этом им могут мобильные телефоны – портативные устройства с постоянным подключением к Интернету, владельцы которых в большинстве случаев всегда носят их с собой. Поэтому мобильное приложение является оптимальным способом оповещения пассажиров о текущей транспортной ситуации.

По статистике, самыми популярными операционными системами (платформами) для мобильных устройств являются Android от компании Google и iOS от компании Apple. Поэтому для реализации мобильного приложения была выбрана платформа iOS.



Рис. 1

Функциональность приложения позволяет практически в полной мере оценить транспортную ситуацию и спрогнозировать необходимость заблаговременного прибытия пассажира на остановку для ожидания определенного вида транспорта.

Приложение является клиентской частью автоматизированной системы, которая состоит из серверного и клиентского компонентов. Серверный компонент состоит из приложений, написанных на языке Python, которые принимают информацию о транспорте от компьютеров муниципальной организации, уполномоченной собирать данные о местоположении транспорта. Эти данные хранятся на сервере в SQLбазе данных. При обращении клиентского приложения к серверу эти данные передаются от сервера к клиенту по протоколу HTTP, используя формат хранения данных JSON. Данный формат очень прост в обработке, и для передачи данных в этом формате нужно очень небольшое количество трафика, поэтому среди имеющихся альтернатив решено было использовать именно этот формат.

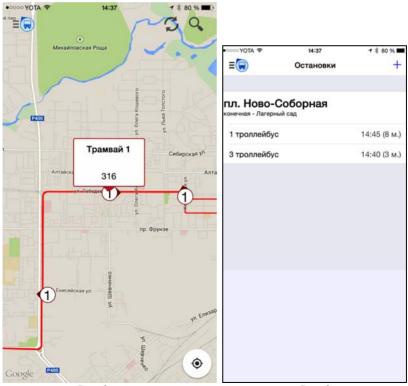


Рис. 2

Для отображения карты города Томска используется сервис Google Maps и его комплект разработки ПО для операционной системы iOS. Данный сервис был выбран не только как наиболее стабильный и точно отображающий географическую информацию, но также из-за достаточно свободной политики лицензирования картографической информации в сторонних приложениях.

При запуске приложения на экране отображается карта с метками транспорта выбранных маршрутов (рис. 1–3).

Имеется возможность приблизить карту с помощью жеста «зум» и получить информацию о транспортном средстве, нажав на его метку.

Одной из наиболее важных возможностей приложения является отображение прогноза о времени прибытия транспорта на остановку. Данная информация отображается в виде списка, где под названием остановки отображается транспортное средство и время его прибытия.

Разработка приложения была начата в феврале 2014 года, в августе 2014 года в магазин приложений «Арр Store» была выпущена его первая версия. Всего приложение было скачано более 5000 раз, и оно получило в целом положительные отзывы. Однако реализована еще не вся запланированная функциональность, и приложение находится в стадии активной разработки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Погребной В.Ю., Фадеев А.С. Алгоритмизация прогнозирования времени прибытия пассажирского транспорта города Томска на остановку с использованием модели, основанной на исторических и реальных данных // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. Вып. 6. Ноябрь—декабрь.
- 2. Аллан А. Программирование для мобильных устройств на iOS. СПб.: Питер, 2013. 416 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ «HIBERNATE» ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ОКМ-МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С РЕШЕНИЕМ ЗАДАЧИ ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ

Е.В. Ошлоков, студент каф. КСУП

Научный руководитель Н.Ю. Рынкевич, менеджер проектов OOO «ФОРМ», г. Москва г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, yelisey777@gmail.com

В рамках масштабного информационного проекта перед создателями стоит проблема обеспечения качества программного обеспече-

ния. Разработчики-программисты ищут компромиссы в скорости и качестве создаваемых продуктов. В связи с этим для обеспечения работоспособности разработанной программы, модульного или, другими словами, проекта, созданного в процессе интеграции атомарных компонентов проекта, применяются различные виды тестирования. В современных проектах по проектированию и созданию программного обеспечения процесс разработки проекта идет параллельно с разработкой тестов.

Тестирование – процесс верификации поведения программы в реальном времени, со спецификацией – эталонным поведением проекта.

Для крупных проектов с большим количеством входных и выходных данных наиболее подходящим выступает автоматизированное тестирование. Автоматизированное тестирование на основе библиотек Selenium для языка программирования Java с использованием мощного фреймворка для тестирования TestNG — это один из самых удобных и широко применяемых вариантов проведения тестирования webпроектов.

В процессе роста проекта возникает необходимость расширения базы данных, которая содержит все сущности и объекты, а также обеспечения создания уже готовых (заполненных) сущностей, в процессе тестирования, для проверки работоспособности программного продукта на заранее сгенерированных данных. Постоянно создавать большие объекты, хранить массивы готовых объектов для тестов, генерировать по отдельности данные — неудобный и затратный по ресурсам путь. Разработчикам тестов в таком случае приходится заниматься низкоуровневым программированием по обеспечению хранения объектов в реляционной базе данных.

Для решения данных задач есть удобный и оптимальный с точки зрения производительности инструмент – Hibernate ORM.

Hibernate ORM — библиотека для языка программирования Java, предназначенная для решения задач объектно-реляционного отображения (object-relational mapping — ORM). Она представляет собой свободное программное обеспечение с открытым исходным кодом (open source), распространяемое на условиях GNU Lesser General Public License.

Разработчик может использовать Hibernate как в процессе проектирования системы классов и таблиц «с нуля», так и для работы с уже существующей базой данных.

Hibernate не только решает задачу связи классов Java с таблицами базы данных (и типов данных Java с типами данных SQL), но и также предоставляет средства для автоматической генерации и обновления набора таблиц, построения запросов и обработки полученных данных

и может значительно уменьшить время разработки, которое обычно тратится на ручное написание SQL и JDBC-кода.

Hibernate автоматизирует генерацию SQL-запросов и освобождает разработчика от ручной обработки результирующего набора данных и преобразования объектов, максимально облегчая перенос приложения на любые базы данных SQL.

В рамках проекта разрабатывается гибкий ORM-модуль, позволяющий генерировать SQL-запросы по параметрам, которые генерируются тестовым методом для создания сущности. Сущность в каждый момент вызова строится с разным набором параметров, тем самым, перебирая все возможные состояния самих тестируемых объектов, а также их входных параметров. ORM, в свою очередь, автоматически формирует нужный SQL запрос и выдает готовый объект из базы данных в тестовый метод. Это критично влияет на прохождение тестов, на их понимание с точки зрения архитектуры и одновременную оптимизацию программного кода тестов.

Создаваемый модуль является современным и наиболее оптимальным инструментом разработки автоматизированных тестов для web-ориентированных приложений.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Hibernate* object-relational mapping [Электронный ресурс]. URL: http://hibernate.org/ (дата обращения: 13.01.2015).
- 2. *Hibernate* tutorial [Электронный ресурс]. URL: http://www.javatpoint.com/hibernate-tutorial (дата обращения: 13.01.2015)

РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

А.И. Кравцов, студент каф. МиСА, А.Ю. Осипов, А.Д. Ярматов, студенты каф. КСУП

Научный руководитель E.A. Потапова, ст. преподаватель каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, КСУП, potevan@mail.ru

Проект ГПО КУСП-1504 «Создание мобильных приложений»

В работе над проектом будет рассмотрена проблема, связанная с волонтерской работой по поиску пропавших без вести людей. Разрабатываемое приложение должно обеспечить упрощение сбора информации о пропавших людях и поиска людей.

