



Преимущества обучения в ТУСУРе:

- Высокое качество образования в ТУСУРе основано на высокой квалификации профессорско-преподавательского 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 олимпиад школьников, утвержденных Минобрнауки РФ) и 13 июля (если абитуриент будет сдавать вступительные и испытания, проводимые ТУСУР самостоятельно). Абитуриент имеет право подать заявление не более чем на 3 направления подготовки и/или специальности ТУСУР, указав их 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, русский 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/>



TUSUR

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР-2015



**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
13-15 мая 2015 г. (В пяти частях)**

Часть 1

г. Томск

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 1

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 научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 13–15 мая 2015 г. – Томск: В-Спектр, 2015: в 5 частях. – Ч. 1. – 328 с.

ISBN 978-5-91191-323-6

ISBN 978-5-91191-324-3 (Ч. 1)

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 электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированных 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 жизнедеятельности.

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 978-5-91191-324-3 (Ч. 1)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2015



*Генеральный спонсор
конференции –
ЗАО «ПЭК Миландр»*

ЗАО «ПЭК 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 типоминиалов 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, осущестляющего измерения, анализ и испытания микросхем.

В июне 2014 г. ЗАО «ПЭК 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 «ПЭК 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 «ПЭК 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



***Спонсор 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

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 батарей.

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 непerezаряжаемых 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 «СургутНефтегазгеофизика» (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 СО 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., проф. 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., проф. каф. РЭТЭМ, д.б.н., профессор;
- Катаев М.Ю., проф. каф. АСУ, д.т.н., профессор;
- Кочубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП, к.т.н., доцент;
- 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., проф. каф. АСУ, д.т.н., профессор;

➤ Осипов Ю.М., академик Международной академии информатизации, д.э.н., д.т.н., профессор;

➤ Пустынский И.Н., проф. каф. ТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор;

➤ Разинкин В.П., проф. 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., проф. каф. КИБЭВС, д.т.н., профессор;

➤ Черепанов О.И., зав. каф. ЭСАУ, д.ф.-м.н.;

➤ Шарангович С.Н., проф., зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.;

➤ Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС, д.т.н., профессор;

➤ Шостак А.С., проф. 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, проф. 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, проф. 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 нанoeлектронных средств. Председатель секции – Еханин Сергей Георгиевич, проф. 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, проф. 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, проф. каф. РЗИ, д.т.н.
- Секция 8. Оптические информационные технологии, нанoфотоника и оптоэлектроника. Председатель секции – Шарангович Сергей Николаевич, проф., 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, проф. 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, проф., д.т.н.; зам. председателя – Смирнов Серафим Всеволодович, проф. каф. ФЭ, д.т.н.
- Секция 12. Промышленная электроника. Председатель секции – Михальченко Геннадий Яковлевич, директор НИИ ПрЭ, проф., д.т.н.; зам. председателя – Семенов Валерий Дмитриевич, проф., 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. Информационно-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.
- 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, проф., 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, проф. 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,

- проф. 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, проф. 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, проф. 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., проф. каф. ФиС, директор НОЦ «СГТ»; Покровская Елена Михайловна, доцент каф. ФиС, к.ф.н., директор НОЦ ГФ ТУСУРа
- Секция 23. Молодежные инновационные научные и научно-технические 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 1

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

*Председатель – Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС, д.т.н., профессор;
зам. председателя – Тисленко В.И., профессор каф. РТС, д.т.н.,
доцент*

РАДИОМОДЕМ НА БАЗЕ МОДУЛЯ RFM69 И КОНТРОЛЛЕРА STM32

*М.Н. Белкин, магистрант каф. РФТиФ
Научный руководитель А.Я. Суранов, доцент каф. РФТиФ, к.т.н.
г. Барнаул, АлтГУ, mikhail.belkin69@yandex.ru*

При разработке локальных беспроводных систем передачи данных возникает потребность в недорогих радиомодемах, работающих в одном из нелицензируемых диапазонов частот. Опыт разработки беспроводных систем показал, что в качестве таких модемов с успехом могут применяться модули RFM компании HopeRF [1], дополненные надлежащим микропроцессором. В функции микропроцессора входит начальная инициализация радиомодуля и последующая поддержка приёма/передачи данных. Несмотря на подробную техническую документацию, предоставляемую компанией, при включении новых модулей возникает ряд проблем, которые могут быть решены только экспериментальным способом. Поэтому наряду с разработкой радиомодема возникает потребность в разработке соответствующей системы для экспериментального исследования работы модема и достигаемых характеристик.

Целью данной работы является разработка радиомодема на базе модуля RFM69CW и системы тестирования его работы. Радиомодем рассчитан на работу в диапазоне 868 МГц.

Внешний вид одного из вариантов разработанного радиомодема, предназначенного для работы с ПК, показан на рис. 1.

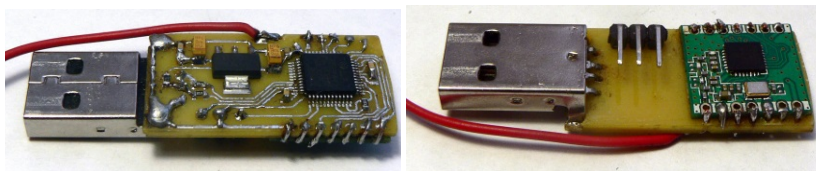


Рис. 1. Вид снизу и сверху радиомодема на базе модуля RFM69CW

На первом этапе разработки модема для обеспечения наглядности его инициализации и работы входы и выходы радиомодуля подключались к цифровым входам и выходам интерфейса myDAQ [2] компании National Instruments. Схема подключения показана на рис. 2.

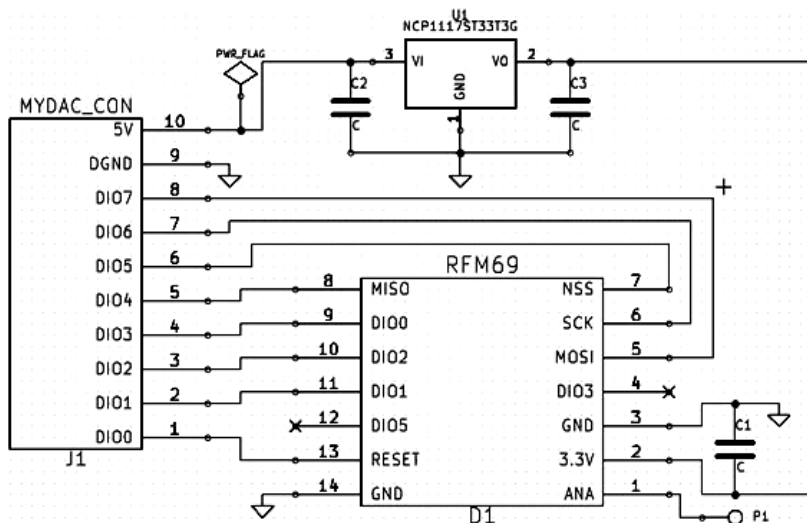


Рис. 2. Схема подключения модуля RFM69CW к интерфейсу myDAQ

С помощью интерфейса myDAQ осуществлялись инициализация модуля и последующая передача/приём данных. Для решения последней задачи использовался программно реализованный интерфейс SPI. Программное обеспечение инициализации и передачи данных было написано на LabVIEW [3].

Приём и анализ передаваемых данных осуществлялись с помощью векторного трансивера NI PXIe-5644R [4]. Наличие на его выходе квадратурных сигналов позволяло с помощью программы на LabVIEW легко демодулировать принятый сигнал с FSK- или GFSK-модуляцией и проанализировать принятую битовую последовательность. Пример демодулированного сигнала приведён на рис. 3.

На рис. 3 чётко видна преамбула в виде чередования нулей и единиц и последующие информационные байты.

Описанная система позволила оперативно отладить работу нового модуля RFM69CW, выбрать антенну и оптимизировать её работу, а также оценить дальность распространения сигнала в здании не толь-

ко с точки зрения его уровня, но и в плане достоверности передачи данных.

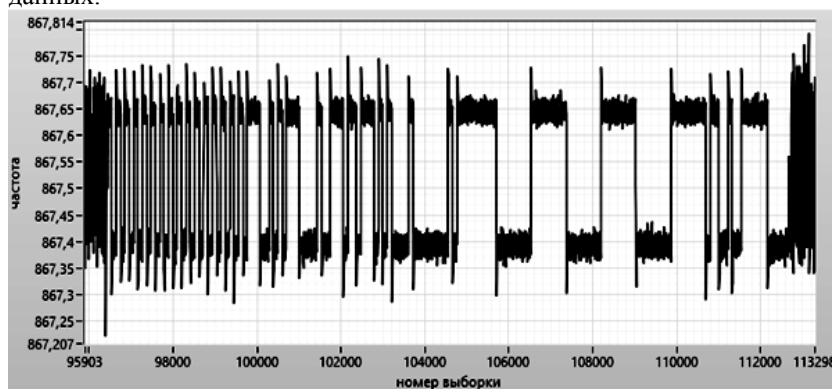


Рис. 3. Демодулированная битовая последовательность

В соответствии с отлаженным алгоритмом поддержки работы модуля RFM69CW далее была написана программа на С, которая зашивалась в память микроконтроллера STM32. Объединение в радиомодеме модуля RFM69CW и STM32 позволило получить следующие характеристики: максимальная скорость передачи данных – 128 кбит/с, потребляемая мощность во время передачи данных – 500 мВт, в режиме ожидания – 250 мВт.

Описанная система может использоваться не только для научно-производственных, но и для учебных целей. В настоящее время на её базе студентами направления «Радиофизика» АлтГУ выполняются лабораторные работы по курсу «Техника приёма и обработки сигналов».

ЛИТЕРАТУРА

1. RFM69CW 13dBm RF transceiver. [Electronic resource]. URL: http://www.hoperf.com/rf/fsk_module/RFM69CW.htm, свободный.
2. NI myDAQ [Electronic resource]. URL: <http://www.ni.com/mydaq/what-is/>, свободный.
3. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. М.: ДМК-Пресс, 2007. 536 с.
4. NI PXIe-5644R/5645R/5646R [Electronic resource]. URL: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/210629>, свободный.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ОДНОПОЗИЦИОННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЗУЮЩЕГО ОТРАЖЕНИЯ ОТ МЕСТНЫХ ПРЕДМЕТОВ

В.К.А. Бирюкова, аспирант каф. РТС

*Научный руководитель В.П. Денисов, проф, каф. РТС, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, dvp15@sibmail.com; bvca@micran.ru*

Определение местоположения источников излучения является важной частью радиомониторинга. Среди различных способов решения этой задачи имеются методы, использующие одну приёмную позицию [1]. Наиболее часто применяется подход к определению дальности с использованием отражений от находящихся на трассе предметов (деревьев, строений и т.д.), элементов рельефа [2].

Дальность определяется по значениям углов прихода и задержкам отраженных сигналов относительно прямого. Недостатком метода является чувствительность к уровню отраженного сигнала [3, 4].

Целью настоящей публикации является оценка предельной дальности действия однопозиционного метода.

Анализ выполнен расчетным путём с использованием экспериментальных материалов НИИ РТС, полученных в натурных условиях на трассах прямой видимости (до 30 км) [5].

Очевидно, что метод потеряет свою работоспособность, когда исчезнут отражения или уменьшатся задержки сигналов отражателей относительно прямого сигнала (отраженный сигнал сольётся с прямым), при этом приниматься будет прямой сигнал, который не содержит информации о дальности.

Характерные формы принятых сигналов в максимуме диаграммы направленности источника излучения и при отвороте антенны приведены на рис. 1, а и б соответственно.

Из рис. 2 следует, что разность хода между прямым и отраженным

сигналами рассчитывается по формуле:
$$\Delta r = \frac{x^2}{2} \cdot \frac{D}{R_1(D - R_1)}.$$

Отсюда, задержка переотражённого сигнала равна: $\tau_3 = \frac{\Delta r}{c},$ где

c – скорость распространения радиоволн.

Уровень прямого сигнала рассчитывается по формуле [6]

$$P_{\text{пр,дБ}} = P_{\text{изл}} + G_T + G_R(\Theta) + \eta_1 + \eta_2 + 20 \lg \frac{\lambda}{4\pi D}.$$

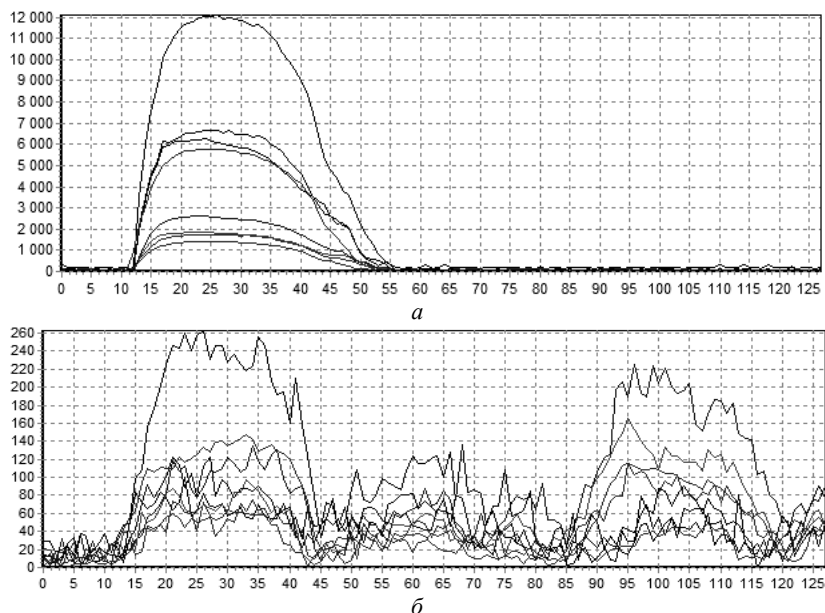


Рис. 1. Форма сигналов, принятых от источника излучения: *a* – взаимное наведение антенн приёмника и источника излучения; *б* – антенна источника отвёрнута на 56 градусов влево. Протяжённость трассы 19 км

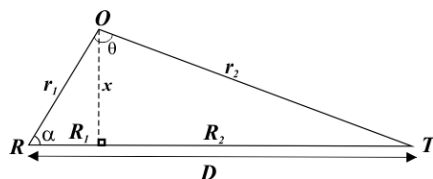


Рис. 2. Геометрические соотношения в однопозиционной системе определения дальности до источника излучения

Уровень отражённого сигнала рассчитывается по формуле

$$P_{0, \text{дБ}} = P_{\text{изл, дБ}} + G_T + \eta_1 + \eta_2 + G_R + \sigma_0(\Theta) + 20 \lg \frac{\lambda}{4\pi r_1} + 20 \lg \frac{\lambda}{4\pi r_2},$$

где $P_{\text{изл}} = 100$ кВт в импульсе – мощность сигнала источника излучения; $G_T = 30$ дБ, $G_R = 10$ дБ – коэффициенты усиления передающей и приемной антенн соответственно; $\eta_1 = 0$, $\eta_2 = 0,9$ – КПД линии передачи энергии от антенны до приемника и от передатчика до антенны соответственно; $\lambda = 3$ см – длина волны; D – расстояние между пере-

датчиком и приемником; $\sigma_0(\Theta)=25$ дБ – эффективная площадь рассеяния рассеивающего объекта; в расчётах $\sigma_0(\Theta)$ не зависит от угла рассеяния Θ .

Характеристики принятых сигналов. $P_{\text{прмин}} = -147$ дБ/Вт в полосе 1 МГц

D , км	r_1 , км	$P_{\text{пр}}$, дБ	P_0 , дБ/Вт	$P_{\text{пр}} - P_{\text{прмин}} $, дБ	$P_0 - P_{\text{прмин}} $, дБ	Δr , км	τ_3 , мкс
16	1	-136,5	-137,0	10,5	10,0	0,774	25,8
	3		-145,0		2,0	2,848	94,9
	5		-149,9		-2,9	4,38	146,0
19	1	-138,0	-138,2	9	8,8	0,770	25,7
	3		-147,3		-0,3	2,61	87,0
	5		-151,3		-4,3	4,86	162,0
30	1	-142,0	-142,2	5	4,8	0,762	25,4
	3		-151,5		-4,5	2,368	78,9
	5		-155,7		-8,7	4,09	136,3

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Наблюдается уменьшение уровня отражённого сигнала с увеличением расстояния между приёмником и передатчиком и удалением отражающего объекта от приёмника.
2. В связи с уменьшением уровней отраженных сигналов наблюдаемые сигналы сближаются до слияния с прямым.
3. Уменьшение по размеру зоны наблюдаемости отраженных сигналов способствует увеличению погрешности оценки D (таблица).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Robinson C.F.* Distant transmitter range measurement: UK Patent Application : 2094089. 1982.
2. *Гельцер А.А.* Способ измерения дальности до цели и устройство для его реализации / А.А. Гельцер, В.П. Денисов, А.А. Мещеряков; Заявка на изобретение №2010140174. Роспатент, 2010.
3. *Аверьянов В.Я.* Разнесенные радиолокационные станции и системы / В.Я. Аверьянов. Минск: Наука и техника, 1978. 184 с.
4. *Сколник М.* Справочник по радиолокации. / Пер. с. англ. Под общ. ред. К.Н. Трофимова. Т. 1. М.: Сов. радио, 1976/78.
5. *Денисов В.П., Колядин Н.А.* Исследования антенной системы фазового пеленгатора на наземных трассах // Доклады ТУСУРа. 2009. Ч. 1. С. 7–14.
6. *Калинин А.И.* Распространение радиоволн и работа радиолинии / Л.И. Калинин, Е.Л. Черенкова. М.: Связь, 1971. 440 с.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ГОЛОВКИ САМОНАВЕДЕНИЯ

Д.З. Гончиков, А.А. Кожин, А.В. Очиртаров, студенты каф. РТС

Научный руководитель А.С. Аникин, ассистент каф. РТС, к.т.н.

*г. Томск, ТУСУР, urchery@mail.ru, arthur_1994@inbox.ru,
meteor-94@mail.ru*

*Проект ГПО РТС-1406 «Демонстрационный стенд для проведения
лабораторных работ по пассивным радиосистемам наведения»*

Для проведения курса лабораторных работ по пассивным радиосистемам наведения необходимо оборудование, позволяющее демонстрировать и изучать работу радиотехнической аппаратуры. В качестве такого оборудования может использоваться: а) персональный компьютер с предустановленным программным обеспечением, которое позволяет имитировать работу основных узлов исследуемой аппаратуры; б) макет либо прототип действующей радиосистемы; в) изделие изучаемой радиотехнической аппаратуры. Авторами проекта предоставлены пассивная радиолокационная головка самонаведения (ПРГС) и пульт управления этим изделием. Указанное оборудование направлено на создание демонстрационного стенда для изучения принципов работы ПРГС. Демонстрационный стенд должен позволять изучать процессы преобразования сигналов в ключевых узлах пассивной радиолокационной головки.

Цель работы: представить схему и состав демонстрационного стенда для проведения лабораторных работ по пассивным радиосистемам наведения.

Пульт является средством контроля и предназначен для настройки и неавтоматизированной проверки пассивной радиолокационной головки на соответствие требованиям технических условий. Он позволяет формировать команды и сигналы аппаратуры управления, которые передаются в изделие через соединительные элементы. Помимо этого, пульт обеспечивает контроль команд и сигналов, поступающих с изделия, обеспечивает визуальную индикацию прохождения команд и сигналов и т.д.

Исходный состав основных блоков для создания демонстрационного стенда включал в себя:

1. Пассивную радиолокационную головку самонаведения (ПРГС), которая обеспечивает поиск, обнаружение и захват на сопровождение РЛС-целей импульсного излучения.

2. Пульт предназначен для контроля основных параметров сигналов в ключевых узлах ПРГС и выдачи команд для её управления.

3. Преобразователь напряжений, который преобразовывает постоянное напряжение в переменное напряжение частотой 1000 Гц, 36 В.

Для работы демонстрационного стенда указанных элементов явно недостаточно. Для изучения процессов преобразования сигналов в ключевых узлах ПРГС дополнительно необходимы: источник излучения, антенна, цифровой осциллограф, генератор для синхронизации пульта и источника излучения, делитель мощности, блоки питания постоянного напряжения, комплект кабелей.

Общая схема комплекта оборудования демонстрационного стенда с учётом недостающих элементов, а также соединительных кабелей и проводов заземления показана на рис. 1.

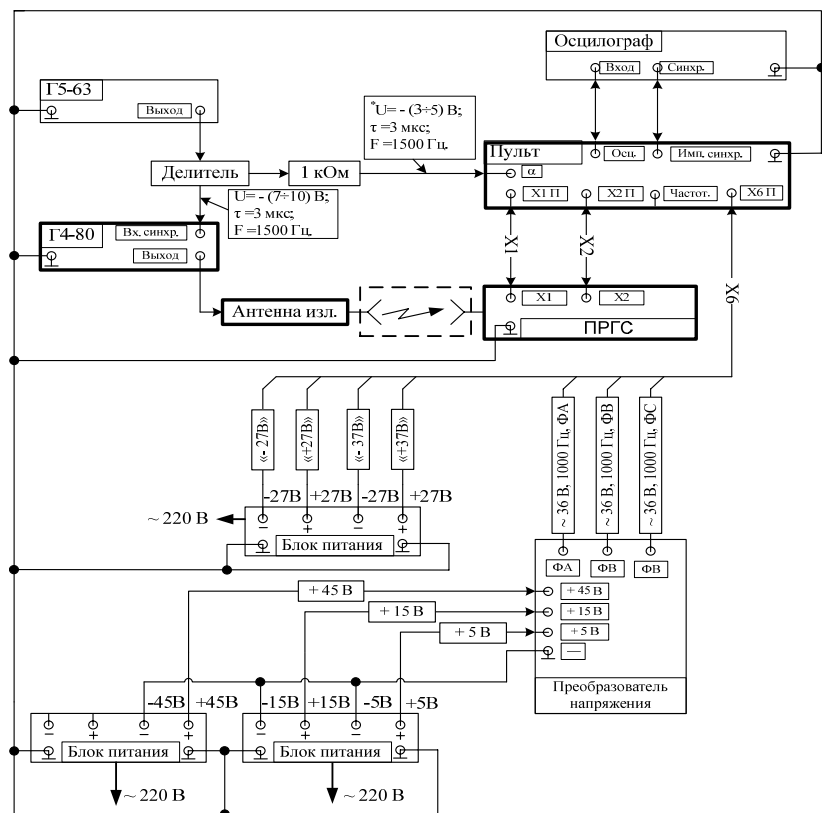


Рис. 1. Общая схема подключения блоков демонстрационного стенда

На общей схеме показаны электрические соединения комплекта с ПРГС, электрические соединения между составными частями ком-

плекта, а также схематично показаны конструкции, необходимые для функционирования демонстрационного стенда.

Пульт соединяется с ПРГС многожильными кабелями X1, X2 для передачи команд и контроля сигналов в ключевых узлах ПРГС. На пульт с блока питания подается постоянное напряжение ± 27 В, а с преобразователя напряжений подается трехфазное переменное напряжение (ФА, ФВ, ФС) ~ 36 В, 1000 Гц. На преобразователь напряжения подаются постоянные напряжения с блоков питания +5, +15, +45 В.

Генератор Г5-63 генерирует прямоугольные синхроимпульсы, которые через делитель мощности поступают на СВЧ-генератор Г4-80 и на пульт [1]. Г4-80 формирует высокочастотный сигнал, который поступает на антенну. Для формирования импульсного радиосигнала генератор переводится в режим внутренней импульсной или внешней модуляции (например, от генератора Г5-63) [2].

Генератор высокочастотных сигналов совместно с антенной образуют имитатор сигналов РЛС. Сигнал от генератора Г5-63 через нагрузку в 1 кОм подается на пульт. Для настройки параметров видеоимпульсов синхронизации используется цифровой осциллограф DSO-X 3034A. Также осциллограф предназначен для контроля и наблюдения параметров сигналов в ключевых узлах ПРГС [3]. Все устройства, используемые в стенде, заземляются на общую землю.

Таким образом, для работы демонстрационного стенда необходимы: ПРГС, пульт управления, генераторы Г4-80 и Г5-63, антенна, цифровой осциллограф DSO-X 3034A, блоки питания, комплект кабелей и преобразователь напряжения.

Результатом проведенной работы являются:

- выявление технических характеристик имеющихся блоков и недостающих блоков для работы демонстрационного стенда;
- разработка общей схемы подключения блоков демонстрационного стенда;
- комплектация блоков демонстрационного стенда и испытания основных узлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГВЗ.264.037 ФО Техническое описание и инструкция по эксплуатации генератора импульсов Г5-63/1989. 47 с.

2. 3.260.043 ПС Техническое описание, инструкция по эксплуатации и паспорт генератора СВЧ Г4-80/1981. 144 с.

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОРБИТЫ ДВИЖЕНИЯ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА

Д.О. Королев, студент каф. РТС

Научный руководитель А.А. Мещеряков, доцент каф. РТС

г. Томск, ТУСУР, korolyov.93@gmail.com

Проект ГПО РТС-1403 «Разработка и изготовление аппаратуры полезной нагрузки малого космического аппарата»

При решении задач дистанционного мониторинга различных природных и антропогенных объектов наряду с данными, получаемыми на основе систем наблюдения, необходимо получение различной вспомогательной информации. К такой информации относят метеоданные, позволяющие делать прогнозы состояния атмосферы. В рамках поставленной задачи частота получения метеоданных составляет четыре раза в сутки [1].

С развитием спутниковых технологий появились новые методы исследования состояния атмосферы. Одним из наиболее эффективных методов является использование систем космического мониторинга для дистанционного зондирования атмосферы Земли. Главная задача, которую решает такая система, – обеспечение регулярного оперативного получения информации о состоянии атмосферы. Для этого требуется установка специального оборудования на космические аппараты и разработка алгоритма его работы.

На данный момент в НИИ РТС уже ведется разработка полезной нагрузки (т.е. такого устройства) для низкоорбитального малого космического аппарата (МКА), позволяющей решить задачу с использованием принимаемого на Земле ее сигнала и стандартных метеоизмерений в пункте приема (в г. Томске). Одной из основных задач при этом становится выбор баллистического движения группировки МКА, на которых будет установлена полезная нагрузка, обеспечивающего в г. Томске видимость хотя бы одного МКА группировки четыре раза в сутки (в 6, 12, 18 и 00 ч по местному времени, что соответствует времени проведения стандартных метеоизмерений).

Для МКА, выполняющих указанную задачу, можно рекомендовать солнечно-синхронную орбиту [2]. Движение следует синхронизировать с движением линии светораздела по поверхности Земли так, чтобы спутники всегда находились над границей освещенной и неосвещенной солнцем территории. При этом каждый МКА (группировки из 2 МКА) будет находиться над одной и той же точкой Земли два раза в сутки при одинаковых условиях освещенности. Для этого орбиты

должны иметь высоту h в интервале 600–800 км и наклонение i порядка 99° [3].

С учетом изложенных требований было произведено моделирование баллистического движения МКА в программе System tool kit с целью выбора наиболее оптимальных параметров орбит. В общем случае необходимое наклонение для орбиты можно вычислить по формуле (1) [4]:

$$i = \arccos\left(-4,755411 \cdot 10^{-15} \cdot (1-e) \cdot a[\text{км}]^{7/2}\right), \quad (1)$$

где a – большая полуось орбиты; e – эксцентриситет орбиты.

На рис. 1, *a* и *б* представлены зависимости времени видимости МКА от параметров орбиты (ее высоты и наклона). Рисунок 1, *a* построен при наклонении $98,6^\circ$, рис. 1, *б* при высоте орбиты 800 км.

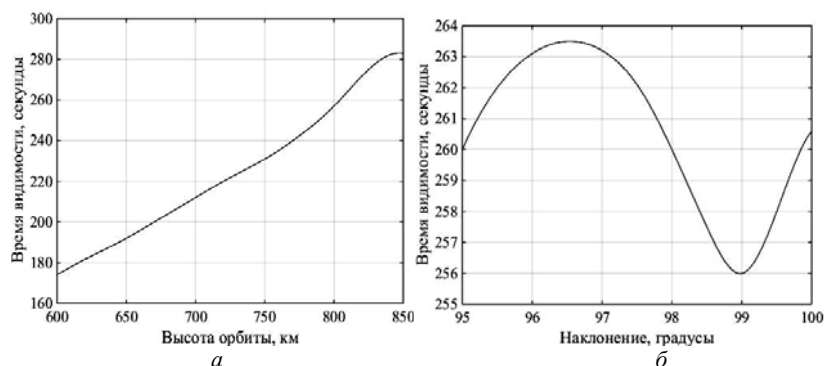


Рис. 1. Зависимость времени видимости МКА от высоты орбиты – *a*; *б* – зависимость времени видимости МКА от наклонения орбиты

Орбиты движения МКА имеют одинаковые параметры, но движение одного из МКА происходит с задержкой на шесть часов относительно другого спутника. Для этого орбиты разнесены по долготе восходящего узла (Ω) на угол 90° .

В таблице приводятся рассчитанные с учетом заданных условий параметры орбит группировки из 2 МКА.

Параметры орбит группировки МКА

Номер МКА	T , с	H , км	e	i , град	Ω , град	Ω , град	Видимость за сутки, число раз
1	6052,41	800	0	98,608	130	0	2
2	6052,41	800	0	98,608	40	0	2

На рис. 2 представлено изменение расчетного времени видимости одного МКА в течение месяца в результате моделирования движения МКА по выбранной орбите.

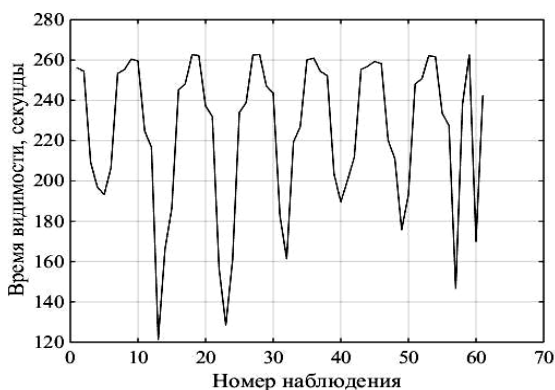


Рис. 2. Изменение времени радиовидимости видимости МКА за один месяц

Длительность одного сеанса связи будет варьироваться от 120 до 260 с. Такое различие связано в первую очередь с прецессией орбиты под влиянием верхних слоев атмосферы Земли. Однако этого времени будет достаточно для передачи необходимой информации в пункт приема.

Таким образом, в результате моделирования были получены параметры орбиты с наилучшими баллистическими характеристиками, обеспечивающие радиовидимость в районе города Томска группировки спутников из 2 МКА четыре раза в сутки в заданное время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уваров И.А., Халикова О.А. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10, № 2. С. 30–45.
2. Хромов А.В., Ходненко В.П. Выбор проектных параметров системы коррекции орбиты космического аппарата дистанционного зондирования земли // Вопросы электромеханики. 2011. Т. 121. С. 15– 22.
3. Безродных И.П., Казанцев С.Г. Радиационные условия на солнечно-синхронных орбитах в период максимума солнечной активности // Вопросы электромеханики. 2010. Т. 116. С. 23–26.
4. Taylor E. J. Orbit theory and applications, 1991.

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УГОЛКОВОЙ АНТЕННЫ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.А. Пономарева, аспирант каф. радиофизики

Научный руководитель В.П. Беличенко, проф. каф. радиофизики,

д-р ф.-м.н.

г. Томск, НИ ТГУ, ponomareva@sibmail.com

Широкое применение в антенно-фидерной технике получили антенны направленного действия. К ним относится, в частности, уголковая антенна, которая содержит рефлектор с углом раскрыва γ и облучатель (рис. 1).

В качестве облучателя уголковой антенны используются либо одиночный вибратор, либо сложная многовибраторная антенна. Поле, излученное уголковой антенной, является суммой полей создаваемых облучателем и вторичными токами, текущими по поверхности рефлектора.