В настоящее время у представителей поисково-спасательных организаций существует проблема больших временных затрат на сбор информации о пропавших, а также сложности в привлечении новых волонтеров.

Эту проблему планируется решать поэтапно путем создания кроссплатформенного приложения для мобильных устройств.

Основные этапы решения проблемы:

- Анализ предметной области. Создание базы данных с помощью MvSOL.
 - Разработка серверной части приложения.
- Разработка клиентской части приложения для различных мобильных операционных систем.
- Проведение тестирования на реальных задачах и ввод в эксплуатацию разработанного приложения.

Разработанная система должна предоставлять пользователям следующие возможности:

- регистрация и авторизация пользователя;
- поиск и сортировка объявлений;
- просмотр объявления о пропавших;
- добавление нового объявления о пропавшем;
- комментирование объявлений.

Итогом проекта будет введенное в эксплуатацию приложение, позволяющее упростить поиски пропавших людей.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ

А.В. Пинкевич, студент каф. КСУП

Научный руководитель Я.И. Падалко, руководитель отдела информационно-технологического сопровождения ООО «БИТ Ключевой элемент» г. Томск, ТУСУР

Будущее российского бизнеса, его успех и перспективы неразрывно связаны с автоматизацией бизнес-процессов: сегодня это уже не вызывает никаких сомнений. Эта необходимость — не дань моде, а важная составляющая ведения дел и учета организации любой отрасли. Доверив компьютерам и технологиям выполнение значительной части функций, можно добиться не только точных результатов, но и освободить свое время и ресурсы, которые часто дороже любых денег.

Компаний, специализирующихся в бизнесе вида суши-баров, становится всё больше. В таких условиях важным фактором, который «делает» продажи, становится лояльность клиентов. Одним из инструментов ее повышения является автоматизация.

Автоматизация предприятия типа суши-бар позволяет систематизировать работу персонала, что способствует повышению скорости и качеству обслуживания гостей.

Когда мы говорим о решении задач автоматизации бизнеспроцессов предприятий, то в качестве инструмента, в первую очередь, рассматриваем платформу и конфигурации 1С. И действительно, фирма 1С предоставляет удобные инструменты для автоматизации предприятий различных отраслей.

Разработка системы для автоматизации предприятия магазинсуши на базе «1С:Управление торговлей».

«1С:Управление торговлей 8» — это современный инструмент для повышения эффективности бизнеса торгового предприятия.

«1С:Управление торговлей 8» позволяет в комплексе автоматизировать задачи оперативного и управленческого учета, анализа и планирования торговых операций, обеспечивая тем самым эффективное управление современным торговым предприятием.

Предметная область, автоматизируемая с помощью «1С:Управление торговлей 8», может быть представлена в виде схемы на рис. 1.



Рис. 1. Схема автоматизации с использованием «1С:Управление торговлей 8»

«1С:Управление торговлей 8» автоматизирует следующие направления хозяйственной деятельности:

- управление правилами продаж;
- управление процессами продаж;
- управление торговыми представителями;

- управление запасами;
- управление закупками;
- управление складом;
- управление финансами;
- контроль и анализ целевых показателей деятельности предприятия.

В программе могут регистрироваться как уже совершенные, так и еще только планируемые хозяйственные операции. «1С:Управление торговлей 8» автоматизирует оформление практически всех первичных документов торгового и складского учета, а также документов движения денежных средств.

«1С:Управление торговлей 8» рассчитана на любые виды торговых операций. Реализованы функции учета – от ведения справочников и ввода первичных документов до получения различных аналитических отчетов [1].

Для автоматизации магазина суши необходимо разработать функционал приема заказов, отслеживания состояния заказа, контроля изготовления, упаковки и доставки заказа, а также разработать простой, интуитивно понятный интерфейс рабочего места оператора. Структурная схема системы представлена на рис. 2.

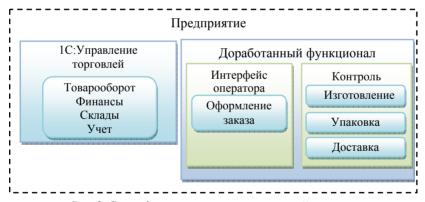


Рис. 2. Схема функциональных возможностей системы

Заключение. Определены необходимые требования для эффективной работы персонала. Разработана структурная схема разрабатываемой системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Управление* торговлей [Электронный ресурс]. URL: http://v8.1c.ru/trade/ (дата обращения: 21.01.2015).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ НА «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» «УСЛУГИ ШИНОМОНТАЖА»

И.А. Поляцкий, студент, И.В. Ячный, аспирант г. Томск, ТУСУР, каф. КСУП, igor p28@mail.ru

Многократное увеличение численности частного легкового и грузового транспорта, рост доходов и благосостояния населения создают хорошие предпосылки для работы на расширяющихся рынках автосервиса, где работы хватает всем — как существующим игрокам, так и начинающим свой бизнес предпринимателям.

Растущие рынки автомобилей и численность автомобилистов создают благоприятные факторы для организации шиномонтажных и сопутствующих сервисов. Для людей, желающих приступить к данному виду предпринимательства, есть следующие позитивные моменты:

- с увеличением числа автомобилистов и автомобилей, находящихся в постоянной эксплуатации, нарастает количество обращений в специальные шиномонтажные пункты по поводу проколов и повреждений шин;
- с ростом благосостояния автомобилистов увеличивается и число комплектов летней, зимней (в том числе шипованной) и всесезонной резины, которую водители имеют в качестве рабочей и резервной;
- опережающими темпами нарастает численность водителейженщин, которые весьма неохотно меняют запаски самостоятельно. Не хотят пачкать руки и одежду мужчины-водители, работающие руководителями, менеджерами, инженерами, преподавателями и т.п.;
- растёт спрос на мобильные услуги по монтажу-демонтажу повреждённых шин, их ремонту и балансировке.

В результате изучения информации возникла идея создания информационной системы «Услуги шиномонтажа» на базе «1С: Предприятие».

Объектом разработки является конфигурация «Услуги шиномонтажа» на базе платформы «1С: Предприятие 8.2» [1].

Обычно для разработки информационной системы необходимо выполнить несколько этапов [2]:

Этап идентификации проблем – определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки.

Этап извлечения знаний – проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

Этап структурирования информации — формализуются основные понятия, определяются способы предоставления информации о монтаже/демонтаже колес, балансировке колес, дополнительных услуг.

Реализация информационной системы – создается один или несколько прототипов приложения, решающих требуемые задачи.

Этап формализации – осуществляется наполнение базы данных информацией.

Этап тестирования – производится оценка реализации информационной системы в целом.

Реализация проекта началась с создания черного ящика услуг, модели услуги монтаж/демонтаж, балансировки колес и логической структуры базы данных. Логическая структура базы данных «Услуги шиномонтажа» представлена на рис. 1.

В итоге автоматизация предприятия типа шиномонтаж позволяет систематизировать работу по оказанию данного вида услуг, что способствует повышению скорости и качеству обслуживания клиентов. Довольно простой в использовании функционал позволяет владеть полной информацией о состоянии дел.