Параметры уголковых антенн достаточно просто рассчитываются в том случае, когда излучаемый антенной сигнал является узкополосным, а облучатель – линейным вибратором, параллельным ребру уголкового рефлектора. Как показывают расчеты и экспериментальные исследования, диаграмма направленности антенны существенно зависит от отношения d/λ , где d – расстояние от облучателя до ребра рефлектора, λ – длина волны. В инженерной практике высота рефлектора H выбирается несколько большей, чем длина облучателя, а ширина грани рефлектора L – не меньше λ . При этом чем меньше угол γ , тем больше должен быть размер L . В результате расчетов установлено, что отношение d/λ следует выбирать в следующих пределах: 0,25...0,75 при $\gamma = 90^\circ$; 0,35...0,8 при $\gamma = 60^\circ$; 0,5...1,1 при $\gamma = 90^\circ$ [1]. Со стороны малых значений отношение d/λ ограничено значительным снижением сопротивления излучения, со стороны больших значений – нежелательным искажением формы диаграммы направленности. Как показывают расчеты, при правильном выборе угла γ и расстояния d максимальное излучение получается в направлении биссектрисы угла γ . Конструктивная простота уголковой антенны позволяет при ее незначительных размерах получить диаграмму направленности шириной до 20° (по уровню половинной мощности).

В настоящее время большое распространение получают сверхширокополосные системы. В этом случае спектр сигнала облучателя за-

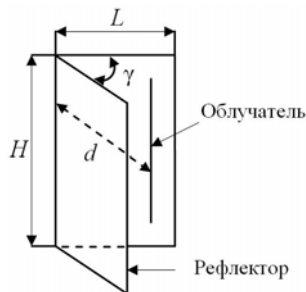


Рис. 1. Уголковая антенна

нимает очень широкую полосу частот. Причем в зависимости от временной формы сигнала может оказаться обогащенной либо низкочастотная, либо высокочастотная части спектра. Поэтому, согласно сказанному выше, условия излучения указанных частей спектра сигнала в значительной степени отличаются. Это обстоятельство оказывает решающее влияние на временную форму излученного сигнала.

Таким образом, большой интерес представляет подробное исследование характеристик излучения уголкового антенны в режиме сверхширокополосного излучения. А именно, выяснение как будут зависеть характеристики излучения от угла раскрыва γ , положения облучателя d , временной формы сигнала и т.д.

Строгий анализ направленных свойств уголкового антенны конечных размеров весьма сложен, он требует знания распределения токов на поверхности рефлектора. Однако в частном случае, когда грани рефлектора являются бесконечными и идеально проводящими, можно воспользоваться методом зеркальных изображений. Согласно этому методу исходная излучающая структура заменяется эквивалентной ей структурой, содержащей облучатель и конечное число его изображений в гранях рефлектора. При этом количество излучателей «изображений» n и угол раскрыва рефлектора γ связаны соотношением $\gamma = 180^\circ/n$, а результирующее электромагнитное поле является суперпозицией полей, создаваемых всеми излучателями.

Для примера на рис. 2 показано взаимное расположение действительного облучателя и его зеркальных изображений в том случае, когда $\gamma = 60^\circ$ [2]. Действительный облучатель 1 и изображения 2–6 показаны в виде точек. В данном случае уголкового рефлектора заменяется пятью фиктивными излучателями 2–6. Токи фиктивных излучателей 3 и 5 совпадают по фазе с токами действительного излучателя 1. А токи фиктивных излучателей 2, 4, 6 отличаются по фазе относительно этого тока на 180° . На рис. 2 указанные соотношения фаз токов действительного и фиктивных излучателей обозначены знаками «+» и «-».

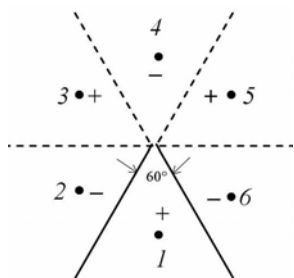


Рис. 2. Облучатель и его зеркальные изображения [2]

В рамках такого подхода, задача нахождения результирующего поля может быть решена с помощью математического аппарата, использованного нами для решения задачи о нестационарном излучении кольцевых и дисковых источников [3]. В его актив можно отнести весьма простую структуру окончательных расчетных соотношений.

На основе полученных соотношений проводился расчет распределения поля на больших удалениях от дипольного источника (в дальней зоне) в пределах всей угловой области. Расчеты подтвердили наличие выраженной зависимости структуры поля от величины раскрыва двугранного угла γ , местоположения и пространственной ориентации дипольного источника, временной формы импульса тока, возбуждающего источник, его длительности и спектрального состава.

Работа выполнена по программе повышения конкурентоспособности Томского государственного университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротхаммель К. Антенны: в 2 т. / К. Ротхаммель. Т. 2. Данвел, 2005. 414 с.
2. Айзенберг Г.З. Антенны УКВ: в 2 ч. / Г.З. Айзенберг, В.Г. Ямпольский, О.Н. Терешин. Ч. 2. М.: Связь, 1977. 288 с.
3. Беличенко В.П., Пономарева М.А. Простой метод решения задачи о нестационарном излучении кольцевых и дисковых излучателей // Изв. вузов. Физика. 2012. Т. 55, № 8/2. С. 33–34.

ЦИКЛ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ «ФОРМИРОВАНИЕ И МОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ»

П.Я. Ширяев, И.А. Черкасов, студенты каф. РТС

*Научный руководитель А.С. Бернгардт, доцент каф. РТС, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, 777petruh@mail.ru, ivan.seorass@outlook.com,
asbern48@mail.ru*

В ходе обучения у большинства студентов возникают сложности с пониманием материала. Дело в том, что тяжело усваивать то, что говорит преподаватель, и то, что написано в книгах. Известно, что для лучшего усвоения материала требуется его визуальное подкрепление и непосредственное участие в процессе обучения, поэтому на базе нашей кафедры создаются демонстрационные модули [1]. Нашей основной задачей было максимально доступно показать студентам некоторые процессы, происходящие при формировании и обработке сигналов в современных радиотехнических системах, и другие не менее важные, интересные, познавательные технологии. На сегодняшний день реализовано пять демонстрационных модулей. Нашей командой разработчиков было написано четыре из них.

1. Демонстрационный модуль «Цифровые сигналы, спектры и модуляция» [2]. Модуль позволяет доступно и наглядно проиллюстрировать физический смысл преобразования Фурье, взаимосвязь времен-

ного и спектрального представлений сигнала, преобразования спектра при модуляции.

2. Демонстрационный модуль «Квадратурное представление узкополосных сигналов» [3]. Модуль позволяет проиллюстрировать связь между огибающей и фазой узкополосного сигнала и его квадратурными составляющими, физический смысл векторного представления узкополосного сигнала.

3. Демонстрационный модуль «Квадратурная амплитудная модуляция» (КАМ) [3]. Модуль позволяет проиллюстрировать процесс формирования модулирующих сигналов из цифрового потока и результирующий модулированный сигнал.

4. Демонстрационный модуль «Формирование OFDM-сигнала» [3]. Модуль позволяет студенту наблюдать и участвовать в процессе формирования OFDM-сигнала.

На рис. 1 изображен демонстрационный модуль «Формирование OFDM-сигнала», где можно наблюдать рабочую область программы, есть возможность выбора количества потоков (на рисунке их 512) и глубину модуляции.

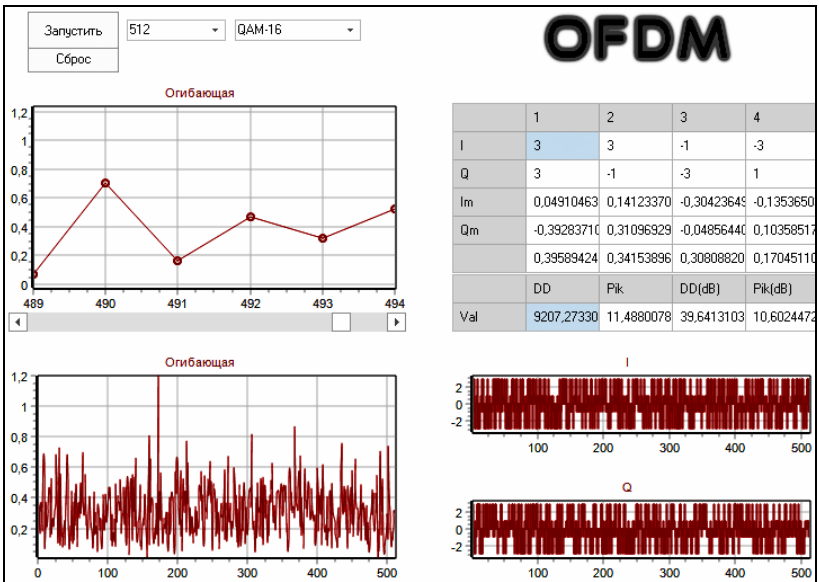


Рис. 1. Модуль «Формирование OFDM-сигнала»

Все модули являются самостоятельными программами, работающими под Windows. Они не требуют установки оригинальных драйв-

ров и внесении изменений в реестр, тем самым не засоряя компьютер. Интерфейс выполнен таким образом, чтобы быть максимально простым и понятным любому, даже самому начинающему пользователю. К каждой программе написаны методические указания, достаточно простые и понятные даже для первокурсника.

Планируется и дальше разрабатывать подобные модули, чтобы охватить как можно больше тем. Планируется сделать наши модули мультиплатформенными, самообновляемыми и добавить обратную связь. Это необходимо, чтобы шагать в ногу со временем и постоянно адаптироваться под требования пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бернгардт А.С., Ширяев П.Я. Современное образование: актуальные проблемы профессиональной подготовки и партнерства с работодателем // Матер. междунар. науч.-метод. конф. 30–31 января 2014 г., Томск, 2014. С. 61–62.
2. Луенбергер Д.Дж. Информатика. М.: Техносфера, 2008. 448 с.
3. Акулиничев Ю.П., Бернгардт А.С. Теория и техника передачи информации: учеб. пособие. Томск: Эль Контент, 2012. 210 с.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПЕДАНСА ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА (ХИТ)

С.П. Шкарупо, А.Ю. Олисовец, аспиранты каф. РЭТЭМ

Научный руководитель В.И. Туев, зав. каф. РЭТЭМ, проф., д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, tvi_retem@main.tusur.ru

Внутреннее сопротивление ХИТ является важным параметром, значение которого несет информацию о степени деградации ХИТ [1], позволяет прогнозировать продолжительность его работоспособности и определить время замены этого ХИТ.

На рис. 1 приведена эквивалентная схема внутреннего сопротивления ХИТ [2].

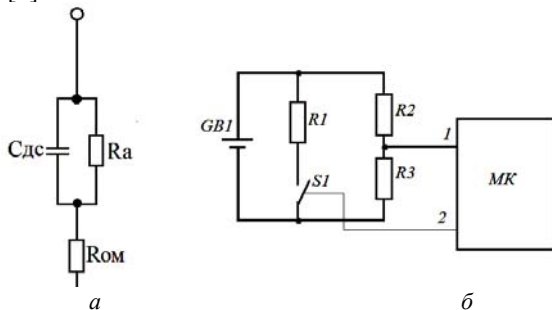


Рис. 1. Эквивалентные схемы: *а* – внутреннего сопротивления ХИТ; *б* – прибора

Эквивалентная схема ХИТ состоит из омического сопротивления электролита $R_{ом}$, активного сопротивления электрохимических реакций R_a и электрической емкости двойных электрических слоев $C_{дс}$, имеющих место на границах разделов электродов с электролитом ХИТ.

Известные способы измерения [3] дают информацию только о значении внутреннего сопротивления постоянному току ХИТ, а способ [4] сложный в реализации.

Целью работы является разработка нового способа измерения значений всех составляющих внутреннего сопротивления ХИТ.

Измерение составляющих внутреннего сопротивления ХИТ проводится следующим образом. Микроконтроллер формирует на выходе 2 управляющее напряжение, приводящее к замыканию управляемого ключа $S1$. Напряжение ХИТ через делитель $R1-R2$ подается на вход АЦП микроконтроллера I , где оно хранится в ОЗУ, после чего производятся расчеты.

По законам коммутации напряжение на емкости $C_{дс}$ скачком изменить нельзя, и в начальный момент времени сопротивление ХИТ определяется омическим сопротивлением.

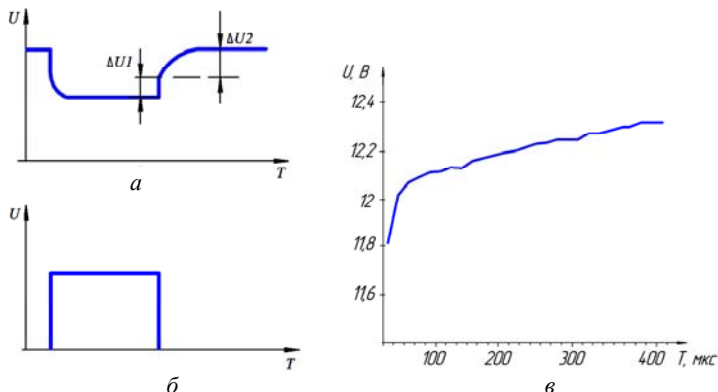


Рис. 2. Эпюры сигналов в схеме: a – напряжение на ХИТ; $б$ – импульс с выхода 2 микроконтроллера; $в$ – результат преобразования АЦП

В результате импульсного воздействия на ХИТ получаем эпюры сигналов, изображенные на рис. 2, $в$. Как следует из рис. 2, $а$, напряжение на аккумуляторе не изменяется резко, это обусловлено, как говорилось, ранее наличием реактивной составляющей.

Значение омического сопротивления $R_{ом}$ рассчитывается микроконтроллером по формуле (1):

$$R_{ом} = \frac{\Delta U1}{I}, \quad (1)$$

где $U1$ – изменение напряжения; I – ток, протекающий через ХИТ.

Значение активного сопротивления R_a электрохимической реакции рассчитывается микроконтроллером по формуле (2):

$$R_a = \frac{\Delta U/2}{I}, \quad (2)$$

где $U2$ – изменение напряжения, I – ток, протекающий через ХИТ.

Значение емкости двойных электрических слоёв C_{dc} рассчитывается по формуле (3):

$$C_{dc} = \frac{t_n}{3R_a}, \quad (3)$$

где t_n – время переходного процесса, R_a – сопротивления электрохимических реакций.

На основе данных решений был собран макет прибора, в качестве тестируемого аккумулятора взят был DELTA 12 В 0,8 А/ч.

Были получены следующие данные: АЦП измерил переходной процесс, результат представлен на рис. 2, в.

Суммарное внутреннее сопротивление аккумулятора, измеренное прибором, составляет: $R = R_a + R_{om} = 168 + 84 = 252$ мОм, паспортные данные 260 Ом [5].

Таким образом, предлагаемый способ определения внутреннего импеданса позволяет определить составные части внутреннего сопротивления химического источника тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Таганова А.А. Диагностика химических источников тока // Современная электроника. 2007. №7. С. 20–22.
2. Антонишен И.В., Туев В.И., Южанин М.В. Способ измерения внутреннего сопротивления химических источников тока // Доклады ТУСУРа. 2010. №2, ч. 2.
3. ГОСТ Р МЭК 60896-2–99. Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1999. 54 с.
4. Туев В.И. Измерение сопротивлений двухполюсников с применением импульсного сигнала // Изв. Том. политех. ун-та. 2006. № 1. С. 178–182.
5. Паспортные данные аккумулятора DELTA DJW12-0.8 [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.chipdip.ru/268/DOC000268353.pdf> (дата обращения: 03.02.2015).
6. Багоцкий В.С. Химические источники тока / В.С. Багоцкий, А.М. Скундин. М.: Энергоиздат, 1981. 360 с.

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ АППАРАТУРЫ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

К.С. Смирнов, С.С. Таймасов, М.Х. Шайсултанов, студенты

Научный руководитель А.А. Мещеряков, доцент каф. РТС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, taxim.shaysultanov@gmail.com

*Проект РТС-1403 «Разработка и изготовление аппаратуры
полезной нагрузки малого космического аппарата»*

Современные условия требуют создания космических аппаратов (КА) с оптимальным соотношением между понесенными затратами, сроком изготовления и эксплуатации. Одно из перспективных развивающихся на сегодняшний день направлений – создание университетами России и других стран негерметичных малых космических аппаратов для проведения различных экспериментов в космосе. Малый космический аппарат (МКА) – это не только малая масса, энерговооруженность и стоимость, но и переход на следующую ступень развития космической техники. Создание МКА отличается увеличением доли микроминиатюрных устройств электроники и вычислительной техники, наличием новых подходов при организации архитектуры КА, процессов их проектирования, изготовления, испытаний, запуска и обеспечения надежного функционирования в сочетании с широким применением унификации и новейшей электронной базы серийного производства.

Цель проекта состоит в изучении принципов построения и изготовления радиоэлектронной аппаратуры в части полезной нагрузки для МКА.

Разрабатываемая аппаратура полезной нагрузки (АПН) предназначена для излучения линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) сигнала сантиметрового диапазона, для исследования искажений радиосигналов при распространении через атмосферу Земли на трассах «Космос–Земля».

В состав разрабатываемой АПН МКА входит: антенная система для передачи ЛЧМ-сигнала, передающее устройство ЛЧМ-сигналов, приемник сигналов GPS (НАВСТАР, ГЛОНАСС) с антенной и устройством формирования синхронизирующих сигналов, система обеспечения (преобразования) электропитания.

Разрабатываемая АПН должна обеспечивать: частоту излучаемого сигнала в диапазоне 4200–4400 МГц, мощностью не менее 1 Вт, а также привязку момента излучения к навигационным сигналам GPS, ГЛОНАСС.

Структурная схема АПН представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема АИН МКА

Приемник GPS служит для синхронизации момента излучения ЛЧМ сигнала путем формирования секундной метки времени, которая задает начало работы генератору пилообразного напряжения.

Генератор пилообразного напряжения (ГПН) формирует линейно-изменяющееся напряжение с длительностью, равной длительности прямоугольных импульсов, привязанных к метки времени.

Эпоуры напряжений с выхода разработанного и изготовленного макета генератора пилообразного напряжения и формирователя прямоугольных импульсов представлены на рис. 2.

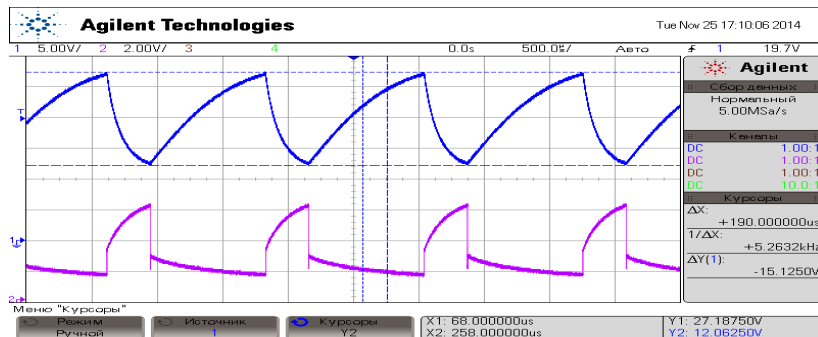


Рис. 2. Эпоуры напряжений

Сигнал с выхода ГПН поступает на передатчик, который формирует ЛЧМ-сигнал в диапазоне частот 4203–4403 МГц. Спектр излучаемого сигнала, измеренный с помощью анализатора спектра Agilent E7405A, представлен на рис. 3.

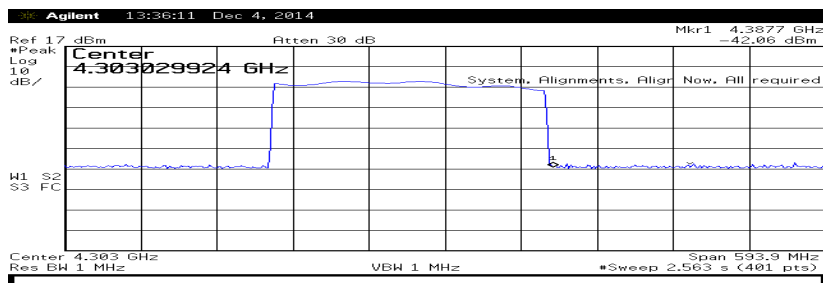


Рис. 3. Спектр излучаемого сигнала

Ширина спектра излучаемого сигнала составила 200 МГц.

Сигнал с передатчика поступает на усилитель и излучается антенным устройством.

Результаты измерения характеристик разработанных и изготовленных узлов аппаратуры АПН МКА показали полное соответствие заданным требованиям на разработку АПН МКА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каверин В.В., Пугач И.Ю. Применение современных методов при проектировании и отработке прочности малого космического аппарата // Вопросы электромеханики. 2009. Т. 109. С. 21–24.

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОБЪЕМЫ НЕОБРАТИМОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В МАТЕРИАЛАХ СБОРКИ, ПОЛУЧЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРЯЧЕЙ ПОСАДКИ

А.В. Ткачева, м.н.с. лаборатории механики деформирования

Научный руководитель А.А. Буренин, член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

г. Комсомольск-на-Амуре, Институт машиностроения и металлургии ДВО РАН

Процесс горячей посадки широко распространен в промышленности. Ранее не уделялось внимание влиянию зависимости предела текучести от температуры на формирование областей необратимого деформирования и остаточных напряжений в материале соединения, полученного в результате горячей посадки.

Математическая модель. Деформации в материале цилиндров будем полагать малыми, складывающимися из обратимых e_{ij} и необратимых p_{ij} составляющих:

$$d_{ij} = e_{ij} + p_{ij} = 0,5(u_{i,j} + u_{j,i}), \quad (1)$$

где u_i – компоненты вектора перемещений.

Пренебрегая краевыми эффектами на торцах деталей, приходим к одномерной задаче теории температурных напряжений.

Уравнение теплопроводности в цилиндрической системе координат в таком случае принимает наиболее простой вид

$$T_{,t} = a(T_{,rr} + r^{-1}T_{,r}). \quad (2)$$

Здесь $T(r,t)$ – текущая температура; a – коэффициент теплопроводности. Определим граничные и начальные условия. В качестве последних будем считать: $T(r,0)=T_0$ при $r \in [R_0, R_1]$, $T(r,0)=T_*$ при $r \in [R_1, R_2]$. Пренебрегаем контактом разогретого тела с окружающей средой

$$T_{,r} \Big|_{r=R_0}^{r=R_2} = 0. \quad (3)$$

На поверхности $r = R_1$ происходит тепловой контакт

$$\left(T_{,r}^{(1)}\right) \Big|_{r=R_1} = \left(T_{,r}^{(2)}\right) \Big|_{r=R_1}, \quad T^{(1)} \Big|_{r=R_1} = T^{(2)} \Big|_{r=R_1}. \quad (4)$$

Поставленную выше температурную задачу (2)–(4) нетрудно решить известными методиками, поэтому перейдем к постановке механической задачи.

Упругое деформирование в условиях осевой симметрии в цилиндрической системе координат описывается соотношениями Дюамеля–Неймана и уравнениям равновесия

$$\begin{aligned} \sigma_{rr} &= (\lambda + 2\mu)e_{rr} + \lambda e_{\varphi\varphi} - \alpha(3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \\ \sigma_{\varphi\varphi} &= (\lambda + 2\mu)e_{\varphi\varphi} + \lambda e_{rr} - \alpha(3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{zz} &= \lambda(e_{rr} + e_{\varphi\varphi}) - \alpha(3\lambda + 2\mu)(T - T_0); \\ \sigma_{rr,r} + r^{-1}(\sigma_{rr} - \sigma_{\varphi\varphi}) &= 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь λ , μ – параметры Ламе; α – коэффициент линейного температурного расширения изотропного материала сборки.

Когда значения напряжений достигают поверхности нагружения, начинается процесс пластического течения. В качестве поверхности нагружения используется призма Треска

$$\max |\sigma_i - \sigma_j| = 2k, \quad (7)$$

где σ_i – главные значения тензора напряжений, $k=k(\theta)$ – предел текучести материала. Далее для предела текучести принимаем следующую его зависимость от температуры – линейную и квадратичную:

$$k(r,t)=k(\theta(r,t))=k_0\left((T_p-T_0)^{-1}(T_p-T(r,t))\right); \quad (8)$$

$$k(r,t)=k(\theta(r,t))=k_0\left((T_p-T_0)^{-2}(T_p-T(r,t))^2\right). \quad (9)$$

В (8), (9) k_0 – предел текучести материала при комнатной температуре T_0 ; T_p – температура плавления материала.

Система уравнений (5)–(7) в месте со следствием, вытекающим из ассоциированного закона пластического течения $p_z + p_\phi + p_r = 0$, позволяет решить поставленную задачу теории температурных напряжений.

Результаты. Рассмотрим процесс горячей посадки длинных полых цилиндров ($R_1 - R_0 \ll R_2 - R_1$). Пластическое течение возникнет сразу в двух цилиндрах, во внутреннем выполнится условие Треска $\sigma_{rr} - \sigma_{zz} = -2k$ на внутренней поверхности $r=R_0$, и во внешнем на поверхности контакта $r=R_1$ выполняется условие $\sigma_{rr} - \sigma_{\phi\phi} = -2k$. В течение времени области растут в материале. Торможение пластического течения при остывании произойдет сначала во внешнем цилиндре на внутренней его поверхности $r=R_1$, а затем во внутреннем цилиндре с образованием областей, где материалы деформируются упруго, но в них присутствуют необратимые деформации. Постепенно они обхватят область пластического течения.

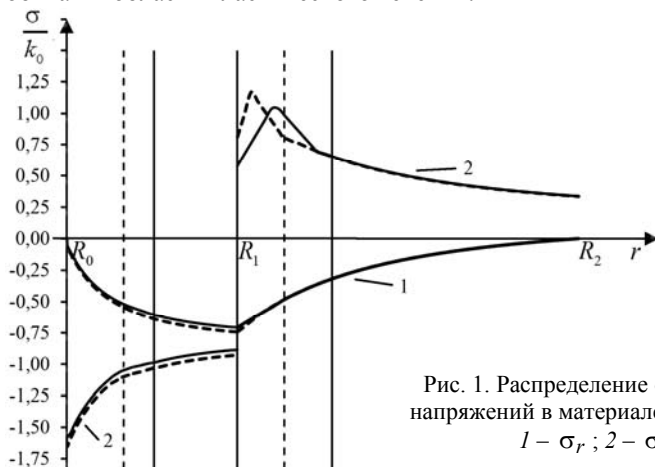


Рис. 1. Распределение остаточных напряжений в материале цилиндров:
1 – σ_r ; 2 – σ_ϕ

На рис. 1 показано распределение остаточных напряжений в материале сборки. Сплошными линиями изображены напряжения, рассчитанные с использованием квадратичной зависимости предела текучести от температуры (9), а пунктирными – линейной зависимости (8). Вертикальные линии отделяют области, в которых присутствуют необратимые деформации.

Зависимость предела текучести от температуры влияет на уровень натяга и на размеры областей с необратимыми деформациями. Следует учесть, что квадратичная зависимость наиболее приближена к экспериментальным данным, поэтому для проведения дальнейших исследований нужно использовать квадратичную зависимость (9).

БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ КЛАСТЕРА МКА КОСМИЧЕСКОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА

Е.А. Тюфякин, Д.В. Рязанцев, И.В. Крюков,

Н.А. Селезнев, студенты каф. РТС

Научный руководитель А.А. Мецержаков, доцент каф. РТС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, metacodeine@gmail.com

Проект ГПО РТС-1402 «Пространственно распределенная многоцелевая система радиомониторинга на базе группировки малых космических аппаратов с модульной структурой полезной нагрузки»

На сегодняшний день во всем мире наблюдается тенденция стремительного прогресса в области развития и использования малых космических аппаратов (МКА) как военного, и гражданского назначения [1]. Особый интерес представляет создание специфических орбитальных группировок, направленных на решение конкретных задач. Одной из таких задач в настоящее время является оперативное обнаружение источников радиоизлучения (ИРИ) и определение их местоположения (например, в процессе поиска терпящих бедствия самолетов и кораблей и т.п.).

Для определения координат ИРИ с помощью МКА целесообразно использовать разностно-дальномерный метод (РДМ), сущность которого заключается в измерении задержек прихода сигнала ИРИ на разнесенные в пространстве МКА с последующем вычислении координат источника радиоизлучения [2]. Для непрерывного обзора земной поверхности космическая пространственно распределенная система радиомониторинга может состоять из нескольких измерительных кла-

стеров (разнесенных в пространстве трех и более МКА с известными координатами) заданной пространственной конфигурации.

Целью данного сообщения является выбор баллистического построения орбитальной группировки кластера МКА космической пространственно распределенной системы радиомониторинга с точки зрения возможной реализации разностно-дальномерного метода определения местоположения ИРИ.

Для реализации РДМ измерительный кластер МКА должен состоять как минимум из трех космических аппаратов, с помощью которых может быть организовано только две независимые базы, на которых запаздывания сигнала являются параметрами поверхности положения двухполусных гиперboloидов вращения. Координаты излучающего объекта будут определяться координатами точки взаимного пересечения этих поверхностей положения с поверхностью Земли.

Точность определения местоположения ИРИ для двухбазовой разностно-дальномерной системы на плоскости определяется радиусом среднеквадратической ошибки местоопределения (σ_r) [3]

$$\sigma_r = \frac{c \cdot \sigma_{\Delta t}}{2} \operatorname{cosec}(\gamma) \sqrt{\operatorname{cosec}^2\left(\frac{\psi_1}{2}\right) + \operatorname{cosec}^2\left(\frac{\psi_2}{2}\right)} = \frac{c \cdot \sigma_{\Delta t}}{2} \cdot \Gamma, \quad (1)$$

где c – скорость света в вакууме; $\sigma_{\Delta t}$ – среднеквадратическая ошибка измерения времени запаздывания радиосигнала от ИРИ до КА измерительной системы; γ – угол пересечения гиперболических линий положения; ψ_1, ψ_2 – углы, под которыми видны первая и вторая база; Γ – коэффициент, характеризующий геометрический фактор снижения точности определения координат разностно-дальномерной системой.

Из (1) следует, что точность определения координат ИРИ зависит от ошибки измерения разности времени прихода сигнала и от геометрического фактора системы, величина которого связана с баллистическим построением группировки кластера МКА, выполняющей целевую задачу.

В работе анализировался измерительный кластер, состоящий из разнесенных в пространстве трех МКА, два из которых располагались на одной орбите друг за другом, а третий – на орбите, у которой плоскость отличается наклоном и аргументом перигея от первой.

Основные параметры выбранной орбитальной группировки кластера МКА приведены в таблице.

Внешний вид группировки кластера МКА приведен на рис. 1.

В процессе движения по орбитам расстояние между КА изменяется от 70 до 150 км, что изменяет параметры геометрического построения системы γ, ψ_1 и ψ_2 . Изменения расстояния между КА показаны на рис. 2.

Параметры орбитальной группировки

Номер КА	Высота, км	Эксцентриситет	Наклонение, град	Аргумент перигея, град	Долгота восходящего узла, град	Обращение, мин
1	7500	0,001	80	0	0	109
2	7500	0,001	80	1,14	359,01	109
3	7500	0,001	79	0,595	359,02	109

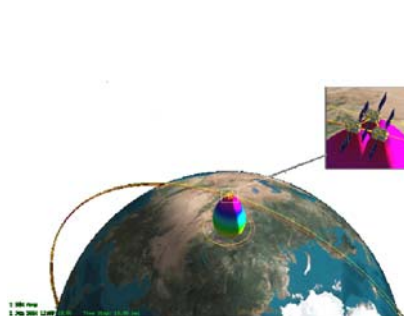


Рис. 1. Вид группировки кластера МКА из космоса

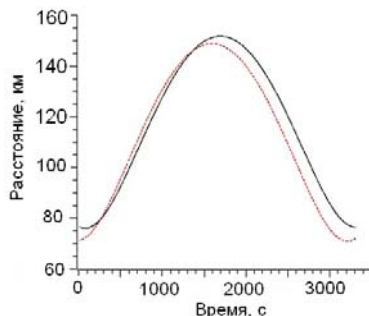


Рис. 2. Изменение расстояния между КА

Расстояние между КА1 и КА2 почти не изменялось и составляло примерно 147 км (на графике не приведено). Сплошная кривая на графике рис. 2 соответствует изменению расстояния между КА1 и КА3, а пунктирная – изменению расстояния между КА2 и КА3. Наибольшее сближение КА1 – КА3 и КА2 – КА3 происходит в районе экватора Земли. Все КА выстраиваются в линию.

Для получения оценки геометрического фактора снижения точности определения координат ИРИ в реальном масштабе времени целесообразно получить функциональную связь его составляющих (γ и ψ_1, ψ_2) с орбитальными параметрами орбитальной группировки в текущий и предполагаемый момент времени.

Для получения этой зависимости примем некоторые допущения и воспользуемся приближенным выражением для расчета угла пересечения гиперболических линий положения [4]:

$$\gamma = \arccos \sec \left| \frac{1}{2 \sin \left(\frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right)} \right|. \quad (2)$$

Тогда формула для расчета геометрического фактора будет выглядеть следующим образом:

$$\Gamma = \frac{1}{2\sin\left(\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{2}\right)} \sqrt{\operatorname{cosec}^2\left(\frac{\Psi_1}{2}\right) + \operatorname{cosec}^2\left(\frac{\Psi_2}{2}\right)}. \quad (3)$$

Изменение геометрического фактора анализировалось с помощью программы STK при пролете группировкой КА над месторасположением ИРИ для случая, когда ИРИ располагался на подспутниковой трассе.

В этом случае зависимости углов Ψ_1 и Ψ_2 за время наблюдения за ИРИ имеют вид, изображенный на рис. 3.

Для примера на рис. 4 приведена рассчитанная величина геометрического фактора для случая, когда ИРИ расположен на подспутниковой точке.

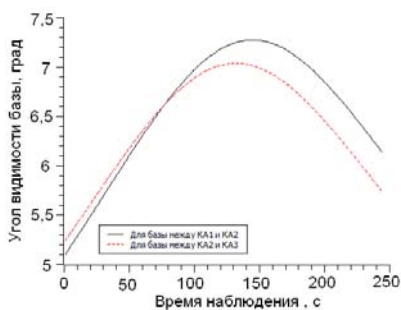


Рис. 3. Изменение угла между базой и спутниками

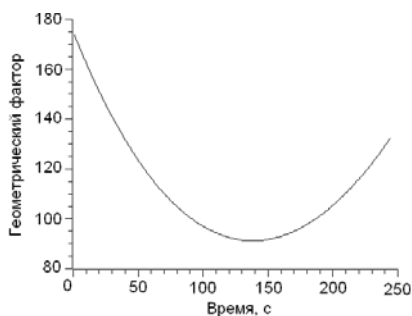


Рис. 4. Геометрический фактор

В результате анализа полученных данных было установлено, что значение геометрического фактора, а следовательно, и точность местоопределения ИРИ зависит от положения КА относительно ИРИ. Наиболее приемлемые значения будут соответствовать моменту прохода КА в непосредственной близости от ИРИ.

Использование орбитальных групп на основе кластерных структур позволит в дальнейшем создать оптимальную распределенную систему мониторинга Земли, которая сможет обнаруживать источники излучения в любой точке земного шара. Внедрение в эту систему малых космических аппаратов будет экономически выгодно, так как малые габариты этих аппаратов позволят сильно сэкономить на запуске ракетопосылителей в космос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вознюк В.В., Зайцев С.А., Пономарев Ю.А., Фатеев В.Ф. Методика оценки эффективности применения системы радиомониторинга на базе сверх-

малых космических аппаратов-ретрансляторов // Изв. вузов. Приборостроение. 2007. Т. 50, №6. С. 31–35.

2. *Вознюк В.В., Зайцев С.А.* Космическая система радиотехнического мониторинга на основе группировки низкоорбитальных малогабаритных космических аппаратов // Изв. вузов. Приборостроение. 2005. Т. 45, №6. С. 26–31.

3. *Радзиевский В.Г., Сирота А.А. и др.* Оценка координат источника излучений в многопозиционных радиотехнических системах при наличии смешанного входного потока сигналов и помех // Радиотехника. 1996. №6. С. 43–49.

4. *Бакулев П.А., Сосновский А.А.* Радионавигационные системы // Радиотехника. 2011. 267 с.

РАДИОВОЛНОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ

***М.В. Заякин, М.В. Зинченко, К.В. Ивушкин, А.В. Максимов,
В.А. Тихонов, каф. РЗИ***

г. Томск, ТУСУР, valery_tikhonov@mail.ru

На сегодняшний день в мире существует только одна организация Provision, выпускающая устройства сканирования поверхности человеческого тела на наличие инородных предметов. Подобные устройства устанавливаются в аэропортах по всему миру. Рыночная стоимость одного такого аппарата сопоставима со стоимостью аппарата МРТ, вследствие отсутствия конкуренции. По этой причине не все аэропорты могут выделить средства на их закупку, что отражается на безопасности авиаперелетов. В связи с этим назрела необходимость создать отечественный аналог.

Предположительно устройства Provision работают по следующей схеме: радиоволны испускаются антенной, отражаются от тела человека, затем попадают на экран и, таким образом, строится изображение человека. Для этого необходимо использовать радиоволны в гигагерцовом диапазоне, которые смогут проникнуть сквозь одежду, но при этом отразятся от кожи человека. Интерференционные картины не смогут точно описать тело человека, а представят лишь образ, однако этого будет достаточно, чтобы обнаружить запрещенный предмет.

На основе опыта Юнга [1, 2] для окружности были построены интерференционные картины для элементарных фигур: цилиндр, сфера [3].

Следующим этапом работы является проверка возможности обнаружения инородных объектов на поверхности цилиндра и сферы.

Как видно из интерференнограмм, объект на гладкой поверхности дает заметное смещение интерференционных полос. Для обнаружения объекта продифференцированы интерференнограммы.

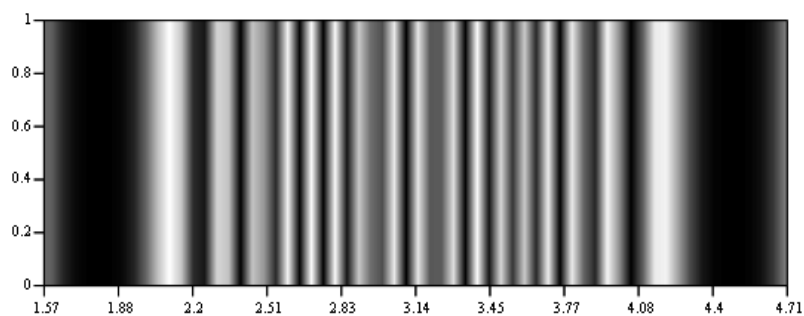


Рис. 1. Интерференграмма для нормального распределения
(без внесенного объекта)

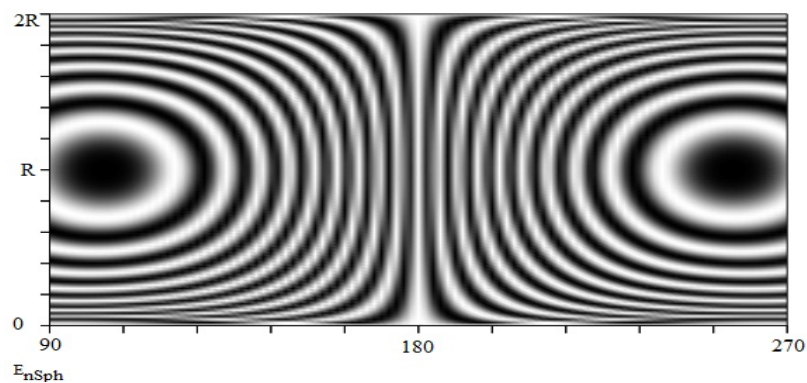


Рис. 2. Интерференграмма сферы

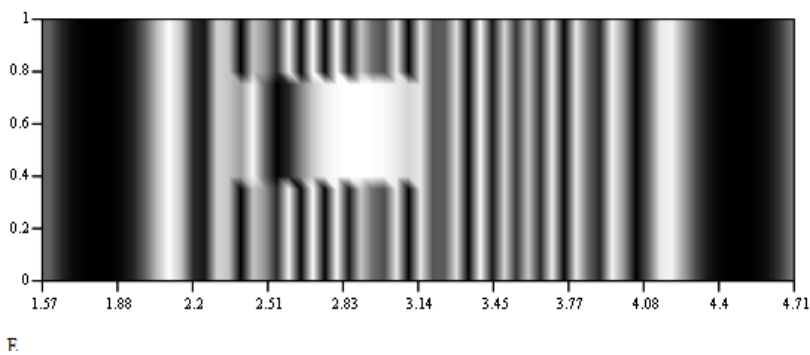


Рис. 3. Интерференграмма цилиндра с внесенным объектом

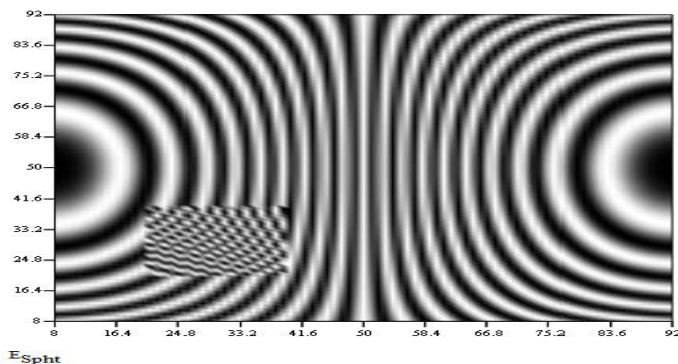


Рис. 4. Интерференграмма сферы с предметом

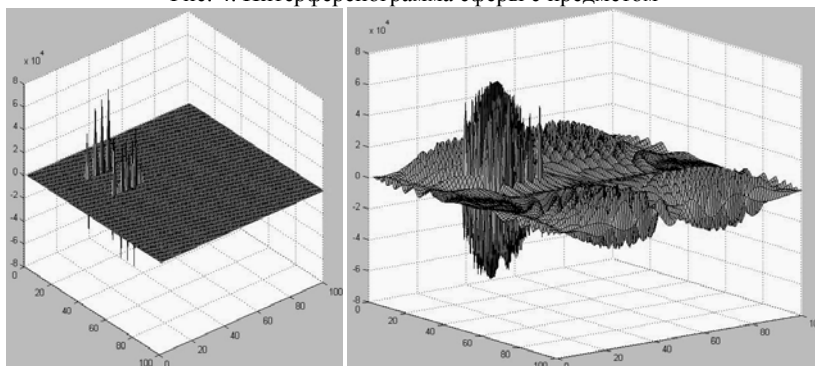


Рис. 5. Производные по поверхностям цилиндра и сферы с инородным объектом

Рассмотрено построение интерференционных картин на плоскости, цилиндре и сфере, так как это простейшие модели частей тела человека. Полученные в ходе работы результаты доказывают правильность предположений о возможности построения интерференграмм прямо на теле человека.

Локализованы области нахождения инородных объектов по интерференграммам.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Опыт* Юнга [Электронный ресурс]. Режим доступа http://ens.tpu.ru/POSOBIE_FIS_KUSN/%CA%EE%EB%E5%E1%E0%ED%E8%FF%20%E8%20%E2%EE%EB%ED%FB.%20%C3%E5%EE%EC%E5%F2%F0%E8%F7%E5%F1%EA%E0%FF%20%E8%20%E2%EE%EB%ED%EE%E2%E0%FF%20%EE%EF%F2%E8%EA%E0/08-2.htm (дата обращения: 14.04.2014)

2. *Опыт* Юнга http://ru.wikipedia.org/wiki/Опыт_Юнга [Электронный ресурс]. Режим доступа (дата обращения: 14.04.2014).

3. *Бабенко А.Н., Павлов В.В.* Электромагнитные поля и волны. Расчет электромагнитных полей. Лабораторный практикум. Йошкар-Ола, 2011. 79 с.

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МОРСКИХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БЛИЖНЕЙ И ДАЛЬНОЙ ЗОНЕ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Д.В. Лазарев, вед. науч. сотр., к.т.н.
г. Москва, АО «ЦНИИ «Курс», qsk@mail.ru*

Сложность электромагнитной обстановки (ЭМО), складывающейся на объектах морской инфраструктуры (ОМИ), укомплектованных с большой плотностью разнообразной радиоэлектронной аппаратурой, приводит к возрастанию рисков при проведении различных работ. Электромагнитная безопасность (ЭМБ) охватывает воздействие электромагнитного поля на ответственное оборудование, взрывчатые вещества и компоненты, легковоспламеняющиеся материалы, жидкости и газы, обслуживающий персонал [1–2]. Задача обеспечения ЭМБ на ОМИ напрямую зависит от качества оценки складывающейся на них ЭМО, поддающейся в той или иной мере прогнозированию.

В основном в пределах ОМИ электромагнитное поле (ЭМП) радиопередатчиков окончательно не сформировано и структура электромагнитных волн соответствует ближней зоне излучения, что усложняет ситуацию. В некоторых случаях это относится и к устройствам радиолокационного профиля.

Актуально создание доступной научно-технической инженерной методики по расчёту электромагнитной обстановки и возможных наводимых напряжений на проводящих конструкциях при функционировании технических средств радиосвязного и радиолокационного профилей, расположенных на ОМИ, с целью обоснования технических решений по обеспечению электромагнитной безопасности. А также необходима её автоматизация для выполнения большого количества и с заданной точностью трудоёмких расчётов различных вариантов размещения антенных устройств и анализ их зависимостей от различных параметров их эксплуатации.

Разработанная научно-техническая инженерная методика позволяет проводить расчёты для следующих радиотехнических систем: расчёт электрической напряженности (плотности потока мощности) электромагнитных полей, создаваемых РЭС с проволочными антеннами СЧ-диапазона, со штыревыми антеннами ВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с вибраторными антеннами ОВЧ-УВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с антенными решётками УВЧ-СВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с апертурными антеннами УВЧ-СВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне.

Результаты расчётов необходимы как исходные данные для оценки ЭМБ и для определения потенциально опасных зон с точки зрения влияния ЭМИ радиочастот на морском объекте для персонала, экипажа и пассажиров.

На основе разработанной методики были рассчитаны графические зависимости уровня излучаемых электромагнитных полей и уровней наводимых напряжений на проводящих конструкциях от различных параметров (рис. 1, а, б; рис. 2, а). В качестве примера на рис. 2, б приведена оценка возможных рисков при облучении электромагнитным полем со средним значением 50 В/м и различной дисперсии некоторого объекта, который может являться любым по отношению к направлениям электромагнитной безопасности.

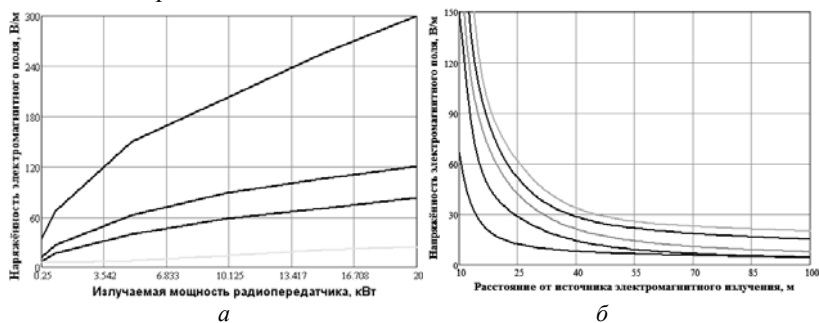


Рис. 1. Зависимость уровней электромагнитного поля от мощности радиопередающего устройства при различных расстояниях от излучающей антенны (а) и от расстояния до излучающей антенны при различных мощностях радиопередающего устройства (б)

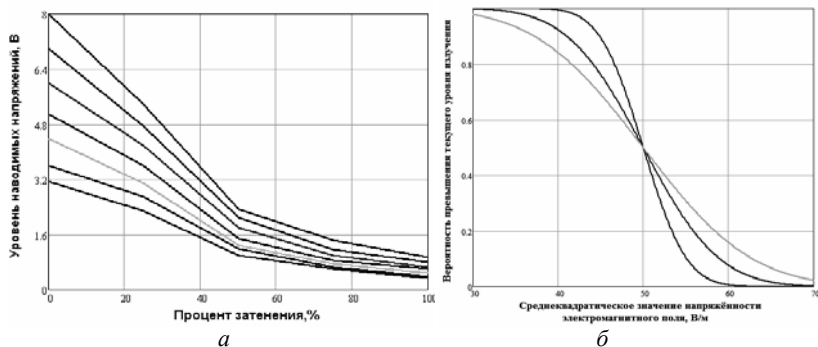


Рис. 2. Зависимость уровня наводимых напряжений от процента затенённости препятствиями между излучающей антенной и исследуемой контрольной точкой для различных значений мощности радиопередающего устройства (а) и оценка рисков при облучении электромагнитным полем с различной дисперсией (б)

Для каждого случая превышения предельно допустимых уровней в контрольных точках для радиоэлектронных средств, имеющих высокие уровни парциальных электромагнитных полей и вносящих существенный вклад в интегральную электромагнитную обстановку, разрабатываются практические организационно-технические рекомендации (снижение излучаемой мощности, смена рабочих частот излучения, увеличение высоты расположения антенного поста, применение специальных затеняющих-экранирующих надстроек) по снижению уровней электромагнитных полей до допустимых и защите, например, экипажа и производственного персонала ОМИ.

Заключение. Разработанное научно-методическое обеспечение и его программно-алгоритмическая реализация по оценке ЭМБ на объектах морской инфраструктуры позволяют проводить расчёт рисков в отношении электромагнитного излучения радиочастотного диапазона при функционировании РЭС радиосвязного и радиолокационного профилей в отношении персонала, легковоспламеняющихся жидкостей и газов, боеприпасов, инициируемых электрическим зарядом, радиоэлектронного оборудования с наглядным отображением результатов в виде графиков, гистограмм и диаграмм по интересующим параметрам и способствовать информационной поддержке принятия решения по обоснованному применению организационных и технических решений задачи обеспечения ЭМБ на морских объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лазарев Д.В., Горчакова Е.А. Научно-методическое обеспечение и аппаратно-программный комплекс оценки электромагнитной безопасности при функционировании объектов морской инфраструктуры // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. 2012. №1. С. 27–38.
2. Бурутин А.Г., Балюк Н.В., Кечиев Л.Н. Электромагнитные эффекты среды и функциональная безопасность радиоэлектронных систем вооружения // Технологии электромагнитной совместимости. 2010. № 1 (32). С. 3–27.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИКО-ВРЕМЕННЫХ И АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНЫХ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

*Д.В. Лазарев, вед. науч. сотр., к.т.н.
г. Москва, АО «ЦНИИ «Курск», qsk@mail.ru*

Существенное развитие технологических возможностей и достижений современного производства радиоэлектронных и электротехнических систем за последние два десятилетия привело к возможности

разработки и изготовления нового поколения радиоэлектронных комплексов – средств электромагнитного терроризма (СЭТ). Данный класс средств создаёт принципиально новую угрозу функционированию современного радиоэлектронного и телекоммуникационного оборудования в различных отраслях и областях промышленности. Возможность генерирования такими средствами разного конструктивного исполнения импульсных электромагнитных излучения высокой интенсивности повышает необходимость усиления организационно-технических мероприятий по обеспечению электромагнитной безопасности современных радиоэлектронных систем, в том числе морской радиоэлектроники [1–4].

Рассматривая влияние излучаемых МЭМВ на радиотехнические системы различного назначения, необходимо в первую очередь рассматривать такое влияние через антенно-фидерные тракты таких систем как наиболее уязвимых к данному виду воздействий.

Разработанная технология расчётно-оценочной экспертизы (РОЭ) стойкости радиотехнических систем различного назначения представляет собой поэтапный анализ различных уровней (контуров) рассматриваемого процесса воздействия мощного электромагнитного фактора.

1. Сигнальный контур – анализ во временной области электромагнитного возмущения (мгновенной мощности), выдаваемого источником электромагнитного воздействия, с оценкой его параметров.

2. Фидерный контур источника – анализ параметров фидерного устройства источника электромагнитного воздействия с оценкой его АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи и преобразования транслируемого электромагнитного возмущения.

3. Антенный контур источника – анализ параметров антенного устройства источника электромагнитного воздействия с оценкой его АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи и преобразования излучаемого электромагнитного возмущения.

4. Траекторный контур – анализ параметров трассы распространения электромагнитного возмущения с оценкой её АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи и преобразования излучаемого электромагнитного возмущения.

5. Антенный контур рецептора – анализ параметров антенного устройства рецептора электромагнитного воздействия с оценкой его АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи и преобразования наводимого электромагнитного возмущения.

6. Фидерный контур рецептора – анализ параметров фидерного устройства рецептора электромагнитного воздействия с оценкой его АЧХ и ФЧХ коэффициента передачи и преобразования транслируемого электромагнитного возмущения.

7. Защитный контур – анализ параметров схмотехнических защитных устройств от мощных электромагнитных воздействий с оценкой его АЧХ, ФЧХ и переходной характеристики (ПХ) коэффициента передачи и преобразования транслируемого электромагнитного возмущения.

8. Компонентный контур – анализ параметров входных цепей и компонентов рецептора с оценкой их предельно допустимых уровней (ПДУ) стойкости к мощным электромагнитным воздействиям.

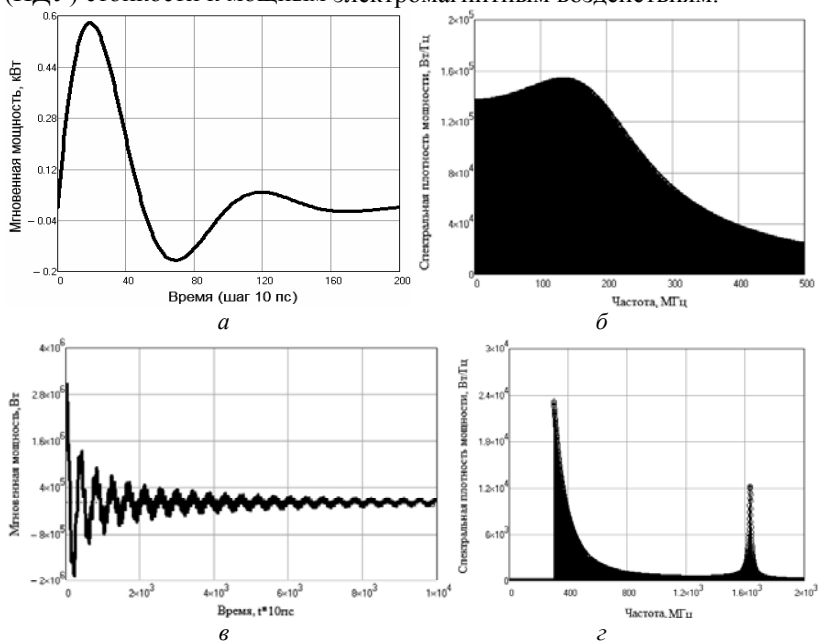


Рис. 1. Вид воздействующего электромагнитного импульса (энергетико-временная и амплитудно-частотные характеристики) (*а*, *б*) и энергетико-временная и амплитудно-частотные характеристики электромагнитного возмущения, воздействующего на входной полупроводниковый прибор приёмопередатчик спутниковой радиосвязи (*в*, *з*)

Например, при исследовании стойкости относительно МЭМВ в виде синуса, затухающего по экспоненте (рис. 1, *а*, *б*), на приёмопередатчик спутниковой радиосвязи электромагнитное возмущение, воздействующее на входной полупроводниковый прибор приёмника, имеет вид, представленный на рис. 1, *в*, *з*.

По итогам проведённых исследований был сделан ряд заключений.

Заключение. Практическая значимость разработанной технологии и методического обеспечения каждого её этапа заключается в воз-

возможности на ранних этапах проектирования радиоэлектронных средств на основе расчётно-оценочной экспертизы их стойкости к потенциальным мощным преднамеренным электромагнитным воздействиям обосновать организационно-технические, конструктивно-технологические и структурно-схемотехнические решения, направленные на достижение заданного уровня радиоэлектронной защиты, а также существенно улучшить разработку программы и методик лабораторных, полигонных и натурных испытаний на этапе контрольно-инструментальной экспертизы (КИЭ) стойкости радиоэлектронных устройств к мощным преднамеренным электромагнитным воздействиям и интерпретации протоколов таких испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Электромагнитный терроризм на рубеже тысячелетий* / Под ред. Т.Р. Газизова. Томск: Томский государственный университет, 2002. 204 с.
2. *Балюк Н.В., Кечиев Л.Н., Степанов П.В.* Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. 478 с.
3. *ГОСТ Р 51317.1.5–2009* Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения. Основные положения.
4. *ГОСТ Р 52863–2007* Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям. Общие требования.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МОРСКИХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е.Ю. Глушко, техник АО «ЦНИИ «Курс»

Научный руководитель Д.В. Лазарев, вед. науч. сотр.

АО «ЦНИИ «Курс», к.т.н.

г. Москва, АО «ЦНИИ «Курс», free1425@rambler.ru

При проектировании, испытаниях и эксплуатации судов и специализированных морских объектов, укомплектованных значительным количеством радиоэлектронных средств различного назначения, а также на протяжении основных этапов их жизненного цикла необходимо иметь возможность оперативно проводить экспертизу, оценку, мониторинг и анализ интегральных электромагнитных полей радиочастот в локальных областях и точках пространства для уменьшения

рисков в отношении электромагнитных эффектов для персонала, легковоспламеняющихся жидкостей и газов, боеприпасов, инициируемых электрическим зарядом, радиоэлектронного оборудования [1].

Автоматизированный комплекс моделирования электромагнитной обстановки и расчёта параметров ЭМП СЧ-СВЧ-диапазона на судах и специализированных морских объектах (АКМ-ЭМБ) предназначен для моделирования электромагнитной обстановки на проектируемых и эксплуатируемых судах и других морских инженерных сооружениях различного назначения, создаваемой их радиотехническим оборудованием непрерывного и импульсного излучения радиолокационного и радиосвязного профилей, с целью научно-методической и конструкторско-технологической информационной поддержки организационных и технических решений проектантов и эксплуатантов по обеспечению электромагнитной безопасности в отношении электромагнитных эффектов для персонала, легковоспламеняющихся жидкостей и газов, боеприпасов, инициируемых электрическим зарядом, радиоэлектронного оборудования.

Программный комплекс АКМ-ЭМБ позволяет проводить расчёты для следующих радиотехнических систем: расчёт электрической напряженности (плотности потока мощности) электромагнитных полей, создаваемых РЭС с проволочными антеннами СЧ-диапазона, со штыревыми антеннами ВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с вибраторными антеннами ОВЧ-УВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с антенными решётками УВЧ-СВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне, с апертурными антеннами УВЧ-СВЧ-диапазона в ближней и дальней зоне.

Программный комплекс АКМ-ЭМБ состоит из нескольких модулей: база данных судовых передающих РЭС радиолокационного и радиосвязного профилей, модуль обработки графической конструкторской информации об исследуемом морском объекте и составе его РЭС, модуль обработки графической конструкторской информации об исследуемом морском объекте и составе его РЭС (рис. 1), модуль выбора или задания нормируемых уровней электрической и магнитной составляющих напряжённости электромагнитного поля, модуль расчёта точечных и непрерывных значений парциальных и интегральных электромагнитных полей, создаваемых судовыми РЭС радиолокационного и радиосвязного профилей СЧ-СВЧ-диапазона, и анализа их уровней в соответствии с ПДУ (рис. 2, *а, б*; рис. 3, *а, б*), модуль формирования отчётов (визуализации) по результатам проведённых расчётных оценок проектов исследуемых морских объектов, модуль сохранения и загрузки рассчитанных проектов исследуемых морских объектов, модуль импорта файлов результатов измерений, полученных с помощью мобильного аппаратного комплекса измерений.

Апробация АКМ-ЭМБ проведена на примерах расчётно-оценочной экспертизы обеспечения электромагнитной безопасности проекта современного универсального атомного ледокола типа ЛК-60Я (проект 22220) и проекта современной плавучей полупогружной морской буровой установки 6-го поколения (проект 7072) («Полярная звезда», «Северное сияние»). По результатам исследований сформулированы практические рекомендации.

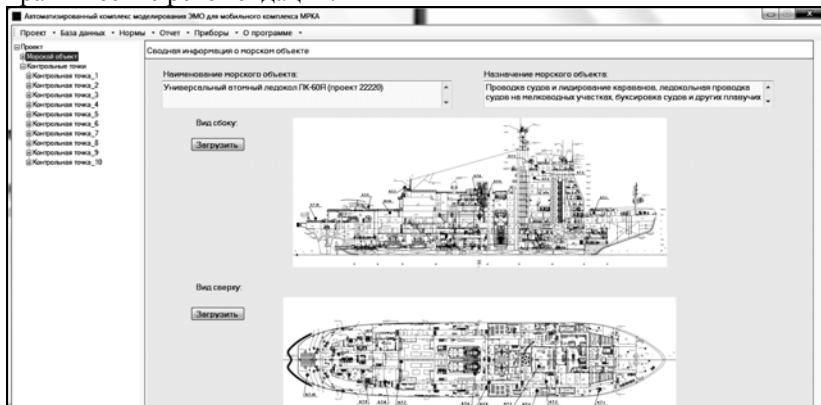


Рис. 1

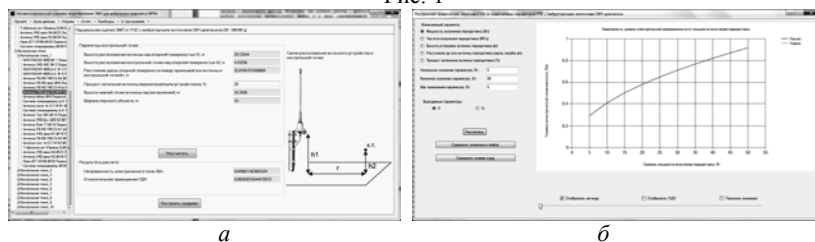


Рис. 2

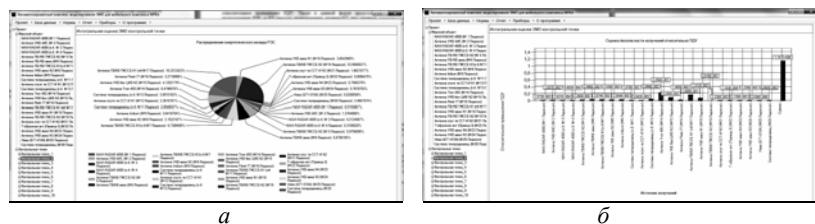


Рис. 3

Заключение. Разработанный программный комплекс АКМ-ЭМБ позволяет проводить расчёт рисков в отношении электромагнитного излучения и способствует информационной поддержке применения

организационных и технических решений задачи обеспечения ЭМБ на морских объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лазарев Д.В., Горчакова Е.А.* Научно-методическое обеспечение и аппаратно-программный комплекс оценки электромагнитной безопасности при функционировании объектов морской инфраструктуры // Проблемы развития корабельного вооружения и судового радиоэлектронного оборудования. 2012. №1. С. 27–38.

СЕКЦИЯ 2

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ И СРЕДСТВА ИХ ЗАЩИТЫ

Председатель – Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.;
зам. председателя – Бернгардт А.С., доцент каф. РТС, к.т.н.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗАЩИЩЕННОСТИ В СИСТЕМЕ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ С ВРЕМЕННЫМ КОДИРОВАНИЕМ

*Р.С. Альбрехт, А.Н. Исатаев, А.С. Ищенко, О.В. Косоногов,
С.Ю. Решетников, Г.О. Усольцев, студенты каф. РЗИ*
Научный руководитель А.С. Задорин, д.ф.-м.н., проф., зав. каф. РЗИ
г. Томск, ТУСУР, yonazhanov90@mail.ru, aidyn_nurlanovich@bk.ru,
IAS_1994@mail.ru, olegatar@yandex.ru, resh.sersh@gmail.com,
grigoriy.usolcev@mail.ru, Anatoly.Zadorin@rzi.tusur.ru

Разработана и исследована программная модель системы квантового распределения ключей (КРК) на основе протокола BB84 с временным кодированием (ВК) по волоконно-оптическим линиям. Разработаны и частично реализованы блоки статистического контроля целостности данных, гарантирующие защищенность ключа.

В рассматриваемом варианте в системе КРК, основанной на протоколе BB84-ВК [1], удаленные пользователи, которых принято называть Алисой (передающая часть – А) и Бобом (принимающая часть – Б), соединяются квантовым и классическим каналами связи. По квантовому каналу связи передается последовательность одиночных фотонов (ПОФ), временное положение которых в границах тактового интервала (таймслота) ассоциируется с бинарными символами [2,3], а по классическому – «обсуждаются» результаты корректного приёма переданных ПОФ. Указанная кодировка осуществляется в пределах фиксированного набора базисов. В соответствии с этим формируются 2 базиса, каждый из которых делится еще на 2 подбазиса. С этой целью таймслот разбивается на ряд временных окон. При формировании ПОФ выбирается одно из окон и записывается «0» или «1» [4]. Для каждого базиса и подбазиса значения окна будут разные. На рис. 1 приведена логическая схема формирования кодовых состояний базисов и окон протокола BB84.

В приемной и передающей сторонах случайным образом выбирается базис и подбазис для каждого таймслота с помощью мастер генератора ВО, параллельно с этим в каждом подбазисе выбирается, также случайно, значение бита «0» или «1» с помощью мастер генератора ПОФ. Каждое выбранное значение будет являться сдвигом относительно синхроимпульса.