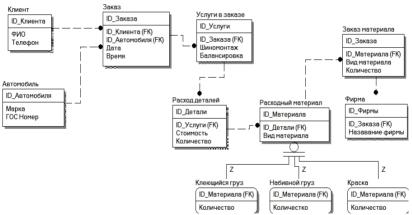


Рис. 1. Логическая схема базы данных «Услуги шиномонтажа»

Разрабатываемая информационная система может быть использована в малом бизнесе шиномонтажа.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. 1С Википедия [Электронный ресурс]. URL: ru.wikipedia.org/wiki/1С (дата обращения: 12.01.2015).
- 2. Технологическая практика для студентов специальности 220201 Управление и информатика в технических системах http://www.kcup.tusur.ru/index.php?module=mod methodic&command=view&id=91

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАШИТА»

А.С. Потапова, студентка каф. КСУП

Научный руководитель Е.Н. Рыбалка, ст. преподаватель г. Томск, ТУСУР, stasy848@gmail.com

Успешность деятельности любой организации во многом базируется на правильном и адекватном построении информационной инфраструктуры предприятия. Принципы ее построения зависят от ряда факторов, среди которых сфера и специфика деятельности компании, ее цели, размеры. Так, например, в настоящее время уже самые маленькие компании (с числом сотрудников в несколько человек) имеют в той или иной форме корпоративную сеть для обмена файлами между сотрудниками, но и в таких небольших компаниях эффективность может быть значительно увеличена при умелом использовании необходимых в настоящий момент информационных систем. Развитие информационных технологий становится ядром преобразований в компании, а рынок информационных систем остается одним из самых быстрорастущих, предлагая все новые варианты построения информационной инфраструктуры.

Цель информационной системы – обработка данных об объектах реального мира. В широком смысле база данных – это совокупность сведений о конкретных объектах реального мира в какой-либо предметной области. Создавая базу данных, разработчик стремится упорядочить информацию по различным признакам и быстро извлекать выборку с произвольным сочетанием признаков. Это возможно сделать, если данные надлежащим образом структурированы. Обязательными атрибутами современной базы данных является тщательно проработанная концептуальная модель данных [1].

Цель данной работы – создание базы данных для автоматизации работы предприятия ООО «Противопожарная защита» г. Орска.

Назначение: сохранение поступающей информации по заказам, состоянию склада, а также позволяющей проводить анализ накапливаемых данных, что должно позволить прогнозировать динамику продаж и более четкое планирование работы с поставщиками.

ООО «Противопожарная защита» — организация, специализирующаяся на розничной продаже противопожарного оборудования, инвентаря, на выполнении электромонтажных работ.

Объемы продаж имеют устойчивую тенденцию к росту, постоянно расширяется база клиентов.

Однако система работы с заказами и поставщиками в настоящее время является довольно примитивной, каждый менеджер ведет учет и

контроль самостоятельно, используя те средства автоматизации, которые для него являются наиболее подходящими. В частности, учет поставок и заказов в некоторых случаях ведется с использованием совершенно не подходящего для этого инструмента — редактора Microsoft Word, что, естественно, никак не способствует повышению эффективности работы менеджеров. Единой базы данных по поступившим заказам на предприятии нет, лишь в бухгалтерии можно найти более или менее организованные сведения о поставщиках и покупателях, но эти сведения довольно специфичны и никоим образом не могут служить основой для содержательного анализа работы предприятия с точки зрения менеджмента.

В связи с ростом объемов заказов и необходимостью отражения всех заказов в удобной единообразной форме руководством ООО «Противопожарная защита» поставлена задача создания единой базы данных по поставщикам, сотрудникам, услугам, заказам (как выполненным, так и находящимся в работе), позволяющей сохранять поступающую оперативную информацию по заказам, состоянию склада, а также позволяющей проводить анализ накапливаемых данных, что должно позволить прогнозировать динамику продаж и более четкое планирование работы с поставщиками (рис. 1).

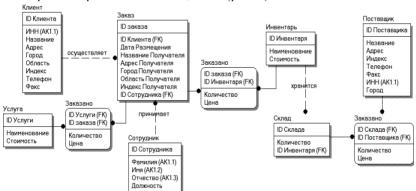


Рис. 1. Концептуальная модель данных для предприятия ООО «Противопожарная зашита»

Стержневыми сущностями в данной информационной системе являются: ПОСТАВЩИК; КЛИЕНТЫ; СОТРУДНИК.

Нам также потребуется сущность СКЛАД, которая является обозначающей для сущности ИНВЕНТАРЬ.

Для характеристики сущности КЛИЕНТЫ используется сущность ЗАКАЗ, поскольку заказ возникает только после того, как один из кли-

ентов оформит его на фирме. Эта же сущность используется для характеристики и другой стержневой сущности – СОТРУДНИК, т.к. именно сотрудники выполняют все действия, связанные с обслуживанием полученного заказа.

Между сущностями ИНВЕНТАРЬ и ЗАКАЗ, УСЛУГИ и ЗАКАЗ, СКЛАД и ПОСТАВЩИК существует связь, являющаяся ассоциативной сущностью ЗАКАЗАНО. Она представлена связью «многие – ко многим», поскольку один Заказ может содержать несколько наименований Инвентаря, а один и тот же Инвентарь – входить в разные Заказы. Аналогично с Услугами и с Поставщиками. Один Поставщик может осуществить несколько поставок, и со Склада может быть заказано несколько оборудований/инвентаря.

В процессе работы были поставлены задачи автоматизации, выбран инструмент разработки базы данных предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Информационные* системы и технологии [Электронный ресурс]. URL: http://lektor5.narod.ru/inf/inf3.htm (дата обращения: 12.01.2015).

СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОМАШНЕГО ПРОСТРАНСТВА НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Д.А. Ракитин, А.А. Железнов, студенты каф. КСУП Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск. ТУСУР

Современное общество характеризуется широким использованием интеллектуальных систем, позволяющих решать сложные задачи. Сложность данных задач связана с необходимостью наряду с количественными данными, закономерностями также использовать качественные зависимости, опыт, здравый смысл и интуицию специалистов. К числу таких задач относится и задача рационального и эффективного управления системами жизнеобеспечения домашнего пространства.

Для совместного использования разнородных знаний необходимо строить гибридные модели предметной области (ПО), включающие наряду с традиционными моделями в виде аналитических зависимостей также модели, использующие языки представления знаний (логические, логико-лингвистические, семиотические, сетевые, фреймовые, продукционные). Основной проблемой при разработке гибридных моделей является организация взаимодействия разнородных фрагментов знаний. Перспективным способом решения данной проблемы является формирование моделей, в которых для структуризации знаний о ПО используются семантические сети и сети планирования в пространстве

задач. Одной из разновидностей сетей планирования являются функциональные сети, позволяющие объединять разнородные компоненты базы знаний посредством сети функциональных зависимостей, что значительно упрощает решение проблемы взаимодействия этих компонент, существенно снижает трудоемкость поиска решений и увеличивает скорость вывода заключений за счет «сужения» на каждом шаге множества проверяемых утверждений.

Графически модель функциональных зависимостей можно представить в виде направленного графа без циклов и петель (рис. 1). Вершинами данной сети являются параметры (характеристики, атрибуты, объекты) ПО, а дуги – функциональные зависимости между ними [1].

В истоках сети располагаются базовые или истоковые параметры (первичные, непосредственные характеристики моделируемой системы), в стоках — целевые параметры, значения которых определяют целевое состояние системы. Каждый параметр x_i ($x_i \in X$) имеет собственное имя (название) и уникальный номер (i). Параметры рассматриваются как своего рода переменные, которые могут принимать различные значения. Каждому параметру соответствует домен $D(x_i)$ — множество дискретных или непрерывных значений, которые может принимать параметр. Кроме параметров, принимающих количественные (числовые) значения, в модель могут быть включены и так называемые качественные (содержательные) параметры, принимающие лингвистические значения.

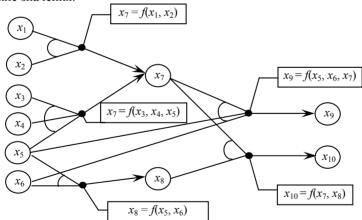


Рис. 1. Функциональная сеть зависимостей параметров в модели ПО

Закономерность, описывающая вид функционального отношения, может быть представлена совокупностью правил-продукций, аналитической формулой или процедурой-функцией.

Проанализируем создание интеллектуальной системы жизнеобеспечения домашнего пространства на примере системы «Умный дом». Так как она на данном этапе является полностью абстрактной и особенности устройств, используемых внутри проекта, не учитываются, то количество слоев сети пока не будет превышать одного. Требуется, чтобы после анализа данных, полученных с различного типа датчиков, используя базу правил, система самостоятельно решала, как должны вести себя управляемые ей устройства.

Основными факторами, влияющими на поведение «умного дома», являются: время суток, время года, присутствие человека внутри дома и информация о комнате/комнатах, в которой наблюдается активность. Получив эти данные, интеллектуальная система, ссылаясь на базу правил, оптимально подберет те или иные сценарии для работы своих составляющих. К таковым относятся: система управления светом, отоплением, охранная система, кондиционеры и розетки.

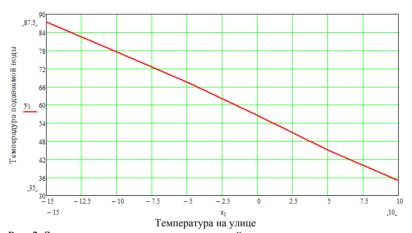


Рис. 2. Зависимость температуры подаваемой воды от температуры на улице

Функциональные зависимости формируются, используя методологию экспертных систем, где в качестве эксперта выступает сам создатель интеллектуального пространства. Например, рассмотрим функциональные зависимости для формирования комфортных условий в комнате. В помещении имеется: система жалюзей на окнах; система отопления с задвижками на батареях, градиентным датчиком температуры и влажности; датчики освещенности, интеллектуальные выключатели света, а также телевизор с функциями Wi-Fi и Smart TV. От экспертной системы требуется регулировать температуру в помещении в зависимости от активности внутри таковой. В основе реализации

функциональных зависимостей, определяющих алгоритм работы закрывающих и открывающих задвижек на батареях и окнах (жалюзи), является нелинейный график температур, представленный на рис. 2. Аналитическая функция зависимости температуры воды, подаваемой в батарею, от уличной температуры имеет вид: y = -2,1x + 56 [2]. Данная функция и будет использоваться в интеллектуальной системе в качестве функциональной зависимости параметров сети.

Разработка прототипа интеллектуальной системы ведется на языке логического программирования PROLOG, давно зарекомендовавшем себя для подобных целей.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. *Хабибулина Н.Ю*. Поиск решений на модели функциональных отношений / Н.Ю. Хабибулина, М.П. Силич // Информационные технологии. 2004. №9. С. 27–33.
- 2. ЖКХ в России [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2015. URL: http://жкхвроссии.рф /vopros-otvet/view/618-kakaya-temperatura-batarej-dozhlna-byt-esli-na-ulicze-21 (дата обращения: 26.03.2015).

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА И ПОДГОТОВКИ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Е.А. Румянцева, А.С. Сеидова, студентки НИ ТПУ Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент НИТПУ, ТУСУР г. Томск, ТПУ, aysel4421@mail.ru

Активное внедрение информационных технологий началось более 50 лет назад. Информационные системы все больше охватывают различные отрасли жизнедеятельности. Полная или частичная автоматизация совершенствует и адаптирует многие процессы. Это касается также многих процессов, протекающих в современных ведущих университетах. Информационные технологии успешно внедряются в учебный процесс: студенты и сотрудники университета легко могут получить любую необходимую информацию, подать заявку на участие в конференциях и форумах, проставить и просмотреть оценки студентов через личный кабинет и др. с помощью сайта. Все это позволяет облегчить доступ к информации, ускорить многие процессы, связанные с документацией, и пр.

Одним из значимых процессов, происходящих в вузе, является процедура подготовки и защиты выпускной квалификационной работы. При реализации данного процесса обрабатывается большое количество информации и готовится много документов. Однако информа-

ционной системы, позволяющей учитывать, хранить и обрабатывать фигурирующую информацию, в настоящий момент в вузах нет. Поэтому целью данной работы является создание информационной системы сбора и подготовки документов для проведения итоговой государственной аттестации выпускников, позволяющей автоматизировать процесс подготовки и защиты выпускных квалификационных работ студентов: сделать его более быстрым и удобным. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) сбор и анализ необходимой информации;
- 2) построение UML-диаграмм;
- 3) построение базы данных;
- 4) написание кода веб-приложения;
- 5) тестирование программы;
- 6) доработка и внедрение программы в работу университета.
- В результате работы будет создано клиент-серверное приложение.

Планируется, что система будет предоставлять следующие возможности:

- 1. Загрузка документов.
- 2. Обмен сообщениями.
- 3. Электронная система оценивания работы выпускника.
- 4. Сбор данных, формирование статистики.
- 5. Формирование отчетов.

Функциональные возможности приложения представлены на диаграмме вариантов использования.

Как было указано выше, данная система позволяет формировать следующие отчеты:

- 1. Информация о выпускной квалификационной работе студента.
- 2. Оценки всех выпускников.
- 3. Статистика.

Отчет «Информация о выпускной квалификационной работе студента» включает в себя:

- ФИО студента, группа студента.
- Название ВКР.
- Данные руководителя.
- Данные рецензента.
- Целостность пакета документов.
- Количество публикаций.
- Оценку руководителя.
- Оценку рецензента.
- Оценки каждого члена комиссии.
- Итоговый балл.

Отчет «Оценки всех выпускников» включает следующее:

- ФИО студента, группа.
- Название ВКР.
- Руководитель.
- Итоговый балл.

Статистика включает в себя:

- Процент студентов с отличной оценкой.
- Процент студентов с хорошей оценкой.
- Процент студентов с удовлетворительной оценкой.
- Процент студентов с неудовлетворительной оценкой.
- Процент не допущенных к защите студентов.
- Количество актов о внедрении, справок апробаций.
- Общее количество публикаций и количество студентов, имеющих публикации.

Собираемая информация и статистика необходимы также и для ежегодных отчетов кафедры, например отчетов председателей государственной аттестационной комиссии.

Результатом данной работы будет web-приложение, которое автоматизирует процесс документооборота процедуры подготовки и защиты выпускной квалификационной работы студентов. Возможно внедрение данной системы и в другие виды деятельности, такие как конференции, круглые столы, дебаты и др.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Леоненков А.В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM Rational Rose : учеб. пособие / А.В. Леоненков. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. Интернет-университет информационных технологий, 2010. 320 с.
- 2. Карпенков С. Концепции современного естествознания // Библиотека Гумер. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Science/karpenk/08.php (дата обращения: 10.02.2015).