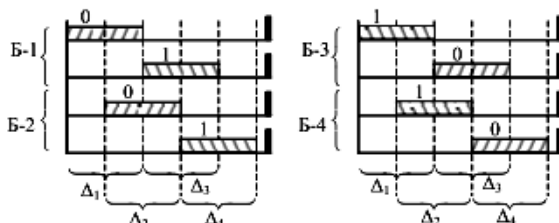


Рис. 1. Кодовые состояния базисов и окон

ВО отсчитываются с момента появления синхроимпульса. При определении окна, в которое попал импульс фотона, будет известно, какую информацию он содержит: «0» или «1». В конце каждого тактового интервала по классическому каналу блок А отправляет значения базиса и подбазиса для таймслота, в котором был замечен импульс фотона, если базис с подбазисом совпал, то блок А по открытому каналу отправляет сигнал о совпадении значения и соответственно записывает в блокнот, который нес этот импульс фотона. Блок Б совершает аналогичные шаги для регистрации посылки.

Модель системы КРК была разработана в пакете блочного имитационного моделирования – Simulink, матричной системы Matlab. Ниже, на рис. 2, представлена структурная схема системы.

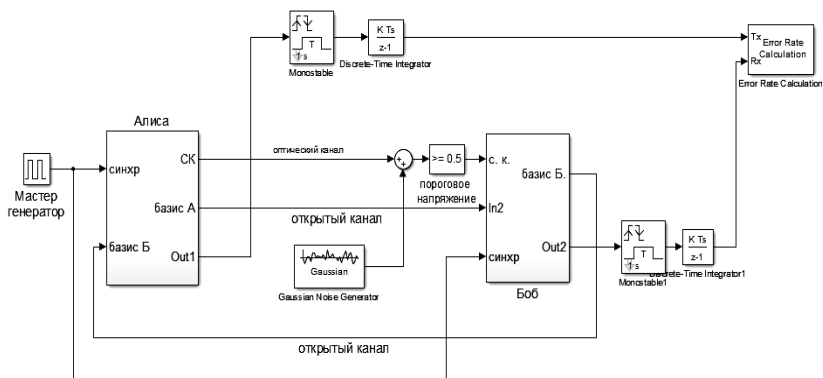


Рис. 2. Структурная схема модели КРК с временным кодированием

Повысить уровень защищенности КРК с протоколом BB84-ВК можно за счет введения блоков контроля статистики КОС или оптических интерферометров. В передающей части в соответствии с описанным алгоритмом имеются следующие блоки: блок формирования ВО, блок формирования однофотонных состояний, блок записи и сравнения однофотонных состояний. На рис. 3 представлена разработанная схема передающей стороны А.

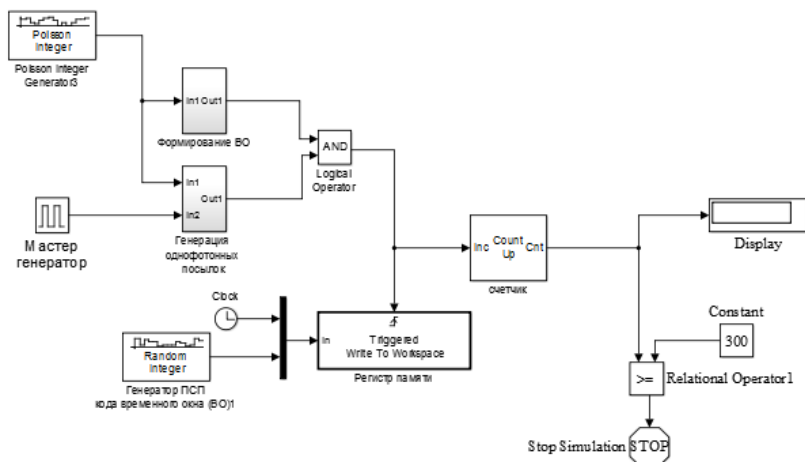


Рис. 3. Структурная схема передающей стороны А

Реализация процедуры статистического контроля ПОФ основана на сравнении фактической статистики ПОФ с распределением Пуассона:

$$p(n, \lambda) = \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!}, \quad (1)$$

где λ – среднее число фотонов.

Основным способом защиты квантового канала системы от атак с расщеплением фотонов, как известно, является снижение вероятности появления многофотонных импульсов [2]. Среднее число фотонов $\lambda = 0,1$. Большее уменьшение среднего числа фотонов приведет к значительной доли пустых импульсов, что в свою очередь недопустимо уменьшит скорость передачи данных [6].

Наряду с показателем вероятности ошибок P_f распределение Пуассона, описываемое формулой (1), является одним из контролируемых параметров. Статистическое распределение Пуассона выполнено в пакете Mathcad.

Заключение. Из полученных результатов можно заключить, что создание и доработка системы КРК-BB84-ВК для оптоволоконной свя-

зи дает возможность усиления защищенности протокола, за счет введения статистического контроля ключевых параметров системы, как на передающей, так и на приемной сторонах системы. Одной из текущих задач является доработка блока статистического контроля на принимающей стороне системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Имре Ш., Балаж Ф.* Квантовые вычисления и связь. Инженерный подход / Пер. с англ.; под ред. В.В. Самарцева. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 320 с.
2. *Молотков С.Н.* Квантовая криптография и теоремы В.А. Котельникова об одноразовых ключах и об отсчетах // Успехи физических наук. 2006. Т. 176, вып. 7. С. 777–788.
3. *Молотков С.Н.* О решении проблемы обеспечения стойкости квантовой криптографии для канала связи со сколь угодно большой длиной // Письма в ЖЭТФ. 2011. Т. 93, вып. 12. С. 830–836.
4. *Задорин А.С., Махорин Д.А.* Модель системы квантового распределения ключей по оптическому волокну с временным кодированием // Доклады ТУСУРа. 2011. №3 (33).
5. *Махорин Д.А.* Возможность реализации линейного режима счета фотонов на лавинном фотодиоде S8664-05K при комнатной температуре / Д.А. Махорин, А.Б. Галиев, А.С. Задорин // Доклады ТУСУРа. 2014. № 1 (31). С. 65–68.
6. *Хорошко Д.Б.* Квантовое распределение ключа на временных сдвигах с использованием состояний-ловушек / Д.Б. Хорошко, Д.И. Пустоход, С.Я. Килин // Оптика и спектроскопия. 2010. Т. 108, вып. 3. С. 372–379.

УСИЛЕНИЕ ЗАЩИЩЁННОСТИ ПРОТОКОЛА КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ

***Р.С. Альбрехт, А.Н. Исатаев, А.С. Ищенко, О.В. Косоногов,
С.Ю. Решетников, Г.О. Усольцев, студенты каф. РЗИ***

*Научный руководитель А.С. Задорин, зав. каф. РЗИ, д.ф.-м.н., проф.
г. Томск, ТУСУР, yonazhanov90@mail.ru, aidyn_nurlanovich@bk.ru,
IAS_1994@mail.ru, olegatar@yandex.ru, resh.sersh@gmail.com,
grigoriy.usolcev@mail.ru, Anatoly.Zadorin@rzi.tusur.ru
Проект ГПО РЗИ-1401 «Квантовая криптография»*

Безусловная защищённость протоколов квантового распределения ключей в открытых каналах гарантируется классическими физическими законами [1–3]. Однако данная особенность реализуема только лишь в идеализированных каналах связи. В большинстве случаев решение задачи обеспечения целостности данных основывается на расширении базовых протоколов дополнительными способами контроля состояний кубитов, которыми обмениваются передающая и приёмная

стороны системы. К таким способам относятся, например, статистический контроль [4] или использование неортогональных состояний внутри базиса [5] и др. При этом в качестве базового протокола часто используется классический протокол BB84, адаптированный для передачи данных с фазовым и временным способами кодирования по одностороннему оптическому волокну [5–10].

Временной способ кодирования является наиболее подходящим. Однако и у него есть недостаток: а именно, неспособность обеспечения одного из фундаментальных требований – требования неортогональности временных квантовых состояний кубита, обеспечивающего защиту квантового канала системы квантового распределения ключей от потенциального злоумышленника.

Целью данного исследования является обсуждение способа усиления защищённости квантового протокола BB84-ВК с помощью интерферометрического контроля кубитов.

В качестве системной основы рассмотрим принцип временного кодирования в протоколе BB84-ВК [6], в котором последовательность кубитов, представленных одиночными фотонами, готовится путём обычного ослабления лазерного излучения на стороне генератора/отправителя [1–4]. В этом случае, как и в базовом протоколе BB84, на стороне генератора/отправителя генерируется случайная последовательность, которая используется для кодирования последовательности квазиоднофотонных состояний, т.е. формирования последовательности кубитов. В ходе этого процесса на обеих сторонах (генератора/отправителя и получателя) независимо формируются случайные последовательности переключений неортогональных базисов. После завершения формирования этих двух случайных последовательностей происходит их сверка на обеих сторонах. В результате сверки по классическому каналу из двух исходных случайных последовательностей формируются две новые идентичные последовательности, на основе которых генерируется ключ [3].

В другом же способе последовательность кубитов готовится за счёт дополнительных преобразований в интерферометре Маха-Цендера с разбалансированными по времени плечами. В результате этих преобразований кубиты оказываются представленными в виде суперпозиции двух динамических пиков, разделённых интервалом времени, равным величине разбалансировки плеч интерферометра Маха-Цендера (рис. 1.) [9–11].

Несмотря на подверженность кубитов случайным временным флуктуациям, временной интервал между пиками в каждом из кубитов остаётся неизменным.

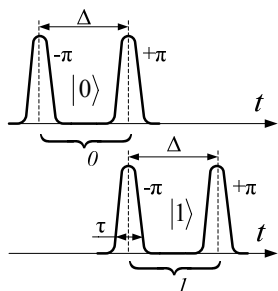


Рис. 1. Суперпозиция динамических пиков

Квантовые состояния кубитов ввиду суперпозиции двух пиков существуют лишь до момента снятия их состояний. В ходе измерений двухпиковые состояния коллапсируют только в одно из двух возможных. Следовательно, результаты измерений значения битрейта квазиоднотонных состояний на входе и на выходе интерферометра Маха–Цендера всегда будут одинаковыми. Структурная схема протокола КРК с усиленной защищённостью представлена на рис. 2. Однофотонные послылки формируются с помощью передающего оптического модуля, пучки излучения которого ослабляются с помощью электрооптического модулятора и оптического аттенюатора до квазиоднотонных состояний. Далее однофотонные послылки передаются по оптическому волокну с включенными последовательно интерферометрами Маха–Цендера. В интерферометрах установлены регулируемые оптические фазовращатели, воздействующие на фазы однофотонных посылок по случайному закону, которые также играют роль в формировании интерференционной картины. В завершающей стадии однофотонные послылки детектируются с помощью приёмных оптических модулей.

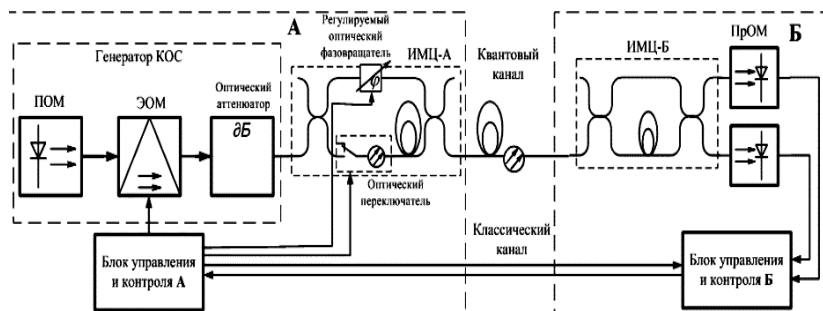


Рис. 2. Структурная схема системы КРК с интерферометрическим контролем

Контроль целостности потока в данном случае осуществляется за счет случайного внедрения в указанную последовательность двухпиковых кубитов.

Попытка измерений или подмены любого из квазиоднотонных состояний квантовых объектов завершится полным разрушением исходного кубита. Это обусловлено взаимной когерентностью состояний объектов. Этот факт может быть обнаружен посредством интерферометрического контроля, инструментальной основой которого может

служить интерферометр Маха–Цендера, аналогичный применявшемуся для приготовления кубитов.

Обнаружение факта вмешательства злоумышленника в систему квантового распределения ключей основывается на считывании интерференционной картины сигналов после их прохождения через блоки интерферометрического контроля. В обоих интерферометрах установлены фазовращатели, случайным образом принимающие значения и воздействующие на фазы фотонных импульсов. Таким образом, на приёмной стороне существуют три варианта детектирования фотона, которые и будут составлять интерференционную картину.

Закключение. Рассмотренная концепция, основанная на включении в оптический канал связи интерферометров Маха–Цендера, позволит обеспечить целостность передаваемых по протоколу КРК данных. А совместная её эксплуатация со статистическим контролем ошибок и битрейта значительно усилит защищённость.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Имре Ш., Балаж Ф.* Квантовые вычисления и связь. Инженерный подход. М.: Физматлит, 2008. 320 с.
2. *Килин С.Я., Хорошко Д.Б., Низовцев А.П.* Квантовая криптография: идеи и практика. М., 2008. 392 с.
3. *Кронберг Д.А., Ожигов Ю.И., Чернявский А.Ю.* Квантовая криптография: учеб. пособие. М.: МАКС-Пресс, 2011. 111 с.
4. *Молотков С.Н.* О предельных возможностях квантового распределения ключей с контролем статистики неоднотонного источника // Письма в ЖЭТФ. 2008. Т. 87, вып. 10. С. 674–679.
5. *Кронберг Д.А., Молотков С.Н.* Квантовое распределение ключей в однотонном режиме с неортогональными состояниями внутри базиса // Письма в ЖЭТФ, 89:7 (2009). С. 432–438.
6. *Молотков С.Н.* Об интегрировании квантовых систем засекреченной связи (квантовой криптографии) в оптоволоконные телекоммуникационные системы // Письма в ЖЭТФ. 2004. Т. 79. С. 691–704.
7. *Молотков С.Н.* К вопросу об обосновании квантовой криптографии на временных сдвигах. // Письма в ЖЭТФ. 2004. Т. 80, вып. 7. С. 576–582.
8. *Молотков С.Н.* Мультиплексная квантовая криптография с временным кодированием без интерферометров // Письма в ЖЭТФ. 79:9 (2004). С. 554–559.
9. *Хорошко Д.Б.* Квантовое распределение ключа на временных сдвигах с использованием состояний-ловушек / Д.Б. Хорошко, Д.И. Пустоход, С.Я. Килин // Оптика и спектроскопия. 2010. Т. 108, вып. 3. С. 372–379.
10. *Хорошко Д.Б., Пустоход Д.И., Килин С.Я.* Квантовое распределение ключа на временных сдвигах: чувствительность к потерям // Оптика и спектроскопия. 2011. Т. 111, № 5. Ноябрь. С. 719–723.
11. *Задорин А.С., Махорин Д.А.* Интерферометрический контроль целостности данных в системе квантового распределения ключей с временным кодированием // X Междуна. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», Томск, 12–14 ноября 2014. Томск, 2014.

МОДЕЛЬ ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ SYSTEM VUE

*А.В. Александров, П.В. Мельников, С.С. Твердохлебов, студенты
каф. РТС, С.Ю. Решетников, Д.С. Милько, студенты каф. РЗИ*

Научный руководитель А. М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, TUSCP, rts2_golikov@mail.ru

Появление таких систем проектирования и моделирования радио-электронных устройств, как System Vue, дало возможность разработчикам проводить расчёт и оптимизацию режима работы линии связи. Используя модель линий связи в System View, возможна оценка энергетики каналов связи, а также показателей качества линий связи. При решении задачи выбора режима системы и его оптимизации используется критерий минимума вероятности ошибки на бит при демодуляции сигнала, принимаемого наземной станцией. Результаты расчёта дают возможность оценить требуемый уровень мощности сигнала и оптимизировать режим работы [1, 2].

Модель включает следующие основные функциональные блоки: блок формирования квадратурных сигналов ФМ2 с частотным разделением каналов; предварительный усилитель с регулируемым значением коэффициента усиления, предназначенный для задания режима работы передатчика; усилитель мощности сигнала; блок, имитирующий среду распространения сигнала на трассе, коэффициент передачи которого учитывает коэффициенты усиления передающей и приёмной антенн, потери в антенно-фидерной системе передатчика, затухание в свободном пространстве, дополнительные потери в дожде и т.п.; малошумящий усилитель приёмного устройства наземной станции, полосовой канальный фильтр и демодулятор сигнала ФМ2; блок индикации вероятности ошибок демодуляции.

Для большинства задач используется механизм системы System-Vue, дающий возможность автоматически регулировать при моделировании объёмы выборок для расчёта вероятности ошибки с заданной точностью и проводить циклические измерения, варьируя с определённым шагом значения контролируемого параметра задачи [2].

На вход линии связи подаются восемь сигналов с квадратурной модуляцией ФМ2, каждый из которых на своей поднесущей частоте. Предусмотрена регулировка уровней сигналов частотных каналов, которые могут изменяться в диапазоне от 10 до 40 дБ. Расстановка частот – равномерная. Число частотных каналов в штатном режиме равно восьми, а во внештатных ситуациях – от одного до пяти. Для измерений характеристик сигналов в состав модели линии связи входят спектроанализаторы и измерители мощности на входе и выходе передатчика.

Модель приёмного устройства включает малошумящий усилитель с шумовой температурой $T_{ш} = 300$ К, полосовой фильтр, полоса которого больше ширины спектра группового сигнала, полосовой фильтр одного парциального канала и демодулятор квадратурного сигнала ФМ2 этого канала. В модели симитированы системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и тактовой синхронизации (СТС), необходимые для нормального функционирования собственно демодулятора.

Подсчёт количества неправильно демодулированных электрических символов производится в блоке расчёта вероятности ошибки демодуляции сигнала. Для большинства задач используется механизм системы System Vue [2], дающий возможность автоматически регулировать при моделировании объёмы выборок для расчёта вероятности ошибки с заданной точностью и проводить циклические измерения, варьируя с определённым шагом значения контролируемого параметра задачи.

Вероятностные характеристики линии связи при учёте действия различного количества каналов в условиях дополнительного затухания мощности сигнала на трассе рассмотрены в работе [1].

На рис. 1 построено семейство графиков зависимости вероятности битовой ошибки от коэффициента усиления предварительного усилителя $L_{ус}$, дБ, для разных значений дополнительного затухания сигнала на трассе от 0 до 6 дБ. При снятии приведённых зависимостей были задействованы все 8 частотных каналов.

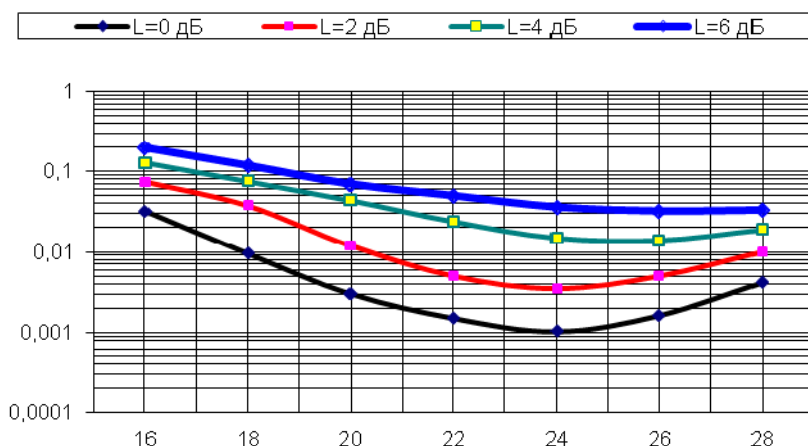


Рис. 1. Зависимость вероятности ошибки на бит при демодуляции квадратурного сигнала для случая восьми канальных сигналов от значения коэффициента усиления предварительного усилителя на входе передатчика [1]

Отметим, что с ростом уровня мощности сигналов сначала вероятность ошибки на бит в контрольном канале падает, что говорит о росте мощности полезного сигнала в процессе регулировки рабочей точки. Однако вскоре снижение указанной вероятности замедляется, и с некоторого значения коэффициента усиления предварительного усилителя наблюдается рост вероятности ошибки на бит. Это явление обусловлено, во-первых, замедлением роста мощности полезного сигнала по мере приближения к режиму насыщения, и во-вторых, ростом мощности комбинационных составляющих, которые в сумме с тепловым шумом приёмника снижают отношение сигнала к шуму.

Учёт дополнительных потерь мощности сигнала на трассе линии связи очевидным образом вызывает рост вероятности ошибки на бит. И что главное, эти дополнительные потери не могут быть компенсированы изменением режима работы передатчика, если предварительно он был выбран из условия минимизации вероятности ошибки на бит [1].

В данной работе исследуется модель защищенной системы спутниковой связи в пакете SystemVue, ориентированном на проведение системного проектирования и моделирования радиоэлектронных устройств. Разработаны модели формирователей сигналов, проведено их описание. Для обеспечения защищенности системы организуются режимы ППРЧ и ШПС.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зябликов С.Ю., Алыбин В.Г., Антонов Ю.Н. и др.* Оптимизация передатчика спутникового ретранслятора по критерию минимума вероятности ошибки демодуляции сигнала // Радиотехника. 2011. №9.
2. *Загидуллин Р.Ш., Карутин С.Н., Стешенко В.Б.* System View. Системно-техническое моделирование устройств обработки сигналов / Под ред. В.Б. Стешенко. М.: Горячая линия-Телеком, 2005. 294 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КРИПТОВАЛЮТЫ

Р.Н. Хабибуллин, студент каф. РЗИ

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru*

В 2008 г. Сатоши Накамото выложил в свободный доступ описание протокола Bitcoin и принцип работы одноранговой сети. В 2009 г. Сатоши закончил разработку и выложил в открытый доступ программный комплекс для создания криптовалюты Bitcoin. На данный момент это программное обеспечение распространяется под лицензией MIT. В работе производится разработка программного комплекса для

генерации криптовалюты с целью изучения принципа работы современных платежных средств.

Принцип работы Bitcoin. Рассмотрим эмиссию Bitcoin, так как количество валюты будет возрастать пропорционально тому, как новые клиенты подключаются к сети. Чтобы не случился внезапный рост количества валюты, была введена сложность.

Транзакции содержатся в блоках в виде списка. Они выстраиваются в цепочки.

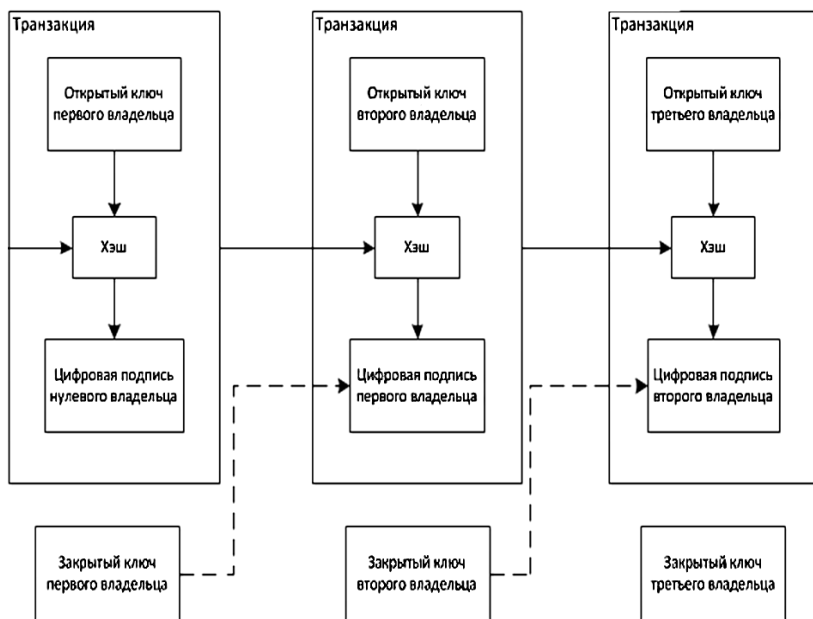


Рис. 1. Схема цепочки транзакций

Каждая транзакция должна указать, откуда она берет деньги и куда направляет. Для указания адресата используется его публичный ключ. Чтобы адресат мог использовать полученные деньги, он должен создать новую транзакцию, которая будет брать деньги с предыдущей и перенаправлять их по другому адресу.

На практике список транзакций в блоке использует следующие свойства:

- **hash** – хэш всей транзакции.
- **ver** – версия схемы транзакции равна 1.
- **vin_sz** – количество предыдущих транзакций, из которых деньги переводятся на новые адреса. Одна или более.

• **vout_sz** – количество адресов, на которые переводятся деньги. Один или более.

• **lock_time** – пока не используется и везде равно 0. В этом свойстве указано количество блоков, которые должна пропустить транзакция перед добавлением. Это дает возможность в течение некоторого времени изменить транзакцию и переподписать ее.

• **size** – размер транзакции в байтах.

• **in** – содержит список входов (источников) транзакции. В качестве входов используются выходы предыдущих транзакций (**prev_out**). У каждого выхода есть следующие свойства:

• **hash** – хэш предыдущей транзакции.

• **n** – так как у транзакции может быть несколько выходов, то нужно указывать, из какого из них берутся деньги.

• **scriptSig** – в этом свойстве отправитель должен доказать, что он переводит именно свои деньги. Он указывает публичный ключ получателя предыдущей транзакции, т.е. свой ключ, так как он должен быть получателем. Кроме того, он добавляет ECDSA подпись этой же транзакции, которая сделана его приватным ключом. После списка входов транзакции (**in**) указывается список выходов (**out**), т.е. адресатов.

Каждый выход имеет следующие свойства:

• **value** – содержит количество денег, которые будут переведены по новому адресу. Они берутся из предыдущих транзакций. **Value** всегда указывается в наномонетах, чтобы избежать дробных чисел.

• **scriptPubKey** – это свойство вместе с **scriptSig** составляет сценарий на модифицированном Forth-like языке. **ScriptPubKey** содержит операторы языка и хэш публичного ключа получателя транзакции. Сценарий проверяет транзакцию на валидность.

Пример блока.

```
«hash»:»fff2525b8931402dd09222c50775608f75787bd2b87e56995a7
bdd30f79702c4»,
«ver»:1,
«vin_sz»:1,
«vout_sz»:2,
«lock_time»:0,
«size»:259,
«in»:[{«prev_out»: {
«hash»:»87a157f3fd88ac7907c05fc55e271dc4acdc5605d187d646604ca8c0
e9382e03»,
«n»:0}, «scriptSig»:»3046022100c352d3dd993a981beba» } ],
«out»: [
```

```
{«value»:>5.56000000},  
«scriptPubKey»:>ba6013c5e04ee729755ef7f58b32 «},  
{«value»:>44.44000000},  
«ScriptPubKey»:>86914d43f2a7ac177da2c2f6b»}}}
```

Программный комплекс для создания криптовалюты Bitcoin, позволит студентам изучить алгоритм хеширования SHA256, изучить основы алгоритмов параллельного вычисления и его реализацию на языке программирования C++, изучить и понять структуру одноранговой сети и возможность использования в ней протокола Bitcoin, изучить протокол Bitcoin.

Также, планируется провести сравнительный анализ Litecoin, Nxt, Dogecoin и т.д. Суть сравнительного анализа исходного кода этих программных комплексов поможет определить мощности какого процессора (GPU или CPU) и оценить, какой из них целесообразнее использовать при генерации блоков. Разница между этими процессорами в том, что GPU может выполнять параллельные задачи, а CPU нет. Привлечение больших мощностей является залогом успеха при генерации блоков.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Satoshi Nakamoto*. Bitcoin (MIT 2009). Massachusetts Institute of Technology, 2009. 10 с.
2. *Bitcoin* – как это работает [Электронный ресурс]. Открытая публикация 2011. <http://habrahabr.ru/post/119527> (дата обращения: 15.02.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА QNAP TS-259-PRO+

А.С. Ищенко, А.О. Астахов, П.В. Жигулин, студенты каф. РЗИ
Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

XXI век – век цифровых технологий, и действительно можно заметить, что всё большая и большая часть реального мира плавно перетекает в мир цифровой. Интернет-коммерция – одна из самых динамично развивавшихся областей ИТ-сферы. Основной особенностью данной сферы является безналичный расчёт, а следовательно, реализация защищённых платёжных систем – одна из передовых задач.

Существующие разнообразные механизмы оплаты различаются своими характеристиками. Уровень идентификации сторон может быть различным: от полной анонимности при оплате наличными до

полной идентификации при оплате по кредитной карточке. Возможности отслеживания транзакций также различны и зависят от применяемых методов оплаты. Большое количество различных механизмов оплаты объясняется разнообразием условий, в которых осуществляются товарно-денежные отношения. Каждый механизм действует на своем рынке, где является оптимальным для данных условий [1].

Меры, предпринимаемые участниками электронной коммерции для обеспечения безопасных расчетов в сети Интернет, всегда были достаточно многообразны.

Широко используемый и ставший практически обязательным в интернет-торговле протокол SSL (Secure Sockets Layer) позволяет всем участникам торговли спокойно передавать самую разную информацию. При попытке перехвата данных они будут закрыты шифром, взломать который за сколько-нибудь адекватный промежуток времени невозможно.

Протокол SSL использует технологию шифрования с открытым ключом и цифровые сертификаты для опознания сервера, участвующего в транзакции, и защиты информации в процессе ее передачи от одной стороны к другой по каналам Интернета. Транзакции протокола SSL не требуют идентификации клиента. Вначале клиент посылает сообщение серверу. Сервер отвечает и отправляет клиенту свой цифровой сертификат в качестве средства идентификации. Прежде чем продолжить транзакцию, клиент и сервер договариваются по поводу сеансовых ключей. Ключи сеанса – симметричные закрытые ключи – используются только в данной транзакции. Как только ключи выбраны, сеанс связи между клиентом и сервером продолжается, при этом используются ключи сеанса и цифровые сертификаты [2].

Аппаратно-программный комплекс QNAP TS-259-PRO+ подходит для реализации поставленной задачи ввиду ряда преимуществ, такие как поддержка «горячей» замены жёстких дисков, средства диагностики жёстких дисков, сетевое хранилище, наличие двух интерфейсов Ethernet.

Хранилище может использоваться одновременно как для предоставления общего доступа к данным, так и в качестве клиента/сервера iSCSI. Благодаря встроенной функции «Виртуальный диск» (Virtual Disk Drive) возможно увеличить ёмкость дискового пространства хранилища. Используя встроенный инициатор iSCSI, сетевой накопитель QNAP может подключаться к другим целевым устройствам iSCSI и превращать их в виртуальные диски (до 8 штук), которые становятся томами на хранилище. Накопитель при этом выступает в качестве мастера iSCSI.

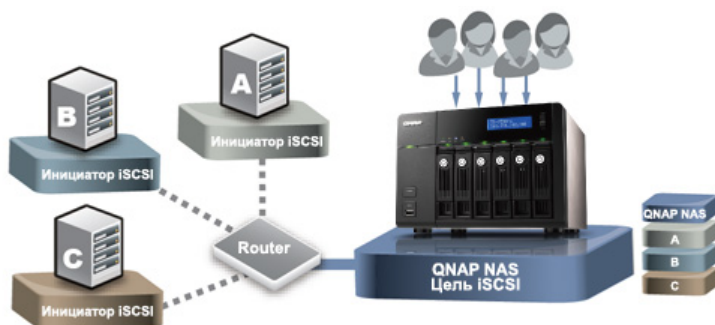


Рис. 1. Структура сетевого хранилища аппаратно-программного комплекса QNAP TS-259-PRO+

Наличие же двух интерфейсов Ethernet позволяет добиться отказоустойчивости и балансировки нагрузки. В режиме отказоустойчивости накопитель использует только один интерфейс Ethernet. При разрыве соединения трафик автоматически направляется через другой интерфейс. Что касается балансировки нагрузки, то накопитель будет распределять трафик по двум каналам в зависимости от семи возможных вариантов настройки интерфейсов. Для некоторых вариантов необходим Ethernet-коммутатор с поддержкой стандарта 802.3ad.

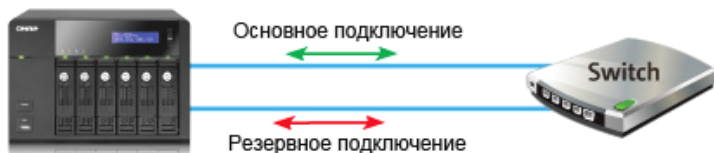


Рис. 2. Реализация отказоустойчивости

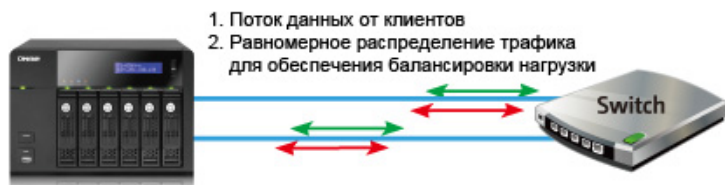


Рис. 3. Реализация балансировки нагрузки

Также наличие двух интерфейсов Ethernet предоставляют работоспособность для режима Multi-IP. Данный режим позволяет использовать накопитель для предоставления общего доступа к сетевым ресурсам в двух разных подсетях.



Рис. 4. Режим Multi-IP

Для организации безопасности платёжных систем интернет-коммерции на основе аппаратно-программного комплекса QNAP TS-259-PRO+ понадобится установленное программное обеспечение от производителя QNAP Finder, организация Web и SQL серверов и настройка CMS с соответствующими модулями и функционалом под конкретно поставленную задачу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Платёжные системы электронной коммерции* [Интернет] // Центр Управления Финансами. <http://center-yf.ru/data/stat/Platezhnye-sistemy-elektronnoi-kommercii.php>

2. *Безопасность и защита интернет-платежей* [Интернет] // Bankir.ru – <http://bankir.ru/tehnologii/s/bezopasnost-i-zaschita-internet-platejei-5899180/>

ЗАЩИТА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ ОТ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

О.С. Каймонов, аспирант каф. ТУ

*Научный руководитель Т.Р. Газизов, зав. каф. ТУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, kaymon79@mail.ru*

С развитием и широким распространением автоматизированных систем управления (АСУ) различного назначения возникла необходимость обеспечения их защиты от преднамеренных электромагнитных воздействий (ПД ЭМВ).

Под ПД ЭМВ понимают воздействие с применением излучателей электромагнитного поля, генераторов напряжения и тока путем генерирования в информационных системах электромагнитной энергии, уровень которой вызывает нарушение нормального функционирования технических и программных средств информационных систем [1].

Особенно актуальна проблема ПД ЭМВ для АСУ силовых ведомств – систем связи и управления, систем электроснабжения и дру-

гих. Объектами ПД ЭМВ могут являться информационные системы, системы физической защиты оборудования поддерживающей инфраструктуры, вспомогательное оборудование, системы электропитания, линии связи и т.д.

Основными каналами ПД ЭМВ являются:

- сети электропитания – для осуществления ПД ЭМВ по сетям электропитания используются специальные технические средства, которые подключаются к сети непосредственно с помощью гальванической связи через конденсатор или с помощью индуктивной связи через трансформатор;

- проводные линии связи – для ПД ЭМВ по проводным каналам требуется энергия на несколько порядков ниже, чем по сети питания, и деструктивное воздействие может быть реализовано с помощью относительно простых технических средств, обеспечивающих высокую вероятность вывода объекта атаки из строя;

- эфир (использование мощных коротких электромагнитных импульсов) – является наиболее скрытым и наиболее эффективным каналом ПД ЭМВ. В этом случае стало возможным реализовать достаточно компактные электромагнитные технические средства ПД ЭМВ, размещаемые за пределами объекта атаки и на достаточном для маскировки атаки удалении от коммуникаций.

Выделяют следующие методы защиты систем от ПД ЭМВ [2]:

- 1) защита конкретной системы от электромагнитных воздействий – контроль электрической конфигурации системы для уменьшения связи с внешними электромагнитными полями, установка устройств защиты в точках входа;

- 2) конструирование технических средств и создание программного обеспечения, устойчивых к отказам отдельных элементов – существует возможность снизить вероятность нарушения функционирования системы при низких уровнях электромагнитных воздействий большой мощности за счет применения методов конструирования технических средств и создания программного обеспечения, устойчивых к отказам отдельных элементов;

- 3) мониторинг окружающей обстановки с целью выявления электромагнитных воздействий большой мощности – полезен при повторяющихся электромагнитных воздействиях большой мощности;

- 4) обеспечение физической безопасности системы – является превентивным и направлен на исключение доступа в места потенциального нападения на систему;

- 5) избыточность системы при выполнении установленных функций – уменьшает уязвимость системы за счет того, что подсистема,

функционирование которой нарушено, заменяется идентичной подсистемой, защищенной от электромагнитных воздействий;

б) активная защита – применение отдельных устройств, обнаруживающих начальный момент влияния на систему электромагнитных воздействий большой мощности, и проведение оперативной защиты системы до момента возникновения нарушений функционирования.

Хочется отметить, что существующие приборы защиты АСУ от ПД ЭМВ обладают рядом недостатков, такими как малая мощность, недостаточное быстродействие, паразитные параметры, что затрудняет защиту от мощных ПД ЭМВ, а также эффективная защита в широком диапазоне ПД ЭМВ требует сложных многоступенчатых устройств. Между тем, наряду с высокими характеристиками, практика требует простоты и дешевизны, так что необходим поиск новых принципов совершенствования защиты.

Основным направлением деятельности при разработке методов и способов защиты от ПД ЭМВ является разработка целевых стандартов по обеспечению устойчивости объектов к действию мощных электромагнитных излучений. В их числе – методы оценки устойчивости информационных систем, телекоммуникационной аппаратуры и центров обработки данных, практические методы защиты компьютерных систем и др.

В России силами организаций научного и прикладного профилей ведутся работы по созданию отечественной нормативной базы по защите автоматизированных систем в защищенном исполнении (АСЗИ) от ПД ЭМВ в виде совокупности целевых ГОСТов [1, 3–5].

ГОСТ Р 56103–2014 «Общие положения по организации и содержанию работ по защите автоматизированных систем от ПД ЭМВ» является системообразующим и ориентирован на построение защиты от ПД ЭМВ в согласовании с работами по построению систем охраны (физической защиты) объектов.

Общими положениями данного стандарта определяются и устанавливаются: роль и место работ по защите автоматизированных систем (АС) от ПД ЭМВ во взаимодействии с работами по построению комплексных систем безопасности; структурные компоненты защиты; этапы и содержание работ, их исполнители и возлагаемые на них функции; ответственность за обеспечение требований по защите при эксплуатации АС.

Основным направлением для дальнейшей работы считаю разработку специализированной нормативной базы по защите от ПД ЭМВ для конкретных силовых ведомств, а также методов и устройств защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ Р 52863–2007* Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Испытания на устойчивость к преднамеренным силовым электромагнитным воздействиям.
2. *ГОСТ Р 51317.1.5–2009* Совместимость технических средств электромагнитная. Воздействия электромагнитные большой мощности на системы гражданского назначения.
3. *ГОСТ Р 56093–2014* Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства обнаружения преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования.
4. *ГОСТ Р 56115–2014* Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Средства защиты от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие требования.
5. *ГОСТ Р 56103–2014* Защита информации. Автоматизированные системы в защищенном исполнении. Организация и содержание работ по защите от преднамеренных силовых электромагнитных воздействий. Общие положения

НЕЙРОСЕТЕВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ РЕЧНОГО РАДИОЛОКАТОРА

А.С. Кирпичников, А.А. Пискунов, студенты каф. РТС

Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

ГПО РТС-1305 «Разработка аппаратно-программного комплекса обработки информации с камер видеонаблюдения»

Современные методы обработки изображений актуальны во многих областях радиоэлектроники. Проблема создания эффективных масштабируемых нейрокомпьютерных конфигураций является весьма актуальной в связи с расширением сферы применения нейросетевых технологий. В настоящее время реализация нейросетевых алгоритмов осуществляется программной, программно-аппаратной эмуляцией и чисто аппаратными средствами. В работе проводится нейросетевая обработка изображений речного радиолокатора, полученных в реальных условиях. Целью нейросетевой обработки является увеличение дальности обнаружения объектов и радиолокационного разрешения.

В работе предлагается создание новой системы цифровой обработки изображений для радиолокационной станции (РЛС) «Река», разработанной специально для речных судов. Уникальность РЛС заключается в применении новых высокотехнологичных приемов, позволяющих значительно увеличить вероятность обнаружения малоразмерных целей. Применение цифрового твердотельного приемопередаточного модуля, использующего широкополосные сигналы, позволяет

радиолокатору обнаруживать и распознавать с высокой точностью даже малоразмерные объекты (человек, льдина, буй и пр.), и самое важное, в различных метеорологических условиях (дождь, туман, снег). Технические решения, реализованные в данной РЛС, соответствуют мировым требованиям и не имеют аналогов в России. РЛС разработана фирмой НПФ «Микран», создавшей целую линейку радиолокационных сенсоров с различными диапазонами рабочих частот (Х, К, Ка) с расширенными сферами применения (таблица) [1].

Технические характеристики РЛС «Река»

Сенсор	
Тип	Твердотельный
Полоса рабочих частот	9300-9500 МГц (Х-диапазон)
Максимальная выходная мощность	1 Вт
Разрешающая способность: по направлению по дальности	1° от 3 м
Среднее время наработки на отказ	20 000 часов
Тип антенны	Открытая антенна
Длина антенны	2 м
Скорость вращения антенны	24 об/мин
Дисплей	
Диагональ экрана	22" цветной сенсорный LCD
Эффективная зона обзора	475 (H) x 270 (V) мм
Разрешение	1920 (H) x 1080 (V), full HD
Эффективный диаметр	253 мм
Количество цветовых схем	3
Шкалы дальности отображения	0,25; 0,5; 1; 1,6; 2; 3,2; 4; 8; 16; 32 км
Блок сопряжения	
Входное напряжение	~220 В
Выходное напряжение	24 В
Условия эксплуатации	-40 ... +55 °С

В качестве апробации нейросетевой обработки используются экспериментальные данные, полученные с экранов штатных РЛС, установленных на речных судах. Объем изображений, используемых для

обработки составляет 533 фото индикатора РЛС при движении судна по р. Томи.

Нейросетевые методы обеспечивают быстрое и надёжное распознавание изображений. Нейросетевые методы – это методы, базирующиеся на применении различных типов нейронных сетей (НС) [2].

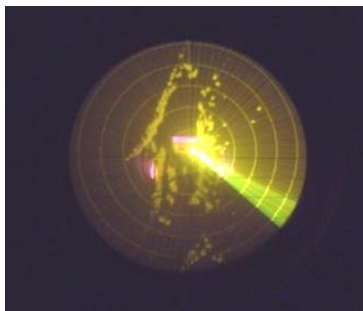


Рис. 1. Индикатор речной РЛС

В работе для нейросетевой обработки используется программа – нейроимитатор, позволяющий обучить нейронную сеть обработке изображений. На примере этой программы показаны возможности нейронной обработки изображений (рис. 1).



Рис. 2. Зашумленное и неконтрастное изображение
(до нейросетевой обработки)



Рис. 3. «Очищенное» от шума и более контрастное изображение
(после нейросетевой обработки)

В работе проведена нейросетевая обработка изображений речной РЛС в реальных условиях и показаны возможности обработки по улучшению технических характеристик РЛС (рис. 2, 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сетевой ресурс «Радиолокационное оборудование» // Режим доступа: <http://www.micran.ru>
2. Овчинников П.Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 32 с.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ КОДЕКА ЦИКЛИЧЕСКОГО КОДА ХЕММИНГА (7,4)

М.А. Колединцева, студентка каф. РТС

Научный руководитель А.С. Бернгардт, доцент каф. РТС, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, marinkoled@yandex.ru, asbern48@mail.ru

В данной работе представлен дидактический модуль, предназначенный для изучения и исследования принципов и алгоритмов кодирования и декодирования циклических кодов. Модуль позволяет максимально задействовать студента в учебном процессе, дать возможность студенту заниматься в удобном темпе и тренироваться самостоятельно.

При кодировании широкое применение находят кодеры, построенные на базе алгоритма, формирующего систематический код, при этом информационные символы занимают k старших разрядов, а проверочные – оставшиеся младшие (рис. 1).

Алгоритм кодирования описывается выражением $S(x) = a(x) \cdot x^r + a(x) \cdot x^r \bmod g(x)$, здесь $a(x)$ – входное сообщение; $g(x)$ – генераторный полином. Для кода Хемминга (7, 4) имеется два генераторных полинома: $g_1(x) = 1 + x + x^2$ и $g_2(x) = 1 + x^2 + x^3$, позволяющих получить эффективные коды.

Влияние канала на первом этапе моделируется тем, что вектор на входе декодера представляет собой сумму передаваемой кодовой комбинации и вектора ошибок, где $e(x)$ – вектор ошибки, содержащий единицы на местах искаженных элементов. После передачи по каналу связи комбинация $V(x)$ декодируется.

При декодировании вычисляется синдром, позволяющий исправлять однократные ошибки и обнаруживать двукратные. В некоторых случаях возможно обнаружение ошибок большей кратности. Если полученный синдром равен нулю, то в принятой комбинации отсутствуют обнаруживаемые ошибки. А если синдром отличен от нуля, то принимается решение о том, что в комбинации $V(x)$ присутствуют ошибки.

Каждой однократной ошибке соответствует определенный синдром. Отсюда можно определить вектор ошибки и, просуммировав его по модулю 2 с принятой комбинацией $V(x)$, получить исходную ком-

бинацию $S(x)$. Декодирование с исправлением ошибок используется не всегда, иногда достаточно определить наличие ошибки и отправить запрос на повторную передачу комбинации (декодирование с обнаружением).

Рис. 1. Кодек циклического кода

Дидактический модуль разрабатывается с использованием среды Embarcadero Delphi XE7. В процессе разработки возникли проблемы с хранением кодовой таблицы. Было принято решение хранить ее в виде трех массивов – по одному для двух генераторных полиномов, позволяющих получить эффективные коды и один массив для остальных комбинаций полиномов.

Данный модуль позволяет изучить процесс кодирования и декодирования циклического кода, разобраться с принципами и алгоритмами работы кодера и декодера в режимах обнаружения или исправления ошибок. Программа дает возможность сравнить эффективность кодирования при задании различных генераторных полиномов, как оптимальных, так и не оптимальных, проследить возможности обнаружения и исправления при введении ошибок различной кратности.

Разработаны методические указания для проведения лабораторных работ. Модуль может быть использован при проведении лекций, практических занятий, лабораторных работ и самостоятельных тренировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акулиничев Ю.П., Бернгардт А.С. Теория и техника передачи информации: учеб. пособие. Томск: Эль Контент, 2012. 210 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд., испр.; пер. с англ. М.: Изд дом «Вильямс», 2003. 1104 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИЩЕННОГО
МАРШРУТИЗИРУЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА БАЗЕ
ViPNET OFFICE (CUSTOM) И СТЕКА ПРОТОКОЛОВ
IP SEC, SSL, TLS, PGP, SMIME**

*Д.Р. Леконцев, М.В. Заякин, М.С. Подольяно,
Р.Ш. Сайфутдинов, В.С. Яковлев, В. Кудряшов, Д. Чурэн,
студенты каф. РЗИ*

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, TSCVP, rts2_golikov@mail.ru*

Технология ViPNet предназначена для развертывания защищенных виртуальных частных сетей поверх глобальных и локальных сетей. Технология ViPNet обеспечивает прозрачное взаимодействие защищенных компьютеров, независимо от места и способа их подключения к сети. Принципиальным отличием технологии ViPNet от большинства современных VPN-систем, которые главным образом предназначены для безопасного соединения локальных сетей и удаленного доступа к их ресурсам, является наличие специальных протоколов динамической маршрутизации VPN-трафика. Важным свойством технологии ViPNet является использование для VPN симметричной ключевой структуры, что позволяет избавиться от периодических сеансов аутентификации сетевых узлов и процедур выработки ключей.

Для защиты ключей обмена применяется три уровня шифрования: ключи обмена зашифрованы на ключах защиты коллективов; ключи защиты коллективов зашифрованы на персональных ключах; в свою очередь, персональные ключи зашифрованы на парольных ключах. В ПО ViPNet для шифрования используются следующие симметричные алгоритмы: ГОСТ 28147–89 (длина ключа 256 бит) – российский стандарт симметричного шифрования. AES (256 бит) – принятый в США стандарт симметричного шифрования на основе алгоритма Rijndael.

ViPNet OFFICE – программное обеспечение для организации виртуальных частных защищенных сетей (VPN) типовых конфигураций (защищенных сетей ViPNet™). ViPNet OFFICE предназначен для использования в небольших локальных и распределенных IP-сетях и обеспечивает защищенную работу удаленных пользователей с любым типом подключения к сети Интернет (рис. 1). ViPNet OFFICE – программное обеспечение для организации виртуальных частных защищенных сетей (VPN) типовых конфигураций (защищенных сетей ViPNet™).

ViPNet CUSTOM – это широкая линейка продуктов компании «ИнфоТеКС», включающая программные и программно-аппаратные комплексы (средства защиты информации ограниченного доступа, в том числе персональных данных). ViPNet CUSTOM позволяет органи-

зовывать защиту информации в крупных сетях (от нескольких десятков до десятков тысяч сетевых узлов – рабочих станций, серверов и мобильных компьютеров) и нацелен на решение двух важных задач информационной безопасности. Базовыми компонентами ViPNet CUSTOM является ПО ViPNet Administrator, ViPNet Coordinator (в разных вариантах исполнения) и ViPNet Client. ViPNet CUSTOM поддерживает возможность межсетевого взаимодействия, что позволяет устанавливать необходимые защищенные каналы связи между произвольным числом защищенных сетей, построенных с использованием ViPNet CUSTOM. Уникальной особенностью ViPNet CUSTOM является программное обеспечение ViPNetClientMobile, которое позволяет использовать коммуникатор (КПК) с ОС WindowsMobile 2005/6, как полноценный VPN-клиент для удаленного защищенного подключения к ресурсам корпоративной сети через сеть сотового оператора по GPRS/EDGE или с использованием сетей WiFi. В настоящее время в состав комплекса ViPNet CUSTOM входит более 10 различных компонент и модулей, позволяющих реализовать множество сценариев защиты информации в современных мультисервисных сетях связи.

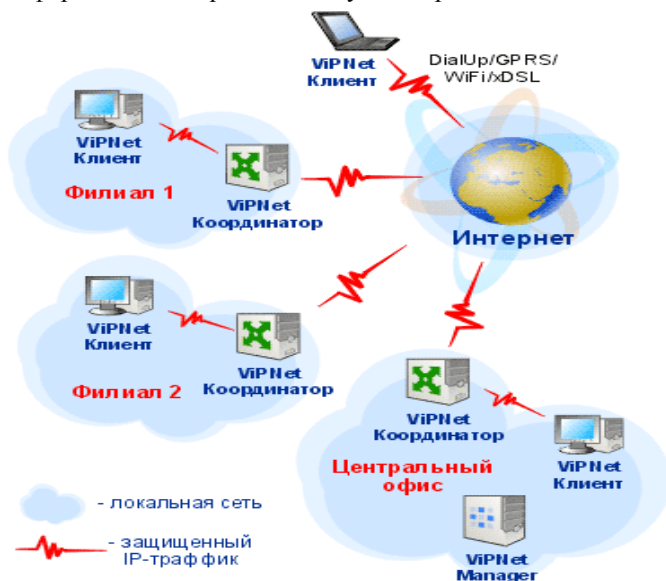


Рис. 1. Типовая схема защищенной сети на базе решения ViPNet OFFICE

В комплекс IP Security (IPsec) входят следующие протоколы и стандарты (перечислены основные, о которых пойдет речь в данной

работе): Internet Key Exchange (IKE), обеспечивающий аутентификацию сторон, согласование параметров ассоциаций защиты (SA), а также выбор ключей шифрования. Authentication Header (AH), обеспечивающий аутентификацию пакетов и выявление их воспроизведения. Взаимосвязи между протоколами представлены на рис. 2.



Рис. 2. Архитектура IPsec

В работе протоколов IPsec можно выделить пять этапов. Первый этап начинается с создания на каждом узле, поддерживающем стандарт IPsec, политики безопасности. На этом этапе определяется, какой трафик подлежит шифрованию, какие функции и алгоритмы могут быть использованы. Второй этап является по сути первой фазой IKE. Ее цель – организовать безопасный канал между сторонами для второй фазы IKE. Третий этап – является второй фазой IKE. Его задачей является создание IPsec-туннеля. Рабочий этап. После создания IPsec SA начинается обмен информацией между узлами через IPsec-туннель, используются протоколы и параметры, установленные в SA.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ViPNetOFFICE* [Электронный ресурс]. Режим доступа: // www.infotrust.ru
2. *ViPNetCUSTOM* [Электронный ресурс]. Режим доступа: // http://www.bw-it.ru/vipnet_custom.php
3. *Московиц Р.* Протокол IPSec для групп по интересам // *Network Computing*. 2000. №11.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Д.А. Матвеев, студент каф. РТС,

В.А. Тихонов, Л. Алексеев, студенты каф. РЗИ

Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Существенный выигрыш в использовании каналов связи может быть достигнут при сжатии массивов данных. Используя один из алгоритмов сжатия без потерь, можно обеспечить коэффициент архивации изображения примерно в два раза. В то же время алгоритмы сжатия с потерями оперируют с коэффициентами 10–2000 раз (таблица) [1].

Алгоритмы сжатия информации

Алгоритм	Коэффициенты сжатия	Потери	Размерность
LZW	4	Нет	1D
Хаффмана	8	Нет	1D
JPEG	2–200 раз	Да	2D
Фрактальный	2–2000 раз	Да	2,5D

Методы и алгоритмы вейвлетной обработки сигналов в цифровых системах связи рассмотрены в работе [2]. Вейвлет-преобразование представляет собой метод первичной обработки сигнала для повышения эффективности его сжатия. Непосредственно сжатие выполняется после этой предобработки классическими методами. На рис. 1 представлен обработанный выходной сигнал и сжатый вид структуры его вейвлет-разложения (выбранная норма сжатия преобразованного радиосигнала составляет около 55,3% относительно нормы исходного сигнала) [2].

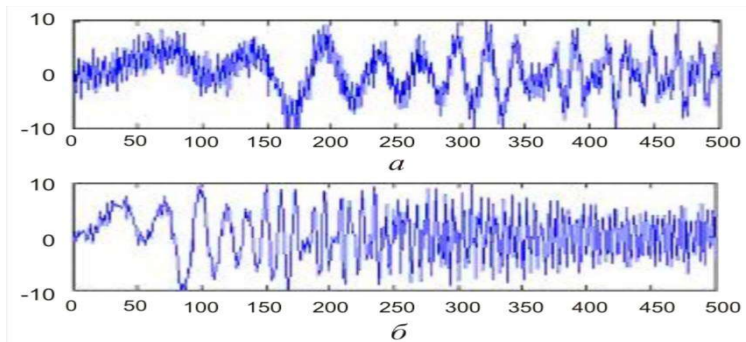


Рис. 1. Вейвлет-разложение: *а* – график обработанного выходного сигнала; *б* – сжатый вид структуры вейвлет-разложения

Также в данной работе представлены результаты испытаний разработанного программного комплекса для исследования методов сжатия изображений фрактальным алгоритмом. Алгоритмы сжатия и декодирования работают только с изображениями в градациях серого (8 бит/пиксель, BMP), размеры которых соответствуют выбранному размеру рангового блока, умноженному на 2, например 16×16 , 32×32 , ..., 256×256 , ... пикселей для рангового блока размером 8×8 .

Алгоритм сжатия апробирован на стандартном тестовом изображении «Barbara» [3].



Рис. 2. Четыре ранговых блока



Рис. 3. Восемь ранговых блоков



Рис. 4. Шестнадцать ранговых блоков



Рис. 5. Тридцать два ранговых блока

Для того чтобы оценить некоторые параметры программного комплекса, необходимо знать, на каком процессоре производились вычисления, т.к. в процессе фрактального сжатия происходит активная работа с матрицами. Для исследований использовался 4-ядерный процессор 3,2 ГГц с оперативной памятью 4 МБайт.

На рис. 6–9 представлены графики зависимости времени сжатия от размера изображения, от параметра «смещение домена», параметра «размер региона» и график зависимости размера изображения (в КБайт) от параметра «размер региона».

Мощность процессора хоть и играет важную роль во фрактальном алгоритме сжатия, но в настоящее время, когда процессоры достигли пика своей мощности и пошли по пути увеличения количества ядер, то

на первое место выходит такой параметр, как оптимизация алгоритма сжатия.

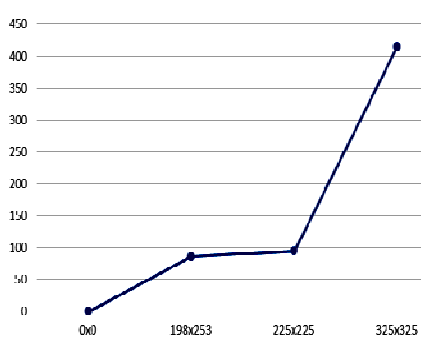


Рис. 6. График зависимости времени сжатия от размера изображения

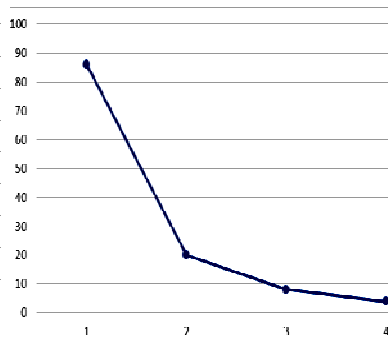


Рис. 7. График зависимости времени сжатия от параметра «смещение домена»

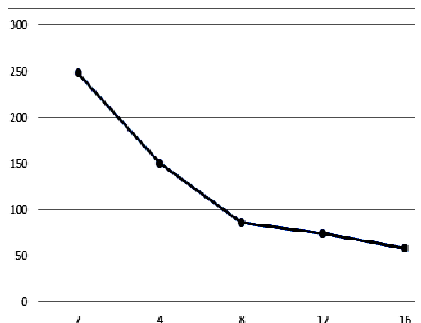


Рис. 8. График зависимости времени сжатия от параметра «размер региона»

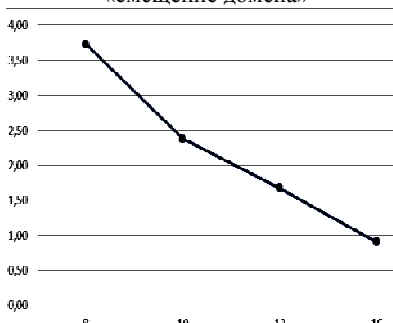


Рис. 9. График зависимости размера изображения (в КБайт) от параметра «размер региона»

Дальнейшим развитием разработанного комплекса сжатия видеоинформации на базе фрактальных алгоритмов является создание возможности сжатия изображений более высокого разрешения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ватолин Д.С.* Алгоритмы сжатия изображений. М.: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 1999. 76 с.
2. *Егорова Е.В.* Вейвлетный алгоритм цифрового сжатия информации // Нелинейный мир, 2009. Т. 7, №11. С. 872–876.
3. *Уэлстид С.* Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. М.: Техносфера, 2003. 320 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАНИЯ ОБЪЕКТОВ И ЛИЦ ЛЮДЕЙ В ТОЛПЕ ПО СИГНАЛАМ КАМЕР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БАЗЕ ПО LABVIEW

***П.В. Мельников, С.С. Твердохлебов,
Н.Ю. Верецагин, студенты каф. РТС***

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru
ГПО РТС-1405 «Разработка перспективных методов обработки
изображений в радиоэлектронных системах»*

В работе рассмотрены система распознавания объектов по сигналам камер видеонаблюдения, осуществляющая обнаружение подвижных объектов в поле зрения одиночной камеры, и задача скрытой идентификации личности – распознавания преступника в толпе. Разработан программный комплекс для обработки видеоизображений, получаемых с камеры видеонаблюдения, в результате работы которого на исходном изображении будут распознаваться и выделяться большемерные движущиеся объекты, такие как люди и автомобили, а также лица людей в толпе. Кроме этого, система должна быть способна игнорировать периодические движения, такие как качание деревьев в ветру, развивающиеся флаги и т.д. В системе предусмотрены методы снижения влияния шума и условий съемки. Для решения этой проблемы используется целый набор фильтров, настройка которых позволяет значительно повысить результативность верного обнаружения и в то же время уменьшить число ложных срабатываний.

Обработанный видеоматериал выводится на монитор оператора, что позволяет вести непосредственное наблюдение, и, кроме того, по запросу оператора происходит запись обработанного видеоматериала на компьютер, что расширяет возможности применения комплекса. Также можно отметить то, что разработанный комплекс способен не только обрабатывать видеоматериал, поступающий с камеры видеонаблюдения в режиме реального времени, но и обрабатывать записанные ранее материалы, при этом оператору не нужно ждать окончания обработки и записи, видеопроцесс обработки также транслируется на монитор оператора. После создания программного комплекса был проведен эксперимент, который показал работоспособность программного комплекса во всех заявленных режимах и выявил недостатки медианного фильтрования видеоизображения. В работе программное обеспечение создано в среде LabView.

Разработанный программный комплекс представляет собой средство обработки видеоизображений, полученных с камеры видеонаблюдения. Данный комплекс способен как помогать оператору вести

наблюдение за территорией, так и вести запись с обработкой видеоматериала для дальнейшего ее использования. Система обладает гибкой системой подстройки под окружающие условия, что позволяет не только обеспечивать своевременное обнаружение движущихся объектов, но и настраивать ее чувствительность, что может как позволить отфильтровать обнаружение автомобилей, людей, мелких животных, так и нивелировать влияние погодных условий или освещенности.

Программный продукт включает в себя следующие блоки: блок захвата видеоизображений; блок распределения режимов работы; блок настройки системы; блок предобработки видеоизображений; блок обнаружения движущихся объектов; блок записи прямого или обработанного видео в файл; блок пользовательского интерфейса; блок управления программой; блок захвата видеоизображений – предназначен для загрузки видеoinформации; непосредственно с камеры видеонаблюдения либо из заранее подготовленного файла. Этот блок декодирует входную для программного комплекса видеoinформацию и получает служебную информацию, такую как разрешение изображения, количество кадров в секунду [1]. Результаты эксперимента представлены на рис. 1, 2.

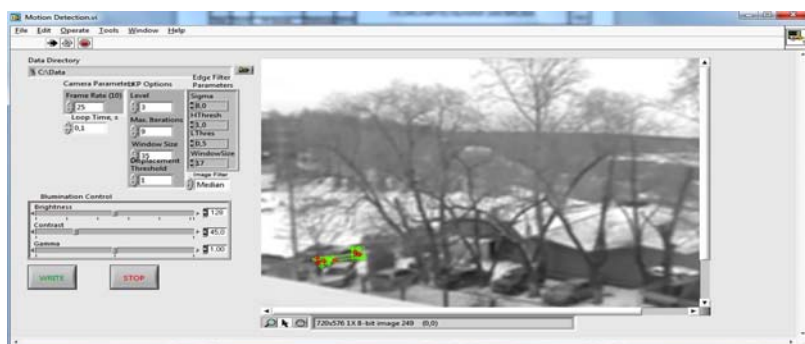


Рис. 1. Сопровождение объекта (автомобиль)

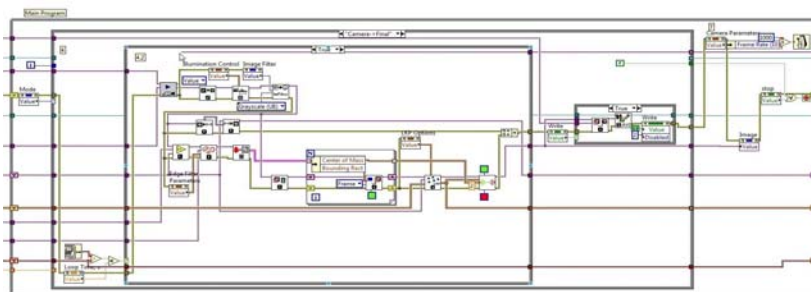


Рис. 2. Блок-схема алгоритма программного комплекса в LabView

В работе получены следующие результаты: комплекс позволяет работать с видеоизображениями в трех различных режимах; в состав комплекса включен набор фильтров предобработки; в состав комплекса включен набор фильтров, позволяющий выбирать параметры фиксируемых объектов; комплекс способен обрабатывать видео с разрешением 1280×1024 пикселей и частотой 30 кадров в секунду; к разработанному комплексу разработана подробная инструкция; проведено испытание, показавшее работоспособность комплекса.

Кроме того, в LabView реализовано средство скрытой идентификации личности – распознавание преступника в толпе. Это средство позволит также проверить, действительно ли паспорт предъявляет его владелец; узнать, не находится ли человек в розыске; выяснить не был ли ранее человек замешан в финансовых махинациях с кредитами; выявить потенциально опасных болельщиков при входе на стадион и т.д. Все эти задачи могут быть решены только с использованием средств биометрической идентификации личности (рис. 3).