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА» НА БАЗЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

В.А. Шолохова, студентка

Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, visholokhova@gmail.com

Компьютерная графика — прикладная область инженерной информатики, предназначенная для создания, хранения и обработки графических моделей и их изображений.

Конечной целью изучаемого курса является закрепление и расширение знаний в области инженерной графики на принципиально новой

платформе - с помощью современных графических пакетов. При этом расширяются и методы конструирования изделий – наряду с двумерными чертежами появляется возможность виртуального пространственного моделирования.

Таким образом, главной задачей изучения курса компьютерной графики является овладение первичными навыками создания профессионально-ориентированных компьютерных геометрических моделей, в том числе чертежей; дать представление о современной компьютерной графике, ее возможностях.

Многие высшие учебные заведения, институты на коммерческой основе предлагают сейчас обучение в онлайн-классах. Образовательные учреждения могут быть в большей степени вовлечены в онлайнобучение по мере того, как стоимость таких онлайн-систем будет уменьшаться. Также потребуется квалифицированный персонал для работы со студентами в режиме онлайн. Онлайн-образование быстро развивается, и в ведущих исследовательских институтах даже разработаны докторские программы, представленные онлайн.

Электронное обучение (англ. E-learning, сокращение от англ.

ElectronicLearning) – система электронного обучения, обучение при помощи информационных, электронных технологий.

Целью работы является разработка мобильного приложения, предназначенного для студентов Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), изучающих дисциплину «Компьютерная графика» кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП).

Данный программный продукт предназначен для электронного обучения студентов дисциплине «Компьютерная графика».

Пользователями данной программы являются студенты, изучающие дисциплину «Компьютерная графика».

Программный продукт позволит пользователю изучить лекционный материал, пройти тесты и посмотреть статистику тестирования.

По данным International Data Corporation, на совокупную долю устройств под управлением Android и iOS приходилось 96,3% мирового рынка смартфонов по итогам 2014 г. При этом единоличным лидером рынка остался Android (81,5%) [1].

Android – бесплатная операционная система, основанная на Linux

Язык Java активно используется для создания мобильных приложений под операционную систему Android. При этом программы компилируются в нестандартный байт-код, для использования их виртуальной машиной Dalvik. Для такой компиляции используется дополнительный инструмент, а именно Software Development Kit, его разработали представители компании Google [2].

Разработку приложений можно вести в среде Eclipse, IntelliJ IDEA или NetBeans IDE

Сравнение инструментов реализации

Среда	Поддерживае-	Предварительная	Разработка	Лицензия
	мые платформы	установка ПО	GUI	
Eclipse	Windows, Mac	Не требуется	Да	Не требуется
	OS X, Linux			
IntelliJ IDEA	Windows, Mac	Не требуется	Да	Требуется
	OS X, Linux			
NetBeans	Windows, Mac	Требуется	Да	Не требуется
IDE	OS X, Linux			

Исходя из данной таблицы, можно сделать вывод, что для реализации лучше и проще всего использовать интегрированную среду разработки Eclipse, так как она не требует предварительной установки ПО, поддерживает разработку GUI (Graphic user interface) и не требует лицензию.

Прежде чем приступить к разработке мобильного приложения «Компьютерная графика», необходимо найти уже существующие аналоги этого приложения и изучить их достоинства и недостатки для того, чтобы учесть их при разработке.

Прямых аналогов разрабатываемого мобильного приложения найдено не было, именно поэтому было решено разработать данное приложение (рис. 1).



у п

В данной схеме «Лекции» включают в себя два раздела: растровая и векторная графика. В каждом разделе содержится еще несколько подразделов.

«Тестирование» включает в себя тесты по каждой лекции для самопроверки студентов, а также два контрольных теста и статистику тестирования.

В «О программе» отображается информация о мобильном приложении, интересная пользователю.

Диаграмма прецедентов (англ. use case diagram, диаграмма вариантов использования) в UML-диаграмме, отражает отношения между актёрами и прецедентами и является составной частью модели прецедентов, позволяющей описать систему на концептуальном уровне (рис. 2).

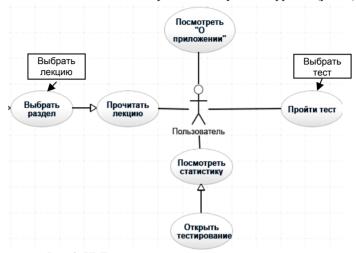


Рис. 2. UML-диаграмма вариантов использования

Разрабатываемое приложение может быть использовано не только для предоставления учебного материала студентам, но и для тестирования студентов во время контрольных точек.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Android и iOS. URL: http://www.searchengines.ru/seoblog/idc_android_ i ios zanyali.html
 - 2. Шилдт Γ . Java. Полное руководство. Вильямс 2012. 1104 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS PHONE

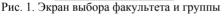
С.О. Сидлецкий, В.В. Манаков, студенты каф. КСУП
Научный руководитель Е.А. Потапова, ст. преподаватель каф. КСУП
г. Томск, ТУСУР, stasyaner@hotmail.com
Проект ГПО КСУП-1402 «Разработка приложений
для Windows Phone»

Windows Phone – мобильная операционная система от компании Microsoft. На рынке мобильных ОС Windows Phone появилась 11 ок-

тября 2010 г. и с тех пор постепенно захватывает сердца миллионов пользователей по всему миру.

Разработка приложения необходима по нескольким причинам. Вопервых, WP находится на третьем месте по количеству пользователей среди мобильных ОС. Во-вторых, существует единственный аналог, который, к сожалению, включает слишком много лишней информации о других вузах и факультетах в нашей стране, что сказывается на оптимизации продукта. В-третьих, наш университет не имеет за собой авторских прав на аналог, что, в случае проблем на стороне разработчиков, может вызвать сложности с расписанием у студентов нашего университета, использующих WP (рис. 1–3).





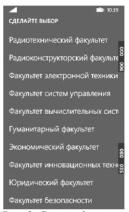


Рис. 2. Список факультетов

Обзор прототипа. После загрузки приложения пользователь видит экран с выбором факультета и группы. При клике на поле «Выберите факультет» открывается выпадающий список факультетов университета, аналогично с группами. Экран выбора факультета и группы автоматически отображается только первый раз, при желании к нему можно перейти в любой момент, просто пролистав расписание влево или вправо до конца.

После выбора необходимого факультета и группы открывается расписание занятий группы.

Навигация по дням осуществляется листанием списка влевовправо.

Заключение. В процессе работы над проектом был создан рабочий прототип приложения расписания занятий ТУСУРа. Прототип протестирован сначала в эмуляторе, а также непосредственно и на устройстве Nokia Lumia 820. Тестирование показало, что на всех устройствах

приложение работает корректно. Выдает визуально структурированную информацию при подключении к Интернету. Также приложение показывает последнюю загруженную версию расписания, если телефон не подключен к сети.