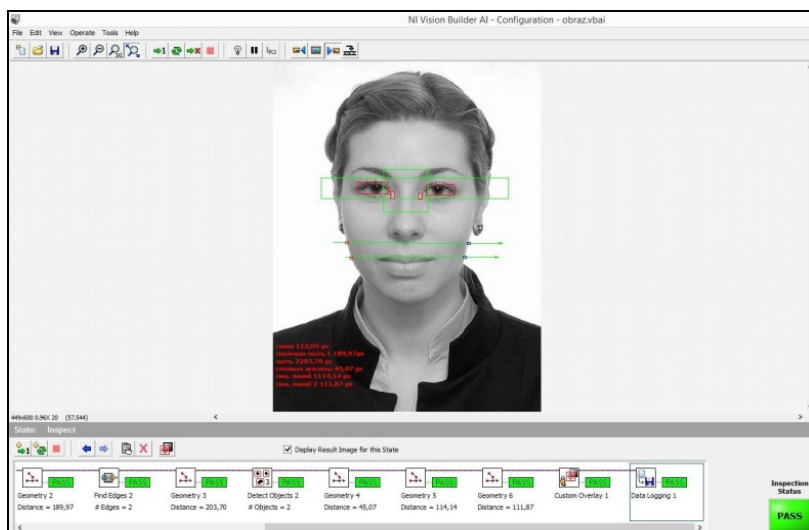


Рис. 3. Биометрическая идентификация личности в LabView

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Волковицкий. Возможности автоматизированного анализа видеоизображений // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://polyset.ru/article/st457.php>

ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМОЙ X-SAR ЕВРОПЕЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА

М.А. Михайлова, М.Н. Жохова, студентки каф. РТС

Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

*ГПО РТС-1305 «Разработка аппаратно-программного комплекса
обработки информации с камер видеонаблюдения»*

Целью данной работы является обработка снимков спутникового комплекса X-SAR. С использованием средства обработки изображений MATLAB WAVELET TOOLBOX и ImageJ [1, 2] описываются новые признаки цифровых изображений, получаемые на вейвлет-фрактальных преобразованиях. Производится обработка изображений – снимков спутникового комплекса X-SAR Европейского космического агентства.

Сжатие изображения, как и удаление шума из изображения основано на отбрасывании вейвлет-коэффициентов. Различие заключается лишь в том, что при удалении шума мы зануляем только те вейвлет-коэффициенты, которые содержат шум, а при сжатии мы устанавливаем определенный порог, ниже которого значения вейвлет-коэффициентов обнуляются (рис. 1, 2).

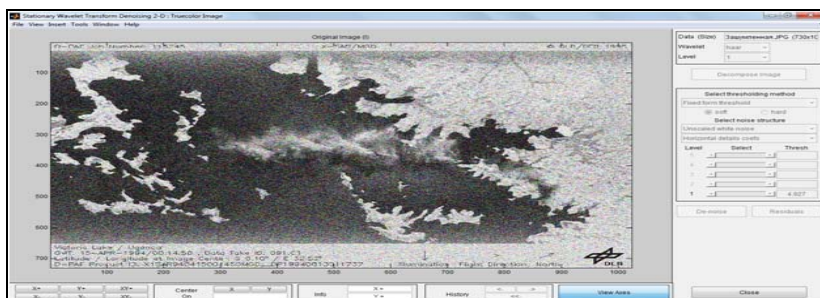


Рис. 1. Зашумленное изображение

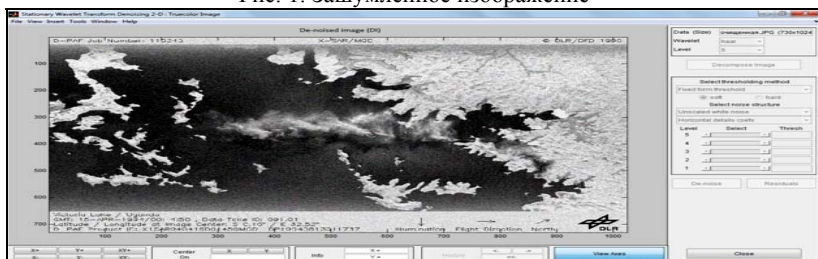


Рис. 2. Очищенное от шумов изображение

Для вычисления фрактальной размерности используется программа программа ImageJ, выполняющая вычисление фрактальной размерности.

В таблице приведено сравнение расчетных и практических значений фрактальных размерностей для спутниковых снимков X-SAR.

Расчетные и практические значения

Фрактал	$D_{пр}$	$D_{тр}$
Треугольник Серпинского	1,581	1,585
Кривая Коха	1,265	1,262
Квадрат Серпинского	1,889	1,893

Видно, что расчетные и практические значения фрактальных размерностей сходятся, это говорит о том, что программа работает и считает правильно фрактальную размерность изображения. Исследование характера распределения самоподобия показало, что для изображений разных подклассов наблюдаются разные значения признака, в то время как внутри класса наблюдается устойчивость параметров. Таким образом, подтверждается возможность использования характера распределения самоподобия в качестве классифицирующего признака [3]. Однако коэффициенты уравнения разных классов в некоторых случаях различаются недостаточно для того, чтобы говорить о точной классификации, поэтому необходимо использовать данный фрактальный признак совместно с другими признаками для достижения более точных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. М.: Триумф, 2003. 320 с.
2. Гонсалес. Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. 616 с.
3. Привезенцев Д.Г., Жизняков А.Л. Фрактальная модель цифрового изображения // Алгоритмы, методы и системы обработки данных: сб. науч. тр. Изд.-полиграф. центр МИ ВЛГУ. 2010. Вып. 15. С. 147–152.

ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ IP-АТС НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ASTERISK

Д.Э. Подворчан, студент РТФ

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, РТС, rts2_golikov@mail.ru*

Целью данной работы является проектирование и исследование АТС на основе протокола IP, на базе операционной системы FreeBSD и программного обеспечения Asterisk. Под IP-телефонией подразуме-

вается набор коммуникационных протоколов, технологий и методов, обеспечивающих традиционные для телефонии набор номера, дозвон и двустороннее голосовое общение, а также видео по сети Интернет или любым другим IP-сетям. Как и любая мини-АТС, Asterisk коммутирует телефонные каналы внутренних абонентов во внешнюю телефонную сеть. В качестве интерфейса подключения к IP внутренних абонентов используется Ethernet интерфейс. А внешним каналом может служить обычный интернет-канал, с той лишь оговоркой, что он должен быть достаточно быстродействующим для прохождения всех пакетов выбранного протокола VoIP и гарантировать минимальность задержки при передаче пакетов. Функциональная схема АТС представлена на рис. 1 [1].

Все эти требования способна обеспечить система, основанная на ОС FreeBSD и ПО Asterisk, так как она достаточно гибкая в настройке и имеет широкий функциональный потенциал.

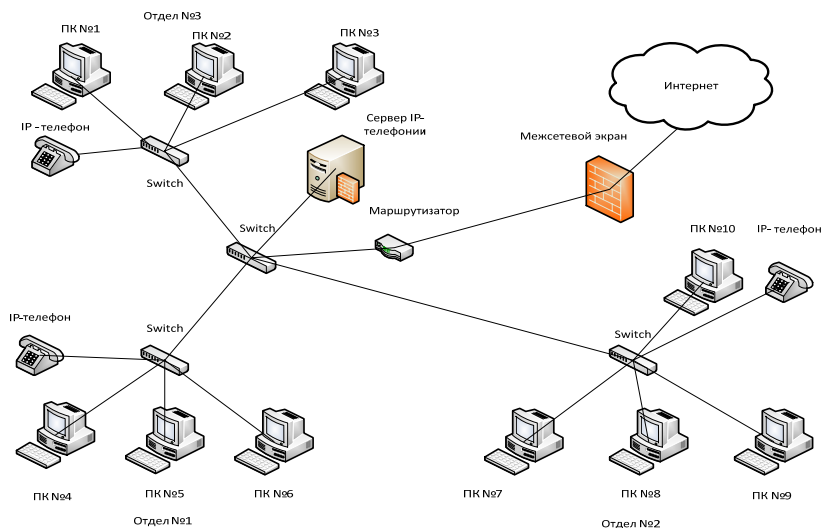


Рис. 1. Функциональная схема IP АТС

Поскольку требования, предъявляемые Asterisk к производительности, главным образом, обусловлены большим объемом производимых математических вычислений, естественным будет выбор процессора с мощным FPU. Для малого бизнеса с количеством каналов до 25 минимальны параметры процессора 3 ГГц x86, 1 Гб оперативной памяти. Asterisk поддерживает протоколы: SIP, IAX2, H.323, MGCP,

Skinny/SCCP, Google Talk, Skype, Jabber(XMPP) и аудиокодеки, представленные в таблице.

Аудиокодеки, поддерживаемые в Asterisk

Название	Скорость передачи, Кбит/с
G.711	64
G.726	16, 24, 32 или 40
G.729A	8
GSM	13
iLBC	13,3 (кадры по 30 мс) или 15,2 (кадры по 20 мс)
Speex	Переменная между 2,15 и 22,4

Задержка создает неудобство во время диалога, приводит к перекрытию разговоров и возникновению эхо. Время задержки при передаче речевого сигнала можно отнести к одному из трех уровней.

Первый уровень до 200 мс – отличное качество связи. Для сравнения в телефонной сети общего пользования допустимы задержки до 150–200 мс. Второй уровень до 400 мс считается хорошим качеством связи. Третий уровень до 700 мс считается приемлемым качеством связи для ведения недельных переговоров. Такое качество связи допустимо также при передаче пакетов по спутниковой связи [2].

Итогом работы стал полностью разработанный и испытанный аппаратно-программный комплекс IP АТС на базе ОС FreeBSD и ПО Asterisk. Время задержки при испытании соответствовало первому уровню качества связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Офисная АТС на Asterisk малой кровью, или Бюджетный способ получить мини-АТС с функциями серьезной станции* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lanbilling.ru/asterisk>
2. *Росляков А.В., Самсонов М.Ю., Шибанова И.В.* IP-телефония. М.: Экотрендз, 2003. 250 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ АНАЛОГОВОГО СКРЕМБЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ LAVVIEW

П.Я. Ширяев, студент каф. РТС,

А.Ю. Лузянин, О.В. Косоногов, М. Зинченко, студенты каф. РЗИ

Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

Безопасность связи при передаче речевых сообщений опирается на использовании большого количества различных методов закрытия

сообщений, меняющих характеристики речи таким образом, что она становится неразборчивой и неузнаваемой для подслушивающего лица. Главной целью при разработке систем передачи речи является сохранение тех ее характеристик, которые наиболее важны для восприятия слушателем. В системах связи для передачи речевых сообщений используются два основных метода закрытия речевых сигналов, разделяющихся по способу обработки и передачи по каналам связи: алгоритмы аналогового или цифрового скремблирования и цифровые алгоритмы шифрования. В работе проводится разработка программного комплекса виртуальной модели скремблера в среде LabVIEW с временной и частотной инверсией (рис. 1).

Под аналоговым скремблированием понимается изменение характеристик речевого сигнала так, чтобы полученный сигнал, обладая свойствами речевой неразборчивости, занимал такую же полосу частот, что и исходный открытый сигнал. При использовании этого метода в закрытом сигнале присутствуют фрагменты исходного сообщения, преобразованные в частотной или временной областях. Системы на основе шифрования речи не передают никакой части речевого сигнала. Речевые компоненты кодируются в цифровой поток данных, который смешивается с псевдослучайной последовательностью, вырабатываемой генератором по одному из соответствующих алгоритмов. Полученное таким образом сообщение передается с помощью модема в канал связи. Особенностью такого метода является необходимость использования широкополосных каналов и алгоритмов кодирования и шифрования высокой сложности, а также специальных видов модуляции [1].

Системы скремблирования подразделяются на два класса:

- статические, схема шифрования которых остается неизменной в течение всей передачи сообщения; такие системы не обладают сколько-нибудь значительной стойкостью, но вполне приемлемы как модели реальных систем скремблирования;

- динамические с дополнительным повышением уровня закрытия информации за счет изменения параметров преобразования сигнала во времени при постоянном генерировании кодовых подстановок в ходе передачи/приема; такие скремблеры принято обозначать термином «роллинговые скремблеры».

Аналоговое скремблирование обеспечивает меньшую степень закрытия речевых сигналов по сравнению с цифровыми методами шифрования, однако при практической реализации аналоговые скремблеры более просты, дешевы, применимы в большинстве случаев в стандартных телефонных каналах с полосой 3,1 кГц и обеспечивают коммерческое качество восстановления речевого сигнала с гарантией достаточно высокой стойкости закрытия речи, передаваемой по каналу связи [3].

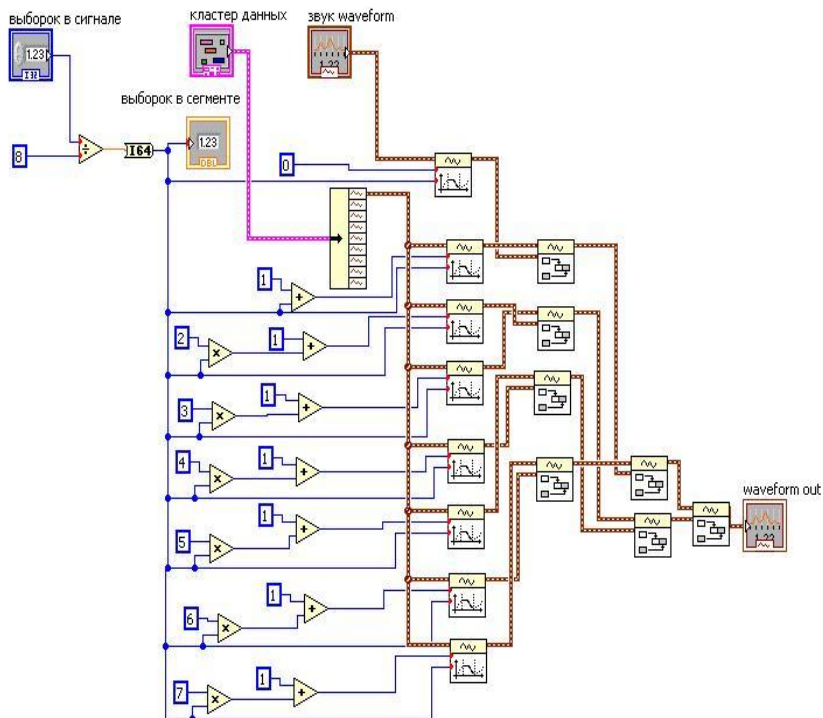


Рис. 1. Модуль временного скремблирования речевого сигнала в LabVIEW

Программная реализация виртуальной модели скремблера будет выполнена в среде LabVIEW. Скремблер будет работать с телефонным каналом связи на частоте от 200 Гц до 3,4 кГц. В качестве исходных сигналов скремблера будут использованы звуковые файлы в формате WAV, записанные с частотой дискретизации 8 кГц в формате моно. Скремблер будет выполнять загрузку звуковых файлов в формате WAV, их скремблирование или дескремблирование по одному из нескольких алгоритмов с изменяемыми параметрами, запись результата в файлы в формате WAV, а также визуализировать и озвучить как исходный, так и обработанный звук.

Тема аналоговых скремблеров в настоящий момент актуальна – в условиях эмбарго нашей страны и происходящей информационной войны, защита информации, при этом с наименьшими затратами, занимает одно из ведущих мест, но при этом следует помнить – аналоговые скремблеры никогда не обеспечат защиту от преднамеренного прослушивания переговоров, если злоумышленником используется

специальный комплекс радиоразведки. При этом финансовые затраты лиц, ведущих съем информации, не будут являться для них препятствием (стоимость хорошей профессиональной аппаратуры для перехвата сигнала закрытого таким скремблером или совершенно открытого не изменится). Для по-настоящему надежной защиты информации в радиоканалах необходимо использовать аппаратуру, где передача сигнала осуществляется в цифровой форме. То есть в действительно важных случаях следует применять существенно более дорогие цифровые радиостанции или использовать цифровые скремблеры для аналоговых связных систем [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для высших учебных заведений. М.: Радио и связь, 1990. 256 с.
2. Лагутин В.С., Петраков А.В. Утечка и защита информации в телефонных каналах. М.: Энергоатомиздат, 1996. 325 с.
3. Торокин А.А. Основы инженерно-технической защиты информации. М.: Ось-89, 1998. 336 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МЕТОДОВ МОДУЛЯЦИИ СИГНАЛОВ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ ПО LABVIEW

С.С. Твердохлебов, П.В. Мельников, студенты каф. РТС

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru*

Работа посвящена созданию программного комплекса для исследования многоуровневых методов модуляции с помощью ПО LABVIEW. Этот комплекс позволит проводить исследования при разных параметрах системы модуляции используемой фильтрации и отношения сигнал/шум, выяснить, пришел сигнал с ошибками или нет и какая вероятность этих ошибок.

Программный комплекс NI Modulation Toolkit LABVIEW включает цифровые форматы модуляции (AM, PM, FM, ASK, FSK, MSK, GMSK, PSK, QPSK, PAM, QAM), которые являются основой многих цифровых стандартов связи, таких как 802.11 a/b/g/n, ZigBee (802.15.4), WiMAX (802.16), RFID, спутниковая связь, коммерческое радиовещание и ряд других [1, 2].

Частотная манипуляция FSK – значениям «0» и «1» информационной последовательности соответствуют определённые частоты синусоидального сигнала при неизменной амплитуде. Частотная мани-

пуляция весьма помехоустойчива, помехи канала искажают в основном амплитуду, а не частоту сигнала. Однако при частотной манипуляции неэкономно расходуется ресурс полосы частот канала. Поэтому этот вид модуляции применяется в низкоскоростных протоколах, позволяющих осуществлять связь по каналам с низким отношением сигнал/шум.

Существует также подвид этой модуляции GFSK. Принцип работы модулятора GFSK похож на FSK, за исключением того, что сначала сигнал проходит через фильтр Гаусса для сглаживания, что обеспечивает уменьшение ширины его спектра, а уже после попадает в FSK. Фильтрация Гаусса – один из самых распространенных способов уменьшения ширины спектра.

Построение графиков глазковой диаграммы и ее вид дают много информации о джиттере сигнала, как и о многих других его параметрах. Например, множество отдельных фронтов и спадов говорит о вероятном присутствии джиттера, зависящего от данных.

Глазковая диаграмма не просто предоставляет множество информации, она удобна простотой применения и тем, что может использоваться для измерений в любой цепи с реальными данными.

На данном этапе реализован программный комплекс, позволяющий проводить исследование модуляции FSK и M-FSK, рассмотреть зависимость джиттера от уровней модуляции и отношения сигнал/шум, а также спектры модулированных сигналов. Для визуализации процессов исследования созданы программные интерфейсы [1].

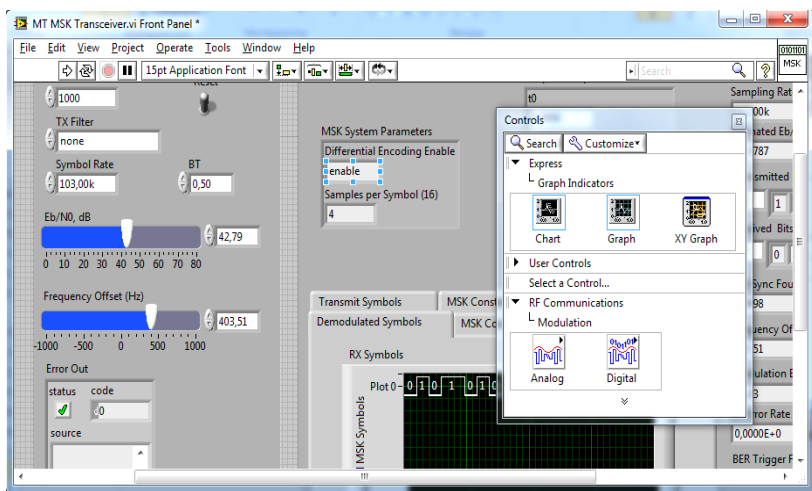


Рис. 1. Выбор контроллеров

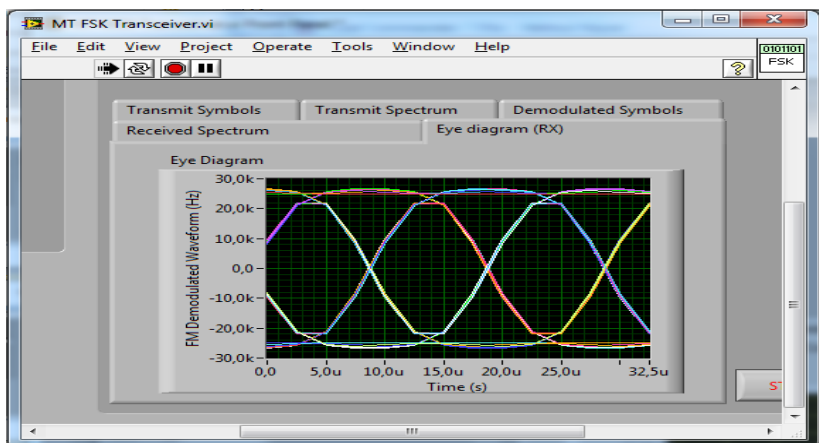


Рис. 2. Вид работающей программы для анализа глазковой диаграммы и джиттера

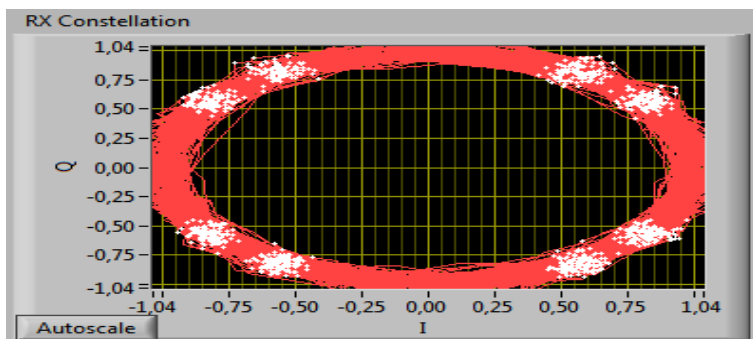


Рис. 3. Сигнальное созвездие сигнала при $BER = 10^{-4}$, сигнал/шум = 28 дБ

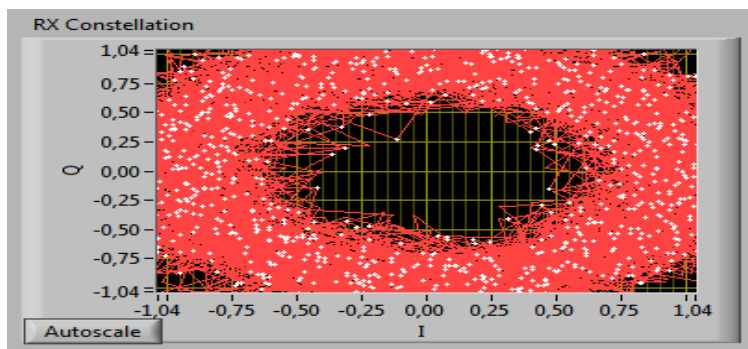


Рис. 4. Сигнальное созвездие сигнала при $BER = 2,04 \cdot 10^{-3}$, сигнал/шум = 14 дБ

В работе с использованием программного обеспечения LabVIEW были созданы имитаторы модуляторов/демодуляторов сигналов FSK (Frequency Shift Keying) и MSK (Minimal Shift Keying) в каждой из которых можно применить предварительные фильтрации и получить другие подвиды GMSK или GFSK, если использовать фильтр Гаусса (рис. 1–4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков А.М. Системы радиосвязи: сборник лабораторных работ. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. 223 с. URL: <http://edu.tusur.ru/training/publications/1052/>
2. Шевелев А. Многоуровневая модуляция. М.: Кудиц-Пресс, 2010. 912 с.

ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ МОРСКОГО РАДИОЛОКАТОРА

П.А. Уланов, студент каф. РТС

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, TVCYP, rts2_golikov@mail.ru*

Проект посвящен разработке системы цифровой обработки сигналов морского радиолокатора на фоне взволнованной морской поверхности с использованием вейвлет-фрактальной фильтрации. Цель работы – исследовать методы цифровой обработки сигналов, разработать алгоритм обработки сигнала морского радиолокатора в виде изображений с помощью вейвлет-фрактальной фильтрации. Данный алгоритм должен с высокой точностью обеспечивать снижение уровня шума и волн в сигнале, представленном в виде изображения.

Исходные данные – сигналы от морского радиолокатора, записанные в бинарном виде, программы для тестового просмотра сигнала от радиолокатора, программы, имитирующие отображение на индикаторе радиолокатора (рис. 1).

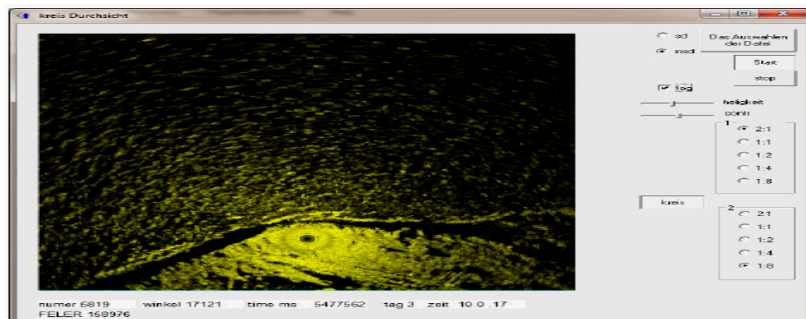


Рис. 1. Изображение сигнала локатора до фильтрации

Преимущество вейвлет-преобразования состоит в том, что оно покрывает изображение ячейками одинаковой площади, но разной формы. Это позволяет локализовать низкочастотные детали функции в частотной области (преобладающие гармоники), а высокочастотные – в пространственной (резкие скачки, пики и т.п.). Более того, вейвлет-анализ позволяет исследовать поведение фрактальных функций (рис. 2).

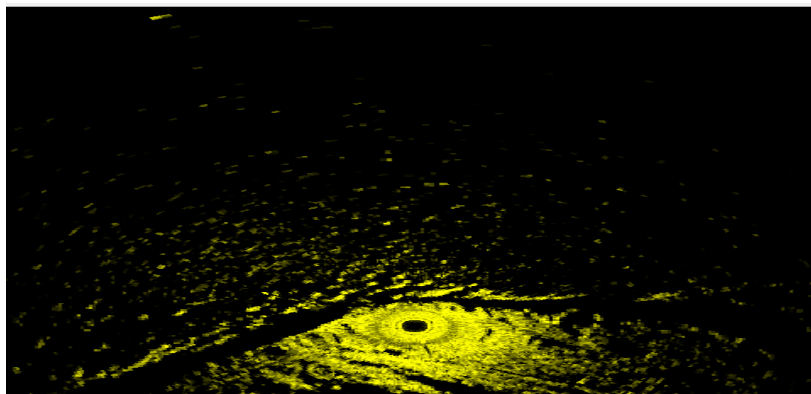


Рис. 2. Выделение контура берега с помощью вейвлета-хаара

Алгоритм вейвлет-обработки изображения можно свести к построению фильтров вейвлетной декомпозиции и реконструкции [1]. Применяя разные вейвелеты к данному изображению, мы можем очистить его от шумов (рис. 3).

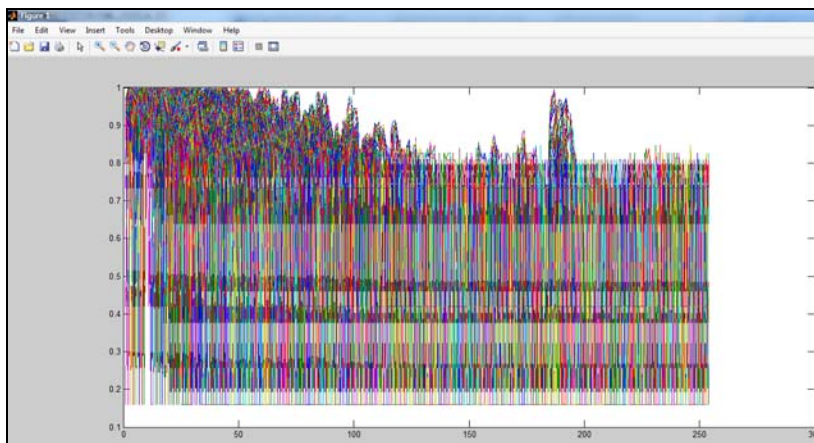


Рис. 3. Графическое отображение исходного изображения без фильтрации

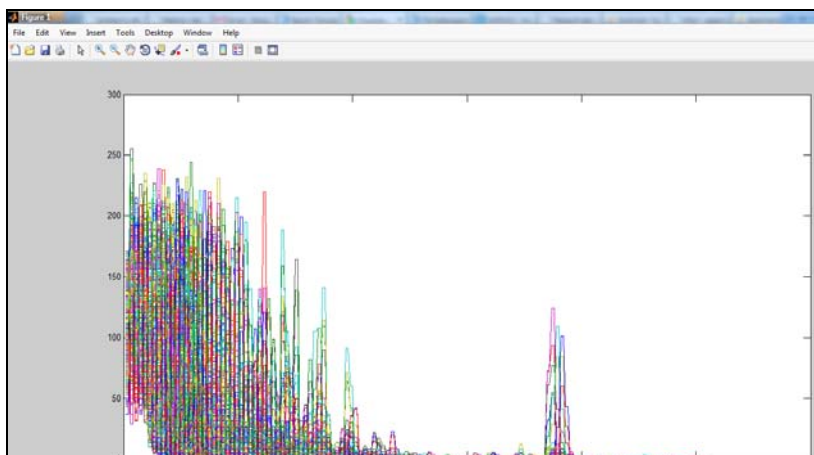


Рис. 4. Графическое отображение изображения после фильтрации функцией «haar»

Используя вейвлет-преобразование для изображения, можно добиться уменьшения шумов. С помощью фрактального преобразования можно произвести сжатие этого изображения (рис. 4).

Для обработки изображения используем программу ImageJ. Это программа с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений.

Суть фильтрации изображения с помощью вейвлет-преобразования сводится к декомпозиции изображения и последующей реконструкции этого изображения. Проведя вначале анализ изображения и выявив детали этого изображения, с помощью определенной команды *decomposition* производится декомпозиция изображения, далее с помощью команды *reconstruction* производится реконструкция изображения. В результате изображение после вейвлет-фильтрации получилось более детальным и количество шумов уменьшилось.

Фракталы и вейвлеты прекрасно зарекомендовали себя при обработке изображений, улучшении качества и четкости изображения. В дальнейшем планируется произвести фрактальную обработку изображений, что должно намного улучшить распознавание объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии: учеб. пособие. М.: Техносфера, 2003. 320 с.

МОДУЛЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ПО ЦЕПЯМ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Б.В. Уткин, студент каф. РТС ТУСУР,

А.С. Чернов, студент каф. ИК ТПУ

Научный руководитель Д.А. Бабанов

г. Томск, ТУСУР

В наше время большое внимание уделяется сбережению природных и экономических ресурсов. В частности, это касается и космической промышленности.

Вывод космического аппарата на заданную орбиту требует больших финансовых затрат, значительную часть которых составляет вывод полезной нагрузки. Для сокращения затрат на выведение спутника на орбиту используются различные технологии. Однако значительную часть полезной нагрузки составляют кабельные сети для передачи сигналов управления различным устройствам на спутнике [4]. Предлагаемый нами модуль позволяет осуществлять передачу сигналов по цепям питания, что значительно сократит затраты на выведение спутника на орбиту.

Цель работы: разработать действующую модель модуля для передачи сигналов по цепям питания постоянного тока.

Задачи: изучить принцип работы данного прибора; спроектировать принципиальную электрическую схему прибора; провести тестовые испытания прибора.

Методы: работа с информационными источниками; разработка и сборка электрической цепи; демонстрация работы прибора.

Представленный в работе модуль состоит из двух блоков. Первый блок – управляющий, состоит из электронного модуля и органов управления и индикации (кнопок и светодиода) и служит для передачи команд управления второму блоку – исполнительному устройству.

Блоки соединены между собой лишь двумя проводами питания. Для передачи информации используется специальный протокол. С целью предотвращения искажения сигнала в линии питания используется специальный алгоритм помехоустойчивого кодирования, называемый *кодом Хемминга* [5].

Принципиальная электрическая схема устройства приведена на рис. 1 [3].

Она состоит из стабилизатора питания на микросхеме DA1, узла управления и узла исполнения. Передатчик построен на транзисторе VT3, резисторах R6–R9. Узел приёма состоит из транзисторов VT1–VT2, резисторов R1–R6, диодов D2–D3 [1], конденсаторов C5–C6 [2]. Микроконтроллер DD1 [6] осуществляет управление устройством.

Когда микроконтроллер DD1 подаёт сигнал высокого уровня на базу транзистора VT3, транзистор открывается и понижает уровень напряжения в линии питания. Транзистор VT1 узла приёма открывается при возникновении падения напряжения в линии. Транзистор VT2 преобразовывает принятый сигнал для его дальнейшей обработки микроконтроллером. Диоды VD2, VD3 служат для согласования входных уровней. Узел исполнительного устройства состоит из микросхемы DA2, которая является драйвером шагового двигателя.

Выводы. Разработано и собрано устройство, позволяющее передавать сигналы по цепям питания постоянного тока; проведены испытания, доказавшие работоспособность модуля; производится успешное управление шаговым двигателем с помощью предложенного метода. В перспективе планируется доработка данного прибора путем усовершенствования алгоритма помехоустойчивого кодирования, а именно кодирование с возможностью исправления двойных ошибок (используемый в настоящий момент код Хемминга позволяет исправлять лишь одиночную ошибку в каждом слове данных). Предлагаемый модуль может использоваться не только в космических аппаратах, но и в любых других системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горюнов Н.Н. Справочник. Полупроводниковые приборы: диоды, транзисторы. 3-е изд. / Н.Н. Горюнов. М.: Энергоатомиздат, 1983. 744 с.
2. Горячева Г.А. Справочник. Конденсаторы / Г.А. Горячева. М.: Радио и связь, 1984. 88 с.
3. Бокуняев А.А. Справочная книга радиолюбителя-конструктора / А.А. Бокуняев, Н.М. Борисов, Р.Г. Варламов и др.; под ред. Н.И. Чистякова. М.: Радио и связь, 1990. 524 с.
4. Полезная нагрузка [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://university.ru/de.academic.ru/716156/полезная_нагрузка_космического_корабля.
5. Код Хемминга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D5%FD%EC%E8%ED%E3%E0>
6. Описание микроконтроллера ATtiny2313 на сайте производителя [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atmel.com/devices/ATTINY2313.aspx?tab=overview>

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ ПОТОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ НИСТ

Ю.В. Якушенко, студент каф. РТС,

А.К. Иваницкий, студент каф. РЗИ

Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru

В наше время тестирование случайных, а также псевдослучайных последовательностей (ГСЧ и ГПСЧ), повсеместно используемых в

криптографии, является актуальной задачей как в практическом, так и в теоретическом плане. Несмотря на значительные наработки в данной области, разработчики тем не менее нуждаются в удобном инструментарии, способном предоставить приемлемые условия для достаточно хорошего исследования степени случайности последовательностей, порождаемых при помощи ГСЧ, а также снабдить разработчиков достаточным количеством информации для принятия решения о качестве генератора.

Качественный ГПСП, ориентированный на использование в системах поточного шифрования, должен быть криптографически стойким и обладать хорошими статистическими свойствами. Такой генератор должен быть непредсказуем вправо, т.е. у криптоаналитика не должно быть возможности предсказать следующий бит последовательности на основании известных предыдущих. Также он должен быть непредсказуем влево, т.е. у криптоаналитика не должно быть возможности на основе анализа фрагмента последовательности определить начальное заполнение генератора. Другими словами, генератор гаммы должен производить псевдослучайную последовательность, неотличимую от истинно случайной.

На сегодняшний день разработано множество алгоритмов и типов ГСЧ и ГПСЧ. Для демонстрации их статистических свойств использовались разные подходы к статистическому тестированию. Но возникла проблема из-за того, что зачастую разработчики алгоритмов ГПСЧ сами предлагали набор тестов. Таким образом, сложилась ситуация разъединенности с точки зрения единого тестирования различных генераторов. Выход из этой ситуации был очевиден – использование некоторого стандартного набора статистических тестов, объединенных единой методикой расчета необходимых показателей эффективности ГПСЧ и принятия решения о случайности формируемых последовательностей. Наиболее известным набором статистических тестов является набор, описанный Кнутом в его книге «Искусство программирования для ЭВМ», который предлагал пять различных тестов. Также над данной проблемой работали и некоторые отечественные авторы, однако предложенные решения обладали рядом недостатков. Один из главных и объединяющих их недостатков – ограниченное количество статистических тестов.

Для поточных шифров очень важно, чтобы генератор ключевого потока производил ПСП, неотличимую от истинно случайной, чтобы по уже имеющейся части последовательности нельзя было предсказать следующий бит. Если не существует алгоритма полиномиальной сложности, способного предсказать следующий бит с вероятностью, значительно большей чем 0,5, то ГПСП называют криптостойким.

В США был сделан первый шаг к стандартизации набора статистических тестов, путем принятия в 1994 г. национального стандарта «Требования безопасности к криптографическим модулям». Они направлены на решение задач статистического контроля, используемых в криптографических модулях, псевдослучайных последовательностей, и в общем случае малопригодны для исследования статистических свойств ГПСЧ.

В 1999 г. специалистами NIST в рамках проекта AES (Advanced Encryption Standard) был разработан набор статистических тестов NIST STS (NIST Statical Test Suite) и предложена методика проведения статистического тестирования ГСЧ (ГПСЧ), которые на настоящий момент наилучшим образом отвечают потребностям всех заинтересованных сторон.

Пакет NIST включает в себя 16 статистических тестов, которые разработаны для проверки гипотезы о случайности двоичных последовательностей произвольной длины, порождаемых ГСЧ или ГПСЧ. Все тесты направлены на выявление различных дефектов случайности. Основным принципом тестирования является проверка нулевой гипотезы, заключающейся в том, что тестируемая последовательность является случайной. Альтернативой, соответственно, будет являться гипотеза о том, что тестируемая последовательность не случайна. По результатам каждого из шестнадцати тестов гипотеза либо принимается, либо отвергается. Решение о том, будет ли заданная последовательность нулей и единиц случайна или нет, принимается по совокупности результатов всех тестов.

Возможно несколько исходов статистического тестирования. Безошибочным исходом является принятие решения о верности нулевой или альтернативной гипотезы при случайности или неслучайности тестируемых данных соответственно. А также возможны ошибки первого и второго рода. Ошибка 1-го рода возникает в том случае, если тестируемые данные являются случайными, но принимается решение об отклонении нулевой гипотезы. Ошибка 2-го рода возникает в том случае, если тестируемые данные случайными не являются, но при этом принимается решение о принятии нулевой гипотезы. Ошибка 1-го рода часто называется уровнем значимости теста. Уровень значимости обозначается α и может быть установлен до теста. Таким образом, α – это вероятность того, что тест покажет, что последовательность неслучайна, при том, что она в действительности случайна.

Тестовая статистика используется для вычисления значения *P-value*, которое суммирует силу доказательств против нулевой гипотезы. Другими словами, *P-value* – это вероятность того, что совершенный генератор случайных чисел произведет последовательность менее

случайную, чем тестируемая. Если $P\text{-value} = 1$, то тестируемая последовательность считается абсолютно случайной. Если $P\text{-value} = 0$, то тестируемая последовательность считается абсолютно неслучайной.

Для теста выбирается уровень значимости α . Если $P\text{-value} \geq \alpha$, то нулевая гипотеза принимается, т.е. последовательность считается случайной. Если $P\text{-value} < \alpha$, то нулевая гипотеза отвергается, т.е. последовательность считается не случайной. Обычно α выбирается из диапазона $[0,001; 0,01]$. Значение $\alpha = 0,01$ означает, что одна последовательность из 100 будет отвергнута тестом, при том, что эта последовательность действительно случайна. $P\text{-value} \geq 0,01$ означает, что последовательность будет считаться случайной с уверенностью 99%. $P\text{-value} < 0,01$ означает, что последовательность будет считаться неслучайной с уверенностью 99%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левиафин Ю.Л., Соболев И.М. О датчике псевдослучайных чисел для ПК // Математическое моделирование. 1990. Т. 2.
2. Потий А.В., Пестерев А.К. Принципы современного подхода к сертификации генераторов псевдослучайных чисел в системах защиты информации // Радиотехника: Всеукраинский межведомственный научно-технический сб. 1997. Вып. 104.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО LABVIEW

**И.Н. Зарецкий, П.В. Мельников,
С.С. Твердохлебов, студенты каф. РТС**

*Научный руководитель А.М. Голиков, доцент каф. РТС, к.т.н., с.н.с.
г. Томск, ТУСУР, rts2_golikov@mail.ru*

Программа LabVIEW представляет собой среду высокоэффективного графического программирования, разработанную специально для инженеров и научных работников. LabVIEW сочетает гибкость традиционного языка программирования с интерактивной технологией Экспресс ВП, которая включает в себя автоматическое создание кода, использование помощников, шаблоны различных приложений и настраиваемые Экспресс ВП. Благодаря этим особенностям эксперты и новички могут быстро, без всяких усилий разрабатывать приложения. Легкий к восприятию процесс программирования позволяет уделять больше внимания проблемам, связанным с измерениями и управлением, а не написанию программы.

LabVIEW – интуитивно понятный процесс графического программирования, встроенные средства для сбора данных, управления приборами, обработки результатов, генерации отчетов, передачи данных и т.д. Совместимость с разнообразным оборудованием, в библиотеке более 1400 драйверов, шаблоны приложений, более тысячи примеров, более 400 математических функций, высокая скорость откомпилированных программ, работа под операционными системами Windows 2000/NT/XP, Mac OS X, Linux и Solaris, обучение и техническая поддержка.

Цифровая обработка сигналов в программной среде LabVIEW (рис. 1–6).



Рис. 1. Лицевая панель настройки сигналов

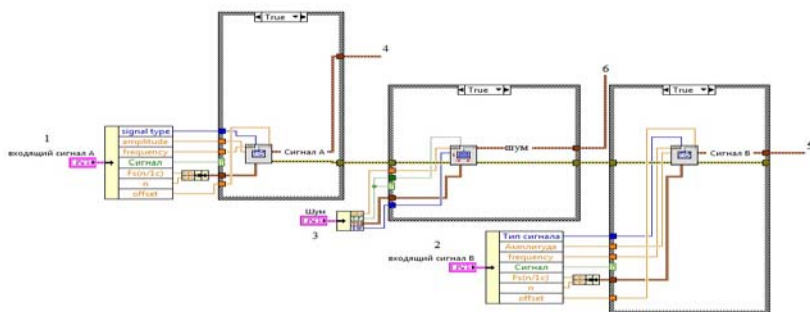


Рис. 2. Блок-диаграмма генератора сигналов

Далее сигналы подаются в блок «Case Structure» в котором и происходит дальнейшая обработка: 1) статистическая обработка; 2) фильтрация сигнала; 3) преобразования Фурье; 4) спектральный анализ; 5) дискретизация.

Статистическая обработка сигнала. В данном блоке производится нахождение среднеарифметического; среднеквадратической ошибки (RMS); стандартного отклонения значений в сигнале (Standart DEV); сумм значений сигнала; дисперсия (Variance); нахождение частоты сигналов (в Гц).

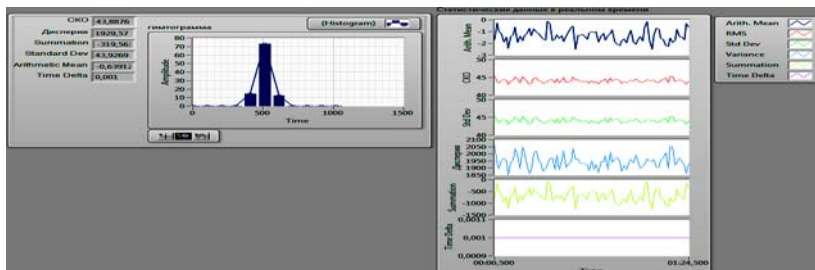


Рис. 3. Лицевая панель статистической обработки сигналов

Спектральный анализ и корреляция. В этом блоке находятся корреляция и спектральный анализ входящего сигнала.

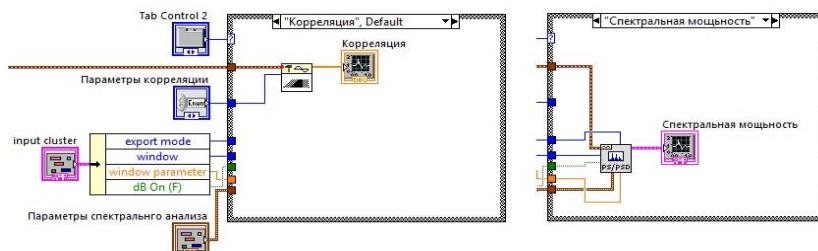


Рис. 4. Блок-диаграмма корреляции и спектрального анализа

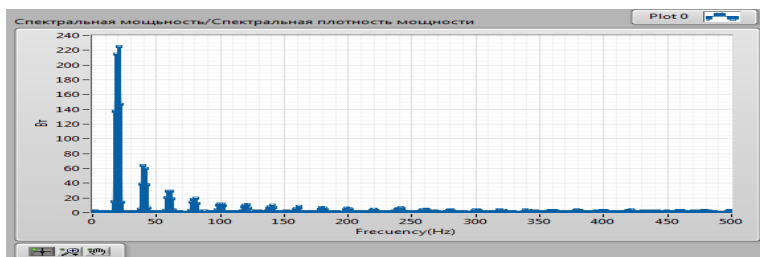


Рис. 5. Энергетический спектр сигнала

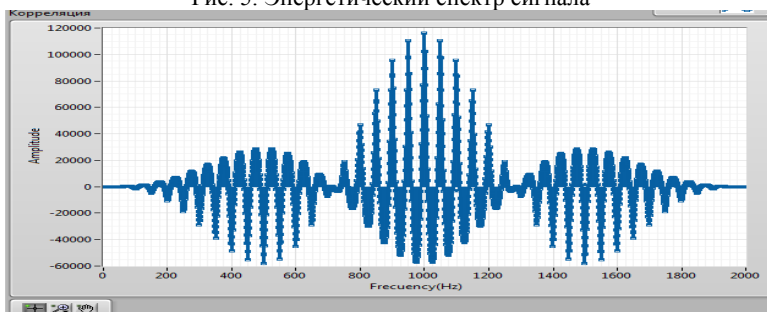


Рис. 6. Автокорреляция сигнала АВ+шум

В состав процедур LabVIEW входят подпрограммы амплитудного, фазового и частотного анализа детерминированных и случайных сигналов. LabVIEW имеет полностью открытую архитектуру. Пользователь может встраивать собственные процедуры обработки непосредственно в среду LabVIEW (эти процедуры могут быть описаны как стандартными средствами LabVIEW, так и внедрены в LabVIEW из других языков и систем программирования).

ЛИТЕРАТУРА

1. *NI VirtualBench* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://Labview.ru>
2. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. М.: ДМК Пресс, 2007. 400 с.

СЕКЦИЯ 3

АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА И СЕРВИС

*Председатель – Пустынский Иван Николаевич, зав. каф. ТУ,
д.т.н., профессор;
зам. председателя – Костевич Анатолий Геннадьевич,
с.н.с. каф. ТУ НИЧ, к.т.н.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ СЕТИ КАФЕТЕРИЕВ «БУЛАНЖЕ»

*О.Н. Морозова, Ю.Е. Кривошеева, П.А. Горева, студентки каф. ТУ
Научный руководитель В.А. Семиглазов, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, vadim.tusur@mail.ru
Проект ГПО ТУ-1402 «Компьютерное моделирование
управленческих решений»*

Данная работа посвящена изучению математического моделирования рекламной кампании. Наша задача – посчитать затраты на каждый вид рекламы и общие затраты на рекламную кампанию, используя данные об эффективности каждого вида рекламы, их минимальной стоимости.

Задача на затраты по разным видам рекламы. Рассмотрим процесс математического моделирования рекламной кампании сети кафетериев «Буланже».

Имеем следующие данные. Всю совокупность целевой аудитории можно разбить на 4 возрастные группы – $j = 1, 2, 3, 4$ (дети – Д; молодежь – М; взрослые – В; зрелые – З).

Рекламная кампания рассчитана и включает в себя следующие виды рекламы ($i = 1 \dots 6$): 1) изготовление и распространение рекламных буклетов; 2) телевизионная реклама в виде бегущей строки; 3) рекламная афиша на транспорте; 4) реклама в Интернете; 5) выступления в виде промодегустиаций и PR-акций; 6) рекламная информация в печати (газеты, журналы).

Из статистических данных сети кафетериев «Буланже» рекламной кампании известны следующие данные, которые мы отобразили в табл. 1.

Считаем, что затраты на i -й вид рекламы равномерно распределены на всю сумму потребителей ($\sum_{j=1}^m l_{ij}$) в i -й строке, тогда удельные

затраты (3_{ij}) на потребителей j -й группы для i -го вида рекламы будут равны

$$3_{ij} = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^m} l_{ij}, \quad (1)$$

где l_{ij} – количество потребителей в j -й группе, воспользовавшихся i -м видом рекламы (см. табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Распределение потребителей в каждой целевой группе (l_j)
по видам рекламного воздействия на них**

i	Вид рекламы	l_j , чел					$\sum_{j=1}^4 l_{ij}$, чел.
		$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	Затраты b_i , руб.	
1	Буклеты	5	20	10	5	4 000	40
2	TV-строка	28	23	34	40	78 160	125
3	Автобусы	1	2	1	1	8 400	5
4	Сайт	12	25	50	13	48 000	100
5	Выступления	19	11	6	6	7 800	42
6	Печать	0	8	11	22	3 600	41
	Итого:	65	89	112	87	14 990	353

Посчитаем затраты на каждый вид рекламы и общие затраты на рекламную кампанию, применяя формулу

$$3_{ij} = \frac{b_i \cdot l_j}{\sum_{j=1}^4 l_{ij}}, \text{ чел.} \quad (2)$$

С учетом изложенного

$$a_{ij} = \frac{3_{ij}}{l_j} = \frac{b_i l_{ij}}{l_j \sum_{j=1}^m l_{ij}}, \quad (3)$$

где l_j – общее количество потребителей в j -й группе; $\sum_{j=1}^m l_{ij}$ – количество потребителей в i -й строке; l_{ij} – количество потребителей на пересечении i -й строки и j -го столбца.

Расчетные значения a_{ij} по формуле (2) для всех j -групп и i -видов рекламы приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Расчетные значения затрат на одного потребителя по каждому виду
рекламы в каждой целевой группе a_{ij}**

$\begin{smallmatrix} j \\ i \end{smallmatrix}$	1	2	3	4
1	7, 69	24,47	8, 93	5, 75
2	269, 35	161, 59	189, 82	287, 49
3	25, 85	37, 75	15	19, 31
4	88, 62	134, 83	214, 29	71, 72
5	54, 29	22, 95	9, 95	12, 81
6	0	7, 89	8, 62	22, 2

Зная удельные затраты a_{ij} , мы можем решить прямую и обратную задачи по распределению рекламных средств.

Имеется определенный бюджет – 140 тыс. рублей. Нам необходимо распределить данный бюджет на шесть видов рекламы.

С помощью матрицы a_{ij} , рассчитали затраты по целевым группам.

В результате мы получили, что после запуска новой рекламной кампании организация получит выручку в размере 229000 рублей, а прибыль равна 89095 рублей. Количество привлеченных клиентов по целевым группам будет распределено следующим образом: $D = 40$, $M = 94$, $B = 158$, $3 = 26$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семглазов А.М., Семглазов В.А. Сборник задач по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений»: учеб. пособие. Томск: ТУСУР, 2012. 53 с.
2. Кривошеева Ю.Е., Горева П.А., Морозова О.Н. Отчет по дисциплине ГПО. Проект ТУ-1402 «Компьютерное моделирование управленческих решений», направление: информационный менеджмент. Тема: Решение задач реального бизнеса на примере сети кафетериев «Буланже». Томск: ТУСУР, 2014. 38 с.
3. Трубченинова И.А., Евдокимова Т.Е., Пляскина С.А. Отчет по дисциплине ГПО. Проект ТУ-1301 «Компьютерное моделирование бизнес-процессов», направление: информационный менеджмент. Тема: Решение задач реального бизнеса на примере сети кафетериев «Буланже». Томск: ТУСУР, 2014. 42 с.
4. Горева П.А., Морозова О.Н., Кривошеева Ю.Е. Решение производственных и транспортных задач на примере сети кафетериев «Буланже» / <https://gpo-conference.tusur.ru> // Конференция участников ГПО ТУСУР–2014. 2014. 5 с.
5. Трубченинова И.А., Евдокимова Т.Е. Оптимизация производственных задач на примере сети кафетериев «Буланже» / <https://gpo-conference.tusur.ru> // Конференция участников ГПО ТУСУР–2014. 2014. 5 с.

АНИМИРОВАННЫЕ ГРАФИКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ TALGAT

Евг.В. Лежнин, студент каф. АСУ,

Р.Р. Газизов, студент каф. КИБЭВС

Научный руководитель А.М. Заболоцкий, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, zlvlezhnin@gmail.com

В настоящее время для анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) печатных плат электронных устройств используется компьютерное моделирование. В ТУСУРе разрабатывается система компьютерного моделирования задач ЭМС TALGAT [1]. С её помощью можно выполнить вычисление временного и частотного отклика для произвольных схем многопроводных линий передачи (МПЛП). Кроме того, разрабатывается модуль динамической визуализации токов и напряжений вдоль МПЛП с помощью квазистатического анализа [2]. Однако реализация анимированных графиков на данный момент не была описана.

Цель работы – представить реализацию анимированных графиков для токов и напряжения в системе TALGAT.

Для достижения поставленной цели требуется дополнить функциональность редактора принципиальных схем и модуля построения и отображения графиков (GRAPH) системы TALGAT.

Для использования анимированных графиков в системе TALGAT пользователю необходимо на принципиальной схеме указать начальный узел *A* и конечный узел *B* (рис. 1). Для этого он должен вызвать меню динамической визуализации токов (DynaVis), где сначала указывается начальный узел, а затем указывается конечный узел из списка доступных узлов. После указания узлов определяется путь распространения импульса, который будет отображаться на экране.

Для составления списка доступных узлов используется алгоритм GoThrough, основанный на алгоритме поиска в глубину [3]. Далее приводится описание алгоритма GoThrough:

1. Задать исходные данные: индекс начального узла *A*.
2. Задать индекс текущего узла *a* и список пройденных узлов list (первоначально $a = A$).
3. Пронумеровать элементы схемы, подключенные к узлу *a*.
4. Для каждого пронумерованного элемента определить выходы, подключенные к узлу *a* как входные.
5. Для каждого элемента определить индекс узла *b*, к которому подключены его выходные выходы.
6. В конец списка пройденных узлов list добавить индекс узла *a*.

7. Для каждого найденного узла b рекурсивно повторить действия 2–7 алгоритма.

8. Продолжать до тех пор, пока не будут обработаны все узлы, доступные из начального узла A .

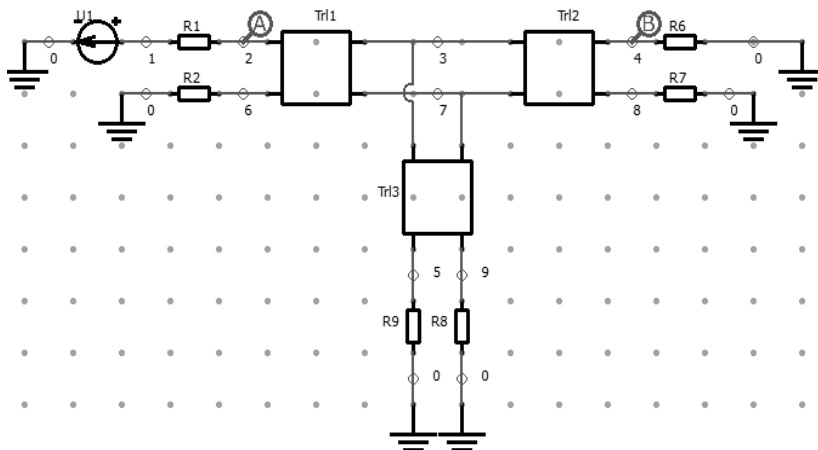


Рис. 1. Схема с тремя двухпроводными линиями передачи:
 A – начальный узел, B – конечный узел

В результате выполнения алгоритма GoThrough определяются список доступных конечных узлов (*list*) относительно начального узла (A), а также задействованные МПЛП и их порядок следования. Затем на основе этих данных и вычисленных значений напряжений или токов для заданных координат вдоль МПЛП [2] создаются списки координат для построения графиков. Вначале в модуль GRAPH передаются команды рисования статических графиков для начального узла (A) и конечного узла (B). Далее в зависимости от количества заданных координат на МПЛП между узлами A и B создаются кадры анимированного графика, показывающего распространение сигнала.

В результате проделанной работы в модуле динамической визуализации появилась возможность отображать, как изменяется отклик при распространении сигнала от начального до конечного узлов. В окне визуализации может отображаться частотный или временной отклик, кроме того, можно изменить скорость анимации. Например, формы напряжения во временной области для схемы (рис. 1) представлены на рис. 2. В окне редактора принципиальных схем показывается текущая позиция визуализации: цвет анимированного графика соответствует цвету МПЛП.

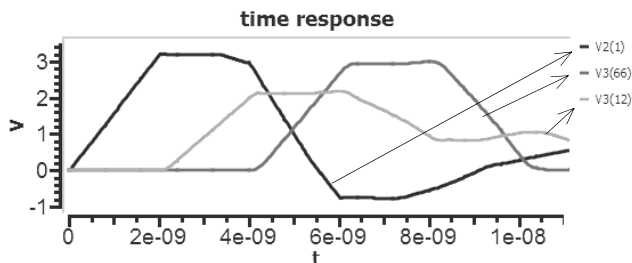


Рис. 2. Визуализация временного отклика импульсного сигнала для рис. 1:
 $V2(1)$ и $V3(66)$ – отклики в узлах A и B ;
 $V3(12)$ – отклик в текущей координате схемы

Совершенствование системы компьютерного моделирования TALGAT осуществлено в рамках выполнения государственного задания № 8.1802.2014/К Минобрнауки России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619615. TALGAT 2012. Авторы: Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т., Куксенко С.П., Заболоцкий А.М., Аширбакиев Р.И., Лежнин Ев.В., Салов В.К., Лежнин Ег.В., Орлов П.Е., Калимулин И.Ф., Суровцев Р.С., Комнатнов М.Е., Газизов Р.Р., Ахунов Р.Р. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 августа 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

2. Газизов Р.Р. Программный модуль для динамической визуализации токов и электромагнитного поля печатной платы// Электронные средства и системы управления. Томск, В-Спектр, 2014. С. 200–202.

3. Алгоритм DFS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-maxx.ru/algo/dfs> свободный (дата обращения 05.03.2015).

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РЕГРЕССИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ TALGAT

Евг.В. Лежнин, студент каф. АСУ

Научный руководитель С.П. Куксенко, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, zlvlezhnin@gmail.com

Одним из важнейших этапов разработки программного обеспечения является тестирование. Разработка и тестирование должны выполняться одновременно и быть неотделимы друг от друга. Разработчик должен выполнять самостоятельное тестирование модулей, с которыми он работает, не дожидаясь помощи тестировщиков. Помимо этого, разработчику должны быть доступны скрипты, позволяющие автоматизировать тестирование и исключить регрессионные ошибки. Тести-

ровщики должны быть задействованы после каждого релиза системы, и оповещать разработчиков о всех ошибках, проверяя качество разрабатываемой системы более тщательно [1]. Помимо этого, возникает необходимость в регрессионных тестах для обнаружения ошибок в уже ранее протестированных участках исходного кода [2].

Целью данной работы является разработка средств регрессионного тестирования системы TALGAT [3].

Как правило, при разработке программного обеспечения группа исполнителей использует специализированные веб-приложения для управления проектами, такие как redmine [4]. При этом, создавая новую функциональность, разработчик должен вносить изменения в исходный код, скопировав ветку новой функциональности из ветки текущей разработки develop, тем самым создав логическую копию текущего репозитория. Далее он фиксирует внесённые им изменения и следит за тем, чтобы они не повлияли отрицательно на изменяемый им модуль.

Менеджер проекта собирает информацию об исправлениях и разработках новой функциональности, которые требуется добавить в новый альфа-релиз системы. Все изменения собираются в ветку текущей разработки. Далее выполняется автоматическая сборка и тестирование на регрессионные ошибки с помощью скриптов, созданных тестировщиками, и проверяется общая работоспособность системы. Далее созданный альфа-релиз доступен разработчикам и тестировщикам. После выполнения нескольких альфа-релизов выполняется бета-релиз, который подвергается тщательному тестированию [5].

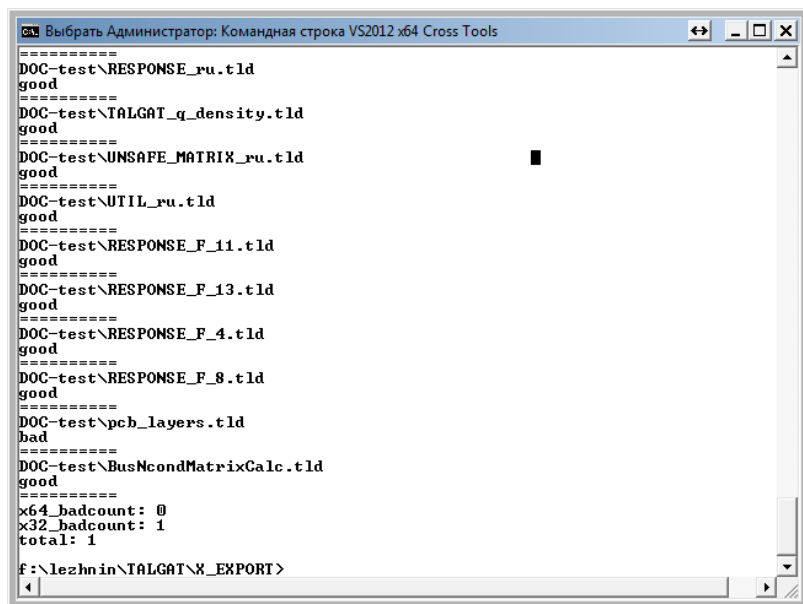
Как правило, для регрессионного тестирования используются тестовые наборы, написанные на ранних стадиях разработки и тестирования. Это дает гарантию того, что изменения в новой версии системы не повредили уже существующую функциональность. Рекомендуется делать автоматизацию регрессионных тестов для ускорения последующего процесса тестирования и обнаружения дефектов на ранних стадиях разработки программного обеспечения [2].

Существуют разные подходы к выполнению регрессионного тестирования [1]. Например, модульное (юнит) тестирование, являющееся одним из популярных вариантов, которые предполагают реализацию кода тестирования в отдельных модулях системы, но не предусматривают использование кода разных модулей в одном тесте.

Подход, рассматриваемый в данной работе, выполняет вызов пользовательских сценариев и сравнение результата выполнения построчно. Такой подход позволяет писать тесты сразу для нескольких модулей системы и тем самым увеличить тщательность тестирования. Кроме того, тесты могут быть написаны и обычными пользователями.

Далее подробнее рассмотрим процесс тестирования на регрессионные ошибки. После сборки релиза системы выполняется набор сценариев для проверки на отсутствие ошибок. Эти сценарии создаются, как правило, тестировщиками. При автоматическом тестировании результат выполнения только что собранного интерпретатора сравнивается с верными результатами, имеющимися в базе данных. Если результаты выполнения всех сценариев совпали с верными результатами, то сборка готова к выпуску.