Рис. 3. Нечётная, чётная недели расписания

Дизайн, а также новые возможности приложения будут дорабатываться в дальнейшем.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО МАТЕРИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО ЛИЦА

Р.Е. Сулейменов, Е. Чоу, К.В. Шайхалова, студенты каф. КСУП Научный руководитель Н.Ю. Хабибулина, доцент каф. КСУП г. Томск, ТУСУР, s-rys@mail.ru
Проект ГПО КСУП-1505 «Автоматизация рабочего места материально ответственного лица»

Основная задача проекта – автоматизация документооборота рабочего места материально ответственного лица (МОЛ).

Основные действия, которые пользователь может осуществлять в системе, представлены на диаграмме USE CASE (рис. 1).

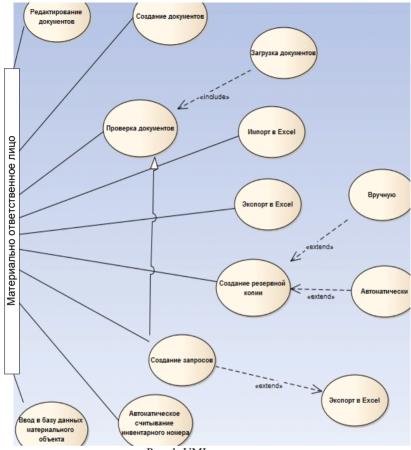


Рис. 1. UML-диаграмма

Материально ответственное лицо – работник, который согласно трудовому законодательству несет полную материальную ответственность за ущерб, возникший в результате необеспечения сохранности вверенных ему под отчет ценностей. Главными задачами МОЛ являются: ведение журнала учета материальных ценностей, ведение учета движения материальных ценностей, инвентаризация материальных ценностей, предоставление информации для инвентаризационных комиссий.

В настоящее время на кафедре учет материальных объектов ведется вручную в документе Excel или в бумажном виде. Разрабатываемая программа предназначена для облегчения работ материально

ответственного лица. Большое внимание уделяется приданию максимальной дружественности пользовательскому интерфейсу для обеспечения простоты использования всех функций системы. На создание проекта повлияло то, что аналоги этой программы, имеющие нужные функции, более сложные в использовании и их стоимость очень высока. Разрабатываемый проект будет включать в себя следующие функции:

- автоматическое создание и редактирование документов;
- автоматическое считывание инвентарного номера;
- импорт и экспорт в Excel (при необходимости);
- создание автоматически и вручную резервной копии данных;
- проверка и выборка данных по запросам.

Проект является актуальным, так как, имея данную программу, на должность материально ответственного лица можно принять человека без особых навыков работы в данной сфере.

Конечным продуктом планируется локальное приложение. Полностью разработать данное программное обеспечение планируется за 2 гола.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 12

TIDOMI	TITI	TIPITIT A	σ	HEICTRO	ATTITICA
HPONI	MIII.	ленна	カ フ	ЛЕКТРО	лика

Председатель секции — **Михальченко Г.Я.**, директор НИИ ПрЭ, про ϕ ., д.т.н.;

зам. председателя — **Семенов В.Д.,** проф., зам. зав. каф. ПрЭ по HP, к.т.н.

В.В. Анисимов, Н.В. Калиновский, Б.А. Давыдов	
АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ФРАГМЕНТОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ	
С ЦЕЛЬЮ ПОИСКА ПОВТОРЯЮЩИХСЯ ТЕКСТУР	13
В.И. Апасов	
АНАЛИТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТОВ	
КОММУТАЦИИ КОМБИНИРОВАННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	
СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ	
ПРИ РАБОТЕ В ОДНОЦИКЛОВОМ РЕЖИМЕ	16
Ш.Б. Айдаров	
АДАПТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ	19
Д.Б. Бородин, Р.Г. Калинин	
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА	
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫМ	
РЕГУЛИРОВАНИЕМ МОЩНОСТИ В ИНДУКТОРЕ	22
А.П. Бушуева, А.В. Литвинов, А.Ю. Хуторной, В.Н. Учаев	
МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ	
КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ	25
И.О. Цех	
УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА РАСТЕНИЙ	28
Б.В. Дорошенко, Л.А. Корчуганов	
ОБЗОР И ВЫБОР УСТРОЙСТВ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ	
СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ	31
И.О. Суховерков, Д.Е. Филатов	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОВЫШАЮЩЕГО	
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ DC\DC	
111 11 119: E11211111 111 1111 7311211111 11111 11111 11111 11111 11111 1111	35
Т.А. Кабин, М.В. Гавриленко, А.Ю. Хуторной	
МОДЕРНИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ КОМПЛЕКСА	20
ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ	38
A.E. Кебекбаев, Д.В. Ли	
УСТРОЙСТВО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА	41
ДЛЯ СНЯТИЯ ИЗОЛЯЦИИ С ПРОВОДОВ	41
Л.А. Корчуганов, Б.В. Дорошенко ПЕРСПЕКТИВЫ УСТРОЙСТВ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ	
ПЕРСПЕКТИВЫ УСТРОИСТВ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ	43
WIE I AJIJIN TECNYIA NUTICITY YNLHYN	43

Д.В. Ли	
ЛАБОРАТОРНАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ СУШКИ ОБМОТОК	
ТРАНСФОРМАТОРОВ	47
Д.С. Муликов	
КОРРЕКТОР КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ	50
Д.С. Муликов	
ПЛАВНЫЙ ПУСК ТРЁХФАЗНОГО КОРРЕКТОРА	
КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ	53
В.О. Оскирко	
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКУПЕРАТИВНЫХ ДЕМПФИРУЮЩИХ	
ЦЕПЕЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ	
РАБОЧЕЙ ТОЧКИ ПРИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИИ ТРАНЗИСТОРА	56
Г.Т. Петерс, А.А. Кокин	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОНИЖАЮЩЕГО	
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ	
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ Е ПИТАНИЯ	65
В.А. Русскин	
ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ БИФУРКАЦИОННЫХ ДИАГРАММ	
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ	
В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ	67
В.А. Русскин	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ	
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОВЫШАЮЩЕМ	
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ	71
Т.Р. Сакавов, Н.П. Винтоняк, Р.Г. Калинин	
ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА	
ДЛЯ ПРОГРУЗКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ	76
Н.А. Савочкин, А.А. Столярова	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛИТИЙ-ИОННОГО	
АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ СХЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ	79
О.А. Шабанова, В.В. Вагин, А.М. Кривенцов, В.Д. Семенов	
ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ РАЗВЯЗКА АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА	
ДЛЯ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА СУДОВОГО	
ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРА	82
В.В. Вагин, А.М. Кривенцов, В.Д. Семенов	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА	
С ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКОЙ БЕЗ ДАТЧИКА	
ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА	84
Д.Е. Железовский, В.И. Апасов	
НЕПРЕРЫВНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	
СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ	
СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	87
И.М. Журавлев	
ДВУХЧАСТОТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ	
ЛЛЯ ИНЛУКЦИОННОГО НАГРЕВА	91

И.М. Журавлев УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ БАТИМЕТРИЧЕСКИХ РАБОТ	93
СЕКЦИЯ 13 РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИ	
Председатель секции — Ехлаков Ю.П. , зав. каф. АОИ, д.т.н., про зам. председателя — Сенченко П.В. , декан ФСУ, доцент каф. АОИ, к.	
А.М. Данченко, В.С. Тараканов, В.В. Штерн	
МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ЭВАКУАЦИИ	0.7
НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ IO B. Ладидова	9/
Ю.В. Давыдова РАЗРАБОТКА САЙТА НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЫ	oc
С.В. Дубов))
СОЗДАНИЕ САЙТА ПОПУЛЯРИЗАЦИИ КАФЕДРЫ ПрЭ	
СРЕДИ АБИТУРИЕНТОВ.	102
Н.А. Фёдоров	
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ	
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	
ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	
МЕТОДОМ СКВАЖИННО-ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	105
А.В. Фоменко, П.Ю. Найданов, А.А. Урасова	105
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГЕОДАННЫХ ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ В ГИС	10/
Д.Э. Гладков, В.А. Дунаев МЕТОДИКА НАСТРОЙКИ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА	
МЕТОДИКА ПАСТРОИКИ ОВЛАЧНОГО СЕРБИСА С МАНДАТНЫМ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА	110
А.В. Волос, М.С. Герасимова, Е.А. Гольцова, М.Г. Крашенинников	110
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	
ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ	
ПРИЕМА, ПЕРЕДАЧИ И РЕШЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ, ВОЗНИКШИХ	
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СРЕДНЕГО И КРУПНОГО ТИПА	113
А.С. Извозчикова, Р.Ю. Ильясов	
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УЧЕТА	
И КОНТРОЛЯ ЛИЧНЫХ ФИНАНСОВ	116
М.А. Карпенко, Ю.А. Болотова	
РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	
ДЛЯ ПРЕДСКАЗАНИЯ СЛОВА ПО НЕСКОЛЬКИМ ПРЕДЫДУЩИМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ MAP-REDUCE	110
В.С. Масляев, М.Е. Паршевникова	118
система «Облачного» Электронного	
ДОКУМЕНТООБОРОТА	12.1
М.М. Милихин, М.М. Рычагов	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГИС КАК СЕТЕВОЙ СЕРВИС	124

О.Ю. Миронов	
УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ ПОТОКОВ ДАННЫХ	
В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ ПРОМЫШЛЕННОГО	
НАЗНАЧЕНИЯ	127
А.А. Бегимова, Ф.А. Мухаметжанова	
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОСЕЩАЕМОСТИ САЙТА	129
Н.Е. Мурзагулова	
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ДЛЯ ПОСТАВКИ УСЛУГ	
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ (РЕГЛАМЕНТНЫХ)	
МЕРОПРИЯТИЙИИТЕЛЬНЫЙ МЕРОПРИЯТИЙ МИТЕЛЬНЫЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОТИМ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИЙ МЕРОПРИЯТИМ МЕРОПРИЯТИ	133
П.Ю. Найданов, А.В. Фоменко, А.А. Урасова	
СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ	
ДЛЯ WEB-GIS WGS4	136
М.Е. Паршевникова, В.С. Масляев	
СЕРВИС ЭЛЕКТРОННОГО РАСПИСАНИЯ В МОДЕЛЯХ ДВИЖЕНИЯ	
ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ	139
А.Е. Поспелова	
КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ	
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	140
М.В. Дубровина, П.Г. Груздев, О.И. Красавин, А.В. Рязанова	
САЙТ ОРГАНА МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ	
ПОСЕЛЕНЧЕСКОГО УРОВНЯ: ТИПОВОЕ РЕШЕНИЕ	143
О.В. Шестакова	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАБОТЫ	
С АБИТУРИЕНТАМИ	146
М.А. Шишанина	
ОНТОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ	
ПРОГРАММНЫХ ПРОЕКТОВ	150
И.В. Скляров, М.А. Зайцев	
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ГИС	152
А.А. Урасова, П.Ю. Найданов, А.В. Фоменко	
СОСТАВЛЕНИЕ ПОЭТАЖНОГО ПЛАНА. ПРИМЕНЕНИЕ	
ПОЭТАЖНЫХ ПЛАНОВ В WGS4-ГИС ВУЗА	
П.И. Усачева, В.О. Реннер, К.В. Соломин, М.А. Шишанина, Н.В. Пермяк	ова
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РИСКОВ ПРИ ЗАКЛЮЧЕНИИ	
КОНТРАКТА НА ПОСТАВКУ И АДАПТАЦИЮ КОРОБОЧНОГО	
ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА	158
Д.И. Вавилин	
ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ONLYOFFICE	
В МИБС г. ТОМСКА	161
А.В. Волос, М.С. Герасимова, Е.А. Гольцова, М.Г. Крашенинников	
АНАЛИЗ РЫНКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИЙ ПРИЕМА,	
ПЕРЕДАЧИ И РЕШЕНИЯ ИНЦИДЕНТОВ, ВОЗНИКШИХ	
НА ПРЕЛПРИЯТИЯХ СРЕЛНЕГО И КРУПНОГО ТИПА	163

СЕКЦИЯ 14

ИНФОМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

И УСТРОЙСТВА
Председатель секции – Черепанов О.И., профессор каф. ЭСАУ, д.фм.н.;
зам. председателя – Шидловский В.С., доцент каф. ЭСАУ, к.т.н.
W.R.M. W.O. F.
И.В. Кретов, И.Ю. Поляков
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ
ПРОДУКЦИИ ПО ШТРИХ-КОДУ
Я.Е. Мещеряков СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА
РАБОЧИХ ЦИКЛОВ ПЛАТФОРМ ЭКСКАВАТОРОВ
НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КУЗБАССА169
N.IO. Поляков
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА БАЗОВОЙ
НАСТРОЙКИ И КОНФИГУРАЦИИ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКА172
Л.В. Савкин КОНВЕЙЕРНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
В РЕКОНФИГУРИРУЕМОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕ
В РЕКОНФИГУРИРУЕМОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ
И ДИАГНОСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА
С.А. Тиссен, А.С. Водянов ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОГРЕШНОСТЬ
ИЗМЕРЕНИЙ ВЕКТОРНОГО АНАЛИЗАТОРА ЦЕПЕЙ176
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
К.К. Жаров СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА
СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРОЙ
НА ОСНОВЕ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕД 182
на основе перестраиваемых вычислительных сред182
СЕКЦИЯ 15
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
Председатель секции – Шурыгин Ю.А.,
директор департамента управления и стратегического
развития (первый проректор), зав. каф. КСУП, профессор, д.т.н.;
зам. председателя – Коцубинский В.П., доцент каф. КСУП, к.т.н.
зим. преосеоителя — Койучинский Б.П., воцент киф. КС 311, к.т.н.
ПОДСЕКЦИЯ 15.1
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ
Председатель секции — Черкашин М.В., доцент каф. КСУП, к.т.н.
reprocedument conquitation requirements and results in the results
А.В. Агеев, А.Е. Горяинов, А.А. Калентьев, Д.В. Гарайс
МОДУЛИ ПРОСМОТРА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
HA OCHOBE ΠΡΟΓΡΑΜΜЫ DATAVIEWER185

Т.А. Ахметов, И.М. Добуш, А.Е. Горяинов, А.С. Сальников	
ПРОГРАММА ЭКСТРАКЦИИ ПАРАМЕТРОВ МАЛОСИГНАЛЬНОЙ	
МОДЕЛИ ТРАНЗИСТОРОВ С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ	
ЭЛЕКТРОНОВ	188
А.В. Анисов, А.Е. Горяинов	
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ	
ДЛЯ INDESYS FRAMEWORK	191
С.А. Черных, К.Н. Ховалкина, А.Е. Горяинов	
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ СВЧ-КОМПОНЕНТОВ	
И УСТРОЙСТВ	194
К.Н. Ховалкина, С.А. Черных, А.Е. Горяинов, Д.В. Гарайс	
МОНОЛИТНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ	197
В.О. Касаткин, А.Е. Горяинов	
ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ	
МОДЕЛЕЙ ПАССИВНЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ	199
О.А. Ким, А.А. Калентьев	
МОДИФИКАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ЗАДАНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ	
И ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОГРАММЕ СТРУКТУРНО-	
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА GENEAMP	202
К.В. Кудачинова	
МОДУЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА	
РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	205
И.В. Кудрявцев, И.М. Добуш	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ДЕЭМБЕДДИНГА	
ДВУХПОЛЮСНЫХ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
СВЧ-МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	207
Р.Ю. Мусенов	
РАЗРАБОТКА МАЛОШУМЯЩЕГО УСИЛИТЕЛЯ L-ДИАПАЗОНА	
С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА БАЗЕ 0,25 мкм SiGe-ТЕХНОЛОГИИ	210
В.О. Назмутдинов, А.А. Калентьев	
ПРОГРАММА ТЕСТИРОВАНИЯ МЕТОДОВ	
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	213
А.А. Павлов, А.А. Калентьев, А.А. Самуилов	
МОДЕРНИЗАЦИЯ МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ	
ДЛЯ САПР СВЧ-УСТРОЙСТВ INDESYS	215
Р.Ш. Раджиметов, А.Е. Горяинов, И.М. Добуш, А.Н. Сальников	
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ПРОСМОТРА КОЭФФИЦИЕНТОВ	
ПЕРЕДАЧИ И УСТОЙЧИВОСТИ СВЧ-ТРАНЗИСТОРА	218
А.С. Сальников, Р.Ю. Муссенов	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАССИВНЫХ СИММЕТРИРУЮЩИХ	
ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ	
КРЕМНИЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ	220
Д.Д. Трифонов, А.А. Калентьев	
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОПТИМИЗАЦИИ	223

ПОДСЕКЦИЯ 15.2

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Председатель секции – Коцубинский В.П. , доцент каф. КСУП, к.т.н.	
Д. Бударагин	
СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ22	6
Я.В. Булгаков, И.А. Хабибулин	_
МОНТАЖ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ «ТЕПЛЫЙ ПОЛ»	8
П.Е. Густокашин, А.А. Городилов, А.В. Богомолов,	
Р.В. Вакуленко, Р.С. Чирцов, А.А. Трофимов ВИРТУАЛЬНЫЙ СИМУЛЯТОР СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ23:	2
А.Е. Лупул	_
ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРОДАЖ	4
Д.К. Миронюк	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ 3D-ПРИНТЕРОМ	5
Ф.В. Попелев, В.В. Васецкий	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ	7
Д.А. Ракитин, А.А. Железнов	
СТРУКТУРА СЦЕНАРИЕВ «УМНОГО» ДОМА	9
А.А. Россихин	
ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ В	_
РЕЖИМНОМ ТРЕНАЖЕРЕ ДИСПЕТЧЕРА «ФИНИСТ»	3
П.А. Саморядов РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МИНИ-РОБОТОМ24.	_
дистанционного управления мини-ровотом24. А.С. Власов)
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ	
ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СИСТЕМАМИ	
ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ АУДИТОРИИ №321 ФЭТ ТУСУРа24	
Д.А. Ракитин, А.А. Железнов	′
КОММЕНТАРИИ К МОДЕЛИ	
«ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОКУПАТЕЛЯ В АПТЕКЕ»	8
ПОДСЕКЦИЯ 15.3	
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ	
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
И УПРАВЛЕНИЯ	
Председатель секции — Хабибуллина Н.Ю., доцент каф. КСУП, к.т.н	
П.А. Беляева	
СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНОЙ БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ	n
	9

А.С. Айтбекова, Н.А. Гумело, А.С. Дервоедов, А.А. Карпеева	
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВИДЕОСИСТЕМЫ	
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
НА ОСНОВЕ ФОКУСНОГО СКАНИРОВАНИЯ	251
М.В. Фролов	
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	253
С.Е. Гаан, С.С. Махмутов, М.А. Давыдов, В.В. Осипенко	
СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-САЙТА	254
А.В. Гарапшина	
БАЗА ДАННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «СТРОЙМЕХСЕРВИС»	257
К.П. Гладкая, А.А. Кондрашов	
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ИНТЕРАКТИВНАЯ	
ВИЗИТНАЯ КАРТА КАФЕДРЫ»	259
А.Д. Иванова	
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ	261
В ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СУБД	261
Д.И. Хабибулин	261
МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ	264
А.К. Коробкина, В.В. Никитин, В.И. Никонова	200
ЛИЧНЫЙ КАБИНЕТ МЕТОДИСТА КАФЕДРЫ	266
А.А. Корягина ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ	267
, ,	267
Е.М. Кудайберген РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	
РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПНОГО ОБУЧАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА «ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»	260
«прикладные методы искусственного интеллекта» Е.М. Кудайберген, М.В. Мурлян	209
ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
«ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»	272
«пт икладивы методы иску сственного интеллекта» А.А. Курганова	212
А.А. курсинови АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ	
дизельной электростанцией	275
Ю.О. Кузнецова	213
ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕДУРЫ	
ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТЫ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ	278
О.О. Мельник	2,0
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ	
МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА	
ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ APPLE IOS	281
Е.В. Ошлоков	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ	
КОДОМ «HIBERNATE» ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA	
С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ ORM-МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ	
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ	
С РЕШЕНИЕМ ЗАДАЧИ ОБЪЕКТНО-РЕЛЯЦИОННОГО	
ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ	283

А.И. Кравцов, А.Ю. Осипов, А.Д. Ярматов	
РАЗРАБОТКА КРОССПЛАТФОРМЕННОГО МОБИЛЬНОГО	
ПРИЛОЖЕНИЯ	285
А.В. Пинкевич	
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ СОТРУДНИКОВ	
ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ	286
И.А. Поляцкий, И.В. Ячный	
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	
НА «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ» «УСЛУГИ ШИНОМОНТАЖА»	289
А.С. Потапова	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРЕДПРИЯТИЯ	
ООО «ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА»	291
Д.А. Ракитин, А.А. Железнов	
СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОМАШНЕГО	
ПРОСТРАНСТВА НА БАЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ	293
Е.А. Румянцева, А.С. Сеидова	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА И ПОДГОТОВКИ	
ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОЙ	
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ	296
В.А. Шолохова	
ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС «КОМПЬЮТЕРНАЯ	
ГРАФИКА» НА БАЗЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID	298
С.О. Сидлецкий, В.В. Манаков	
РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ	
НА ПЛАТФОРМЕ WINDOWS PHONE	301
Р.Е. Сулейменов, Е. Чоу, К.В. Шайхалова	
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО	
МАТЕРИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННОГО ЛИЦА	303

Научное издание

Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2015»

13-15 мая 2015 г., г. Томск

В пяти частях

Часть 3

Корректор – В.Г. Лихачева Верстка В.М. Бочкаревой

Издательство «В-Спектр». Сдано на верстку 01.04.2015. Подписано к печати 30.04.2015. Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 19,75. Тираж 500 экз. Заказ15.

Тираж отпечатан ИП Бочкаревой В.М. ИНН 701701817754 634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, т. 49-09-91 E-mail: bvm@sibmail.com