Для выполнения тестирования системы на регрессионные ошибки разработан скрипт `regression_test.bat`. Этот скрипт запускает консольный клиент, используя в качестве исходных данных поочередно каждый из файлов (сценариев), указанных в `list.txt`. После запуска клиента скрипт `regression_test.bat` выполняет построчное сравнение результатов выполнения консольного клиента с эталонными. В результате разработчик видит, при выполнении каких исходных файлов произошла ошибка, а также может найти результаты выполнения в каталоге с исходными файлами (рис. 1). Данный подход применяется при создании системы TALGAT и позволяет эффективно обнаруживать и устранять ошибки, что позволяет существенно сократить время, затрачиваемое на разработку новой функциональности.



```
Выбор Администратор: Командная строка VS2012 x64 Cross Tools

=====
DOC-test\RESPONSE_ru.t1d
good
=====
DOC-test\TALGAT_q_density.t1d
good
=====
DOC-test\UNSAFE_MATRIX_ru.t1d
good
=====
DOC-test\UTIL_ru.t1d
good
=====
DOC-test\RESPONSE_F_11.t1d
good
=====
DOC-test\RESPONSE_F_13.t1d
good
=====
DOC-test\RESPONSE_F_4.t1d
good
=====
DOC-test\RESPONSE_F_8.t1d
good
=====
DOC-test\pcb_layers.t1d
bad
=====
DOC-test\BusMcondMatrixCalc.t1d
good
=====
x64_badcount: 0
x32_badcount: 1
total: 1

f:\lezhnin\TALGAT\X_EXPORT>
```

Рис. 1. Результаты работы средств тестирования на регрессионные ошибки в системе TALGAT

ЛИТЕРАТУРА

1. *Криспин Л., Грегори Дж.* Гибкое тестирование: практ. руководство для тестировщиков ПО и гибких команд. М.: Вильямс, 2014. 464 с.
2. *Канер Кем, Фолк Джеск, Нгуен Енг Кек.* Тестирование программного обеспечения. Фундаментальные концепции менеджмента бизнес-приложений. Киев: ДиаСофт, 2001. 544 с.
3. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619615. TALGAT 2012. Авторы: Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т., Куксенко С.П., Заболоцкий А.М., Аширбакиев Р.И., Лежнин Е.В., Салов В.К., Лежнин Е.В., Орлов П.Е., Калимулин И.Ф., Суровцев Р.С., Комнатнов М.Е., Газизов Р.Р., Ахунов Р.Р. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 августа 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.
4. *Сайт* программы redmine [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.redmine.org/>, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
5. *Веселовский А.В., Лежнин Евг.В.* Тестирование новой функциональности системы TALGAT // Матер. докл. XX Всероссийской научно-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР-2015» (с международным участием), Томск, 13–15 мая 2015 г. Томск: В-Спектр, 2015. (Наст. сб.).

СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ОБ ОШИБКАХ СИСТЕМЫ TALGAT

Ег.В. Лежнин, студент каф. АСУ

*Научный руководитель С.П. Куксенко, доцент каф. ТУ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, pavertomato@gmail.com*

Как известно, при разработке программного обеспечения неизбежны ошибки, которые могут возникать в различных частях программы, даже не подвергавшихся изменению. Для выявления всех ошибок и неточностей существует процесс тестирования, когда проверяются все возможные варианты использования новых функций, внесенных в программу. Тестирование выполняется и самими разработчиками, но ввиду того, что разработчик погружен во внутреннюю реализацию добавляемых функций, он может не проверить вполне очевидные со стороны действия, которые потенциально могут привести к ошибкам.

Для проведения регулярного тестирования существует отдельная профессия тестировщика, в обязанности которого входит постоянная проверка добавляемого функционала и составление полного описания возникающих ошибок для их эффективного устранения. Но не все ошибки могут быть выявлены на этапе тестирования, в связи с этим возникает необходимость автоматического создания отчетов об ошиб-

ках и отправки их разработчикам, в том числе и в системе компьютерного моделирования TALGAT [1].

Цель данной работы – представить результаты разработки средств автоматического формирования и отправки отчетов об ошибках в работе системы TALGAT.

Система TALGAT является программным обеспечением, состоящим из нескольких модулей, отвечающих за разные вычислительные задачи, объединённых вокруг ядра, в котором выполняются интерпретация получаемых от пользовательского интерфейса команд и вызов функций модулей. Поэтому обработка возникающих ошибок была помещена в ядро системы. Данная модификация ядра позволила обрабатывать ошибки, возникающие во всех вычислительных модулях. Но т.к. отчет создаётся на стороне пользователя, возникает проблема доставки полученных отчётов разработчикам.

Для решения данной задачи существует несколько библиотек, например Talkback [2] и Breakpad [3]. Недостатком первой является то, что она не заменяет обработчик ошибок операционной системы, что усложняет интерфейс пользователя. Вторая обрабатывает только SEH-исключения. Также существуют и другие менее популярные библиотеки [4], которые не подходят для использования в системе TALGAT из-за лицензионных ограничений, не позволяющих их использование в закрытом программном обеспечении.

В результате была выбрана библиотека с открытым исходным кодом – Crashrpt [5], преимуществами которой являются язык, на котором написана библиотека – C++, совпадающий с языком разработки системы TALGAT, и лицензия New BSD License, позволяющая использование библиотеки в продуктах с закрытым исходным кодом.

Библиотека Crashrpt позволяет создавать архив с отчётом об ошибке, снимком экрана и информацией об операционной системе пользователя. В случае ошибки, приводящей к закрытию системы TALGAT, пользователю предлагается отправить отчёт об ошибке с возможностью предварительно ознакомиться с содержимым архива.

Отправка выполняется с помощью POST-запроса на http-сервер, используемый разработчиками. Далее приведена часть исходного кода для иллюстрации выполненной реализации (листинг 1).

```
CR_INSTALL_INFO info;  
memset(&info, 0, sizeof(CR_INSTALL_INFO));  
info.cb = sizeof(CR_INSTALL_INFO);  
info.pszAppName = «TALGAT»;  
stringstream_t oVersion;  
oVersion << Core::_version;
```

```

info.pszAppVersion = new CHAR[oVersion.str().length()+1];
strcpy((char*)info.pszAppVersion,oVersion.str().c_str());
std::cerr << info.pszAppName << ' ' << info.pszAppVersion;
info.pszEmailSubject = «crash TALGAT»;
info.pszUrl = «http://talgat.org/crashrpt.php»;
info.pfnCrashCallback = CrashCallback;
info.uPriorities[CR_HTTP] = 3;
info.dwFlags |= CR_INST_ALL_POSSIBLE_HANDLERS;
info.dwFlags |= CR_INST_APP_RESTART;
info.dwFlags |= CR_INST_SEND_QUEUED_REPORTS;

```

Листинг 1. Часть исходного кода с настройками CrashRpt

Для обработки получаемого от Crashrpt архива на языке php был написан обработчик, извлекающий информацию из архива и добавляющий её в систему управления проектами и задачами разработчиков redmine [6].

Разработанные дополнения к системе TALGAT и redmine позволяют автоматически создавать и получать отчеты об ошибках без необходимости пользователя контактировать с командой разработчиков. Отчеты отображаются в удобной форме в системе управления проектами и содержат достаточно полную информацию для эффективного определения причин ошибок и действий пользователя, приведших к ним.

Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания №8.1802.2014/К Минобрнауки России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013619615. TALGAT 2012. Авторы: Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т., Куксенко С.П., Заболоцкий А.М., Аширбакиев Р.И., Лежнин Ев.В., Салов В.К., Лежнин Ег.В., Орлов П.Е., Калимулин И.Ф., Суворцев Р.С., Комнатнов М.Е., Газизов Р.Р., Ахунов Р.Р. Заявка №2013617773. Дата поступления 29 августа 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.
2. *Сайт* программы Talkback [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wiki.mozilla.org/QA/Talkback>, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
3. *Сайт* программы breakpad [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://code.google.com/p/google-breakpad/>, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
4. *Сайт* Википедия, страница со списком библиотек [Электронный ресурс]. Режим доступа: en.wikipedia.org/wiki/Crash_reporter, свободный (дата обращения: 01.03.2015).
5. *Сайт* программы crashrpt [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://code.google.com/p/crashrpt/>, свободный (дата обращения 01.03.2015).
6. *Сайт* программы redmine [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.redmine.org/>, свободный (дата обращения: 01.03.2015).

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЗАНЯТОСТИ ПОДРОСТКОВ

М.О. Лившинская, студентка каф. ТУ

Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель

г. Томск, ТУСУР, livshinskaia@mail.ru

*Проект ГПО ТУ-1404 «Оптимизация маркетинговой информации
в сервисной деятельности»*

Организации, занимающиеся проблемами занятости и социально-го развития подростков, не имеют общей базы для реализации своей деятельности. Цель проекта заключается в том, чтобы создать единую программу на базе учреждения дополнительного образования для этих организаций, а также для родителей подростков, чтобы они могли организовать и контролировать своих детей. Еще одна цель разрабатываемой программы заключается в том, чтобы создать для подростков все необходимые условия всестороннего развития личности, для подготовки к полноценной взрослой жизни.

Задача напрямую связана с целью, они заключаются в первую очередь в том, чтобы объединить силы всех занимающихся данными вопросами учреждений и родителей подростков для того, чтобы помочь молодежи избавиться от современных проблем, которые не позволяют им раскрыть себя как личность. Также задачей проекта является формирование стимула и желания у подростков развивать свои способности и таланты, побуждение соблюдать здоровый образ жизни. Еще одна задача проекта заключается в том, чтобы помочь подросткам понять, что обучение в школе дополнительного образования – это альтернатива грубому уличному воспитанию.

Проблема воспитания и развития личности подростков на современном этапе актуальна как никогда: продолжают кардинальные перемены в стране и обществе, старые ценности критикуются, а новые еще не выкристаллизовались.

Известно, что именно подростковый возраст (от 11–12 до 14–15 лет) является периодом особенно интенсивного освоения окружающей социальной среды. Подросток проходит путь через внутренние конфликты с другими и с самим собой, через внешние срывы, разочарования и огромные достижения. Он обретает чувство взрослости, приходит к порогу юности.

Исходя из вышесказанного, становится понятно, что учреждения дополнительного образования очень необходимы современному подростку. Система, созданная в учреждениях с помощью информационных технологий, будет оснащена всеми современными методиками

работы для того, чтобы решить все задачи правильного воспитания подростков.

Поэтому для нашего проекта уместно рассмотреть создание программного обеспечения для родителей, педагогов и подростков, чтобы повысить качество и доступность дополнительного образования.

Используя информационные технологии и получив доступ к информации о деятельности ребенка в учреждении дополнительного образования, у родителей появится возможность в любое время получать информацию о том, пришел ли подросток на дополнительные занятия, чем он там занимается, каких результатов достиг в ходе своей работы. Также родители будут иметь возможность получить онлайн-консультацию педагога-психолога о каких-либо возникающих проблемах подростка. Таким образом, родители смогут контролировать своего ребенка, не отвлекаясь от своих основных дел.

Психолог может сотрудничать с родителями для того, чтобы лучше и быстрее понять подростка. Помимо этого, педагоги дополнительного образования смогут пользоваться Интернетом, совершенствовать дополнительные образовательные программы, включать в свои программы актуальный материал.

Так же, как и родители, подростки смогут получать онлайн-консультации с педагогами, отслеживать последние образовательные новости и новости по изменениям деятельности учреждения дополнительного образования и др.

Данное программное обеспечение может сделать процесс обучения более интересным, отвечающим реалиям сегодняшнего дня, предоставляя нужную информацию в нужное время.

Для учащихся информационные технологии превращаются в ежедневный инструмент обучения, дают возможность создавать и обмениваться информацией. Одно только знание того, что его работа будет увидена и оценена сверстниками и родителями, заставляет обучающегося в полной мере использовать все имеющиеся у него знания и возможности.

Таким образом, информационные технологии – современный ресурс для повышения качества дополнительного образования детей и молодежи [1].

Порядок открытия, комплектование, организация работы, финансирование, учет и отчетность учреждения дополнительного образования должны проводиться в соответствии с «Типовым положением об образовательном учреждении дополнительного образования детей». Как указано в данном положении, для негосударственных учреждений настоящее положение выполняет функцию примерного. Поэтому при

создании Школы самосовершенствования для подростков (далее Школа) можно не полностью соблюдать пункты данного положения.

Ниже представлен примерный план организации работы Школы.

Общее количество детей в Школе будет зависеть от площади помещения и количества сотрудников данной организации. Планируется, что учащиеся будут заниматься по группам, которые в свою очередь будут формироваться в соответствии с интересами подростков. Пребывание подростков в Школе должно охватывать примерно такой период времени: по будням с 15:00–20:00, а в выходные дни с 9:00–20:00. Предполагается такое расписание для того, чтобы избежать прогулов в школе. Расписание занятий должно будет составляться для создания наиболее благоприятного режима труда и отдыха детей с учетом пожеланий родителей, возрастных особенностей детей и установленных санитарно-гигиенических норм.

Важным психогигиеническим условием пребывания подростков в Школе должно быть создание максимально возможного домашнего уюта и включение в интерьер группы элементов домашней обстановки, планируется, что это будет способствовать благоприятной эмоциональной настроенности детей, привлекать их к посещению Школы, повышать ее воспитательное значение.

Для обеспечения максимально возможного оздоровительного влияния и сохранения работоспособности детей, посещающих учреждение дополнительного образования, необходима рациональная организация режима дня, начиная с момента прихода в Школу.

В режиме дня должны обязательно предусматриваться: питание, самоподготовка, общественно полезный труд, кружковая работа и широкое проведение физкультурно-оздоровительных разминок.

Длительность отдельных компонентов режима занятий будут определяться дифференцированно в зависимости от возраста учащихся, количества учебных уроков, объема домашних занятий.

Особое внимание планируется уделять так называемым «физкультурным минуткам» длительностью 1–2 минуты. Они способствуют восстановлению работоспособности учащихся, улучшению их самочувствия, повышению внимательности, предупреждению нарушений осанки. «Физкультурные минутки» рекомендуется проводить при появлении признаков утомления [2].

В современном российском обществе все острее ощущается необходимость построения образовательной реальности, отвечающей современным веяниям развития детей. В связи с актуализировавшейся в последние годы потребностью детей и подростков самостоятельно определять траекторию, содержание и формы собственной образовательной деятельности, возникает необходимость в внешкольных учре-

ждениях многопрофильной направленности – ведущих центров гуманитарного, субъектно-ориентированного и вариативного дополнительного образования.

В связи с этой необходимостью в ходе работы были рассмотрены основные проблемы подростков в современном мире, была доказана неопределимая роль дополнительного образования в жизни детей, а также роль информационных технологий, применяемых в сфере дополнительного образования.

В ходе написания работы удалось доказать целесообразность создания учреждения дополнительного образования и на его базе создания общедоступной межведомственной системы.

В связи с проделанной работой можно сделать окончательный вывод: дополнительное образование – это необходимое звено в воспитании многогранной личности, в ее образовании, в ранней профессиональной ориентации. Дополнительное образование детей многообразно, разнонаправлено, наиболее вариативно. Ценность дополнительного образования детей в том, что оно усиливает вариативную составляющую общего образования и помогает ребятам в профессиональном самоопределении, способствует реализации их сил, знаний, правильной приспособленности к реальной жизни и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акимов С.С.* Возможности применения информационных технологий в дополнительном образовании детей / С.С. Акимов, Н.С. Андреева, М.А. Корovina // Педагогическое мастерство: материалы. М.: Буки-Веди, 2012. С. 153–157.
2. *Об образовательном учреждении дополнительного образования детей:* Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 26 июня 2012 г. № 504 г. Москва // Образование России. 2012. Об утверждении Типового положения об образовательном учреждении дополнительного образования детей.

СРАВНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЧЕТКОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАЗРЕЖЕННЫМИ МАСКАМИ

М.Ю. Маланин, А.В. Каменский, студенты

Научный руководитель М.И. Курячий, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, РТФ, malmaks23@rambler.ru.

Работа посвящена обработке изображений при использовании разреженных масок. Разреженные маски используются для уменьшения количества вычислительных операций в фильтре. Размеры маски

должны быть, по крайней мере, в два раза больше размера выделяемого малоразмерного объекта. На рис. 1 приведено несколько разреженных масок, использованных в обработке, для демонстрации расположения элементов в масках, которое позволяет добиться изотропности во всех направлениях.

-1	-1	-1
-1	A+8	-1
-1	-1	-1

a

0	0	0	-1	0	0	0
0	-1	0	0	0	-1	0
0	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	A+8	0	0	-1
0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	-1	0
0	0	0	-1	0	0	0

б

0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	A+8	0	0	0	0	-1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0
0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0

в

Рис. 1. Маски фильтра повышения четкости:

a – базовая 3×3 элемента с коэффициентом $A = 7$;

б – разреженная 7×7 элементов с коэффициентом $A = 12$;

в – разреженная 11×11 элементов с коэффициентом $A = 17$

Для протяженных объектов возникает эффект искажения границ объектов при больших перепадах яркости, а также смещение частей разных объектов друг с другом и разрушение некоторых деталей изображений (пример – маска 11×11 элементов). Это связано с тем, что значения яркости пикселей обработанного изображения формируются из далеко отстоящих от центральной точки элементов [1].

Измерения производились по изображениям, полученным с видео-камеры DigitalColor CCD Camera по таблице стандарта ISO 12233. Результаты измерений приведены в таблице. На графиках, приведенных на рис. 2, по оси ординат (оси *Y*) отложено значение количества

ТВЛ (телевизионная линия), а по оси абсцисс (оси X) отложены значения количества элементов в маске.

Результаты измерений количества ТВЛ по КЧХ на уровне 0,5 тестового изображения при различных размерах разреженной маски

Размер маски	ТВЛ					
	Вертикаль			Горизонталь		
А	7	12	17	7	12	17
1×1 (исходный кадр)	391			346		
3×3	553	485	462	470	419	399
5×5	741	503	472	499	443	418
7×7	719	684	609	544	470	440
9×9	780	610	589	660	440	421
11×11	745	647	553	553	437	414

В программе Imatest были получены значения в так называемых «циклах на пиксель». За один цикл принимается пара «черная линия – белая линия». Таким образом, «предельный случай в 540 ТВЛ» – это когда одна линия приходится на один пиксель, соответствует 0,5 цикла на пиксель. Отсюда можно получить выражение для перевода числа «циклов на пиксель» в ТВЛ.

$\text{ТВЛ} = (\text{CPR}/0,5) \times 540$ (предельное разрешение в ТВЛ).

Здесь CPR – число «циклов на пиксель» на уровне 0,5 контрастно-частотной характеристики (КЧХ) [2].

Разностное уравнение для маски (апертуры двумерного фильтра) 3×3 элемента:

$$y(n_1, n_2) = (A + 8)x(n_1 - 1, n_2 - 1) - [x(n_1, n_2) + x(n_1 - 1, n_2) + x(n_1 - 2, n_2 - 1)].$$

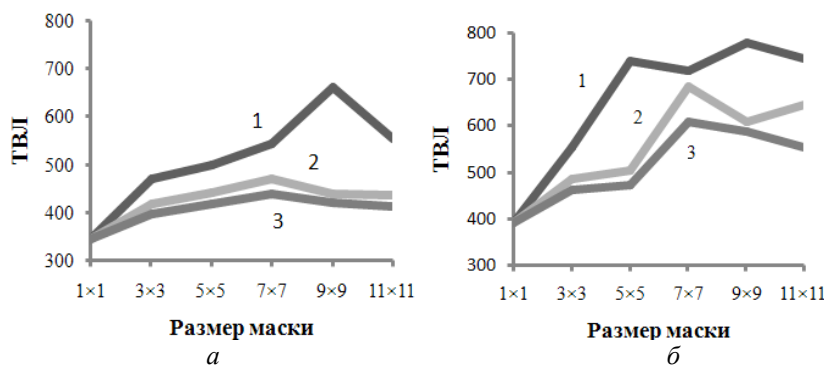


Рис. 2. Зависимость количества ТВЛ от размера маски: a – горизонтальная разрешающая способность; $б$ – вертикальная разрешающая способность; 1 – коэффициент $A = 7$; 2 – коэффициент $A = 12$; 3 – коэффициент $A = 17$

При сравнении результатов видно, что с уменьшением коэффициента A значение количества ТВЛ растет. На основе полученных результатов можно заключить, что самой высокой эффективностью обработки обладает разреженная маска 9×9 при коэффициенте A , равном 7, а при A , равном 12 или 17, наибольшую эффективность показала маска 7×7 .

ЛИТЕРАТУРА

1. *Конюхов А.Л. Костевич А.Г.* Двумерная апертурная коррекция в разреженных масках для повышения качества изображения // Научная сессия ТУСУР–2013: Матер. Всерос. техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14–16 мая 2013 г. Томск: В-Спектр, 2013: В 5 ч. Ч. 1. С. 119–122.
2. *Каменский А.В., Маланин М.Ю.* Измерение разрешающей способности в телевизионных изображениях с использованием программных средств // Научная сессия ТУСУР–2014: Матер. Всерос. техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14–16 мая 2014 г. Томск: В-Спектр, 2014: В 5 ч. Ч. 1. С. 79–81.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТЕКТОРА ХАРРИСА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Ф.Д. Михальков, аспирант каф. ТУ

Научный руководитель М.И. Курячий, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, fixed.fred@gmail.com

Технология дополненной реальности добавляет к изображению реального мира виртуальные объекты. Использование технологии дополненной реальности упрощает отображение информации и делает его интуитивно понятным. Основная задача при реализации технологии дополненной реальности – определить взаимное расположение особого «маркерного» изображения и наблюдающей камеры или изменение её положения в пространстве [1].

Для решения данной задачи необходимо выделить на отдельных кадрах видеоряда особые (реперные) точки. Особая точка изображения – это точка, окрестность которой можно отличить от окрестности любой другой точки изображения в некоторой другой окрестности особой точки. Углы (corners) – особые точки, которые формируются из двух или более граней, грани обычно определяют границу между различными объектами или частями одного и того же объекта [2]. Основное свойство углов состоит в том, что в окрестности угла у градиента изображения преобладают два направления, что делает их различимыми. Градиент – векторная величина, показывающая направление наискорейшего возрастания функции интенсивности изображения $I(x, y)$. В

зависимости от количества пересекаемых граней существуют разные виды углов (рис. 1): L-, Y- (или T-) и X-связные (некоторые выделяют еще стреловидно связные углы) [2, 3].



Рис. 1. Различные виды углов

Наиболее оптимальным детектором L-связных углов является детектор Харриса [4]. Для данного изображения $I(x, y)$ рассмотрим строб $W(x-u, y-v)$, где (x, y) – координаты центра строба; u – сдвиг строба по горизонтали; v – сдвиг строба по вертикали (обычно размер строба равен 5×5 пикселей, но может зависеть от размера изображения).

Взвешенная сумма квадрата разностей между сдвинутым и исходным окном (т.е. изменение окрестности точки (x, y) при сдвиге на (u, v)) равна:

$$E(u, v) = \sum_{(x, y) \in W} (I(x+u, y+v) - I(x, y))^2 \approx \sum_{(x, y) \in W} (I_x(x, y)u + I_y(x, y)v)^2 \approx (x, y) \mathbf{M} \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix},$$

где $\mathbf{M}$ – автокорреляционная матрица

$$\mathbf{M} = \sum_{(x, y) \in W} \begin{pmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{pmatrix},$$

а I_x и I_y – частные производные яркости по строке и столбцу соответственно. Угол характеризуется большими изменениями функции $E(x, y)$ по всем возможным направлениям (x, y) , что эквивалентно большим по модулю собственным значениям матрицы $\mathbf{M}$. Поскольку напрямую считать собственные значения является трудоёмкой задачей, Харрисом и Стефеном была предложена мера отклика [5]:

$$r = |\mathbf{M}| - k(tr \mathbf{M})^2,$$

где k – эмпирическая константа. Точки изображения, для которых мера отклика больше определенного порогового значения, считаются особыми.

Если определять меру отклика для каждой точки изображения, то время обработки даже одного кадра размером 340×225 пикселей имеет неприемлемое значение для систем реального времени (к которым относятся системы с использованием технологии дополненной реальности). В таблице приведена длительность обработки тестового изображения с различными размерами строба W .

**Длительность обработки тестового изображения в зависимости
от размера строба W**

Размер строба W , пиксели	3	5	7	9
Длительность обработки, мс	1524	4359	7881	12556

Для уменьшения времени обработки кадра детектором Харриса предлагается следующий алгоритм:

1. Выделение перспективных областей изображения. В качестве перспективного метода рассматривается квадрирование изображения с последующей оценкой каждого квадранта кросс-оценивающей функцией. Если оценка квадранта окажется отрицательной, то предполагается рекурсивное квадрирование до определенной степени с последующей оценкой.

2. Предварительная нормализация, шумоподавление выбранных перспективных областей изображения. Выбор размера строба W в зависимости от размера перспективной области.

3. Анализ перспективных областей детектором Харриса с выбранными параметрами.

4. Оценка порогового значения меры отклика и выбор достоверных особых точек.

Предложенный алгоритм способен уменьшить время обработки кадра изображения детектором Харриса и сократить длительность обработки до приемлемого в системах реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Козырева А.В.* Определение координат мобильного устройства в пространстве на основе изображений, получаемых от его видеокамеры [Электронный ресурс] / А.В. Козырева // Проблемы интеллектуализации и качества систем информатики. 2006. № 13. Режим доступа: http://www.iis.nsk.su/files/articles/sbor_kas_13_kozyreva_1.pdf, свободный (дата обращения: 02.03.2014).

2. *Yadav A.* Digital Image Processing / A. Yadav, P. Yadav. Laxmi Publications, 2009. 224 p.

3. *Xia G.* Accurate Junction Detection and Characterization in Natural Images [Электронный ресурс] / Gui-Song Xia, Julie Delon, Yann Gousseau // International Journal of Computer Vision (IJCV). 2014. № 106 (1). P. 31–56. Режим доступа: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00631609>, свободный (дата обращения: 01.03.2015).

4. *Tuytelaars T.* Local Invariant Feature Detectors: A Survey / T. Tuytelaars, K. Mikolajczyk // Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision. 2007. № 3. P. 177–280.

5. *Harris C.A.* Combined corner and edge detector / C. Harris, M. Stephens // In Alvey Vision Conference, 1988. P. 147–151.

ВИДЕОАНАЛИТИКА КОМПАНИИ ITV | AXHONSOFT

Р.Р. Мусабаяев, Н.С. Сивцев, студенты

г. Томск, ТУСУР, РТФ, rustam-koktem@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

Видеоаналитика (videoanalytics) – технология, использующая методы компьютерного зрения для автоматизированного сбора данных на основании анализа потокового видео (видеоанализа). Видеоаналитика опирается на алгоритмы обработки изображения и распознавания образов, позволяющие анализировать видео без прямого участия человека. Алгоритмы видеоаналитики могут быть интегрированы в различные бизнес-системы, чаще всего используются в видеонаблюдении и других сферах безопасности [1, 2].

В зависимости от целей видеоаналитика может реализовать как одну, так и несколько базовых задач:

- Обнаружение объектов (objectdetection). Обнаружение объектов производится при помощи видеодетекторов движения.
- Слежение за объектами (objecttracking). Позволяет работать с тревожными правилами и организовать поиск в архиве.
- Классификация объектов (objectclassification) для фильтрации оперативных уведомлений или результатов поиска. Типовой классификатор объектов способен распределить объекты на группы: человек, группа людей, транспортное средство.
- Идентификация объектов (objectidentification). Идентификация объектов позволяет идентифицировать людей по биометрическим признакам лица или транспортные средства по номерным знакам.
- Обнаружение (распознавание) ситуаций. Видеоаналитика позволяет выделить объекты из потокового видео и распознать тревожные ситуации на основе анализа поведения данного объекта.

С точки зрения применения различают следующие типы видеоаналитики: периметральная видеоаналитика (perimetervideoanalytics); ситуационная видеоаналитика (situationvideoanalytics); бизнес-аналитика (businessanalytics/intelligence, BI); биометрическая видеоаналитика (biometricalvideoanalytics); номерная видеоаналитика; многокамерная видеоаналитика.

ITV | AxhonSoft – лидер российского рынка в области разработки интеллектуальных интегрированных систем безопасности и видеонаблюдения. В ITV | AxhonSoft работает более 300 высококвалифицированных специалистов, компания имеет более 30 офисов в России и за рубежом и более 2500 компаний-партнеров – установщиков и интеграторов систем безопасности и видеонаблюдения. Компания считает

развитие видеоаналитики одним из приоритетных направлений своей деятельности. В компании существует отдел разработки систем компьютерного зрения, сотрудничающий с ведущими вузами страны и научно-исследовательскими институтами Российской академии наук. Таким образом, многофункциональная программная платформа «Интеллект» лежит в основе проектов «Безопасный город», внедряемых более чем в 100 городах России и за рубежом. Компания ITV | AxxonSoft предлагает инновационные разработки в этом направлении, которые находят применение во многих областях человеческой деятельности.

- Видеоаналитика программного комплекса «Интеллект».

Мощная система видеодетекторов и система интеллектуального поиска в видеоархиве.

- Видеоаналитика системы видеонаблюдения AxxonNext.

10 видеодетекторов, интерактивная настройка детекторов, система интеллектуального поиска в видеоархиве, автоматические реакции на события и др.

- Модуль распознавания автомобильных номеров («Интеллект»). Распознавание государственных регистрационных знаков транспортных средств по видеоизображению.

- Модуль распознавания лиц («Интеллект»). Идентификация личности по видеоизображению путем сравнения с эталонными изображениями в базе данных.

- Модуль контроля характеристик транспортных потоков («Интеллект»). Определение типов транспортных средств, расчет интенсивности движения на заданном участке, сбор статистики и др.

- Модуль распознавания номеров вагонов («Интеллект»). Распознавание номеров вагонов и цистерн, подсчет количества вагонов в составе, передача данных в АСУ предприятия. Решение для узловых и сортировочных железнодорожных станций, вокзалов, крупных промышленных предприятий.

Функции видеоаналитики программного комплекса «Интеллект»:

- Видеодетекторы. Интеллектуальные видеодетекторы обрабатывают поступающий от камер видеопоток и выделяют в нем события, соответствующие заданным параметрам.

- Интеллектуальный поиск в видеоархиве. Помогает быстро находить в архиве видеозаписи по заданным пользователем критериям.

- Подсчет посетителей. По видеоизображению подсчитывает количество людей, перешедших из одной заданной зоны в другую и обратно.

- Определение длины очереди. Детектор определения длины очереди подсчитывает количество стоящих в очереди людей по видеоизображению.

- Поддержка устройств видеоаналитики.

Помимо собственных функций видеоаналитики, «Интеллект» поддерживает встроенные видеодетекторы IP-камер.

Система видеонаблюдения **AxxonNext** имеет комплексную систему анализа видеоизображений. Она включает следующие видеодетекторы: детектор движения, детектор изменения фона, детектор потери качества видеоизображения, детектор оставленных предметов, детектор пересечения линии в выбранном направлении, детектор начала движения, детектор прекращения движения, детектор длительного пребывания объекта в зоне, детектор появления объекта, детектор исчезновения объекта.

Видеоаналитика – сегодня одна из наиболее перспективных областей разработки. Технология решает проблему ограничений внимания человека и позволяет эффективно работать с ситуациями в большом потоке данных. Современные разработки в области видеоаналитики способны решать большой спектр коммерческих задач. Алгоритмы могут осуществлять сбор и анализ важной маркетинговой информации в режиме реального времени. Высокая точность и достоверность данных, полученных в результате работы систем видеоаналитики, подтверждаются широким использованием алгоритмов в бизнесе. Научные исследования в области компьютерного зрения и искусственного интеллекта ведутся в России с 2000-х годов на базе исследовательских центров и нескольких крупных университетов. Таким образом, перспектива развития на российском рынке очень большая. На данный момент лидирующей компанией является ITV | AxxonSoft, алгоритмы которой используются как в нашей стране, так и за рубежом.

ЛИТЕРАТУРА

1. ITV | AxxonSoft URL: <https://www.itv.ru> / дата обращения: 15.02.15 (свободный доступ).
2. *Видеоаналитика*. URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 26.02.15) (свободный доступ).
3. *Видеоаналитика*. URL: <https://www.quorus.ru/pages/videoanalitika> (дата обращения: 3.03.15) (свободный доступ).

ПОИСК И ИЗУЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ФРАНШИЗЫ В СФЕРЕ ПИТАНИЯ

А.В. Парёнкина, Д.А. Мозгова, студентки

Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, parenkina_anastasiya@mail.ru

*Проект ГПО ТУ-1401 «Поиск и изучение экономической
целесообразной франшизы в сфере питания»*

Из-за сложившейся экономической ситуации в мире и в России в частности после проведения исследований мы выяснили, что открытие предприятия общественного питания в ближайшие несколько лет не выгодно, и это имеет большую долю риска. Сети ресторанов, кафе начали нести очень большие убытки в связи с введенным эмбарго на определенные виды продукции. Запрет на ввоз продуктов, которые являлись профилирующими, поставил их на грань разорения.

Российский малый бизнес находится в очень сложном положении, так как в нашей стране его инфраструктура находится в самом начале своего становления. Одним из путей ее ускоренного создания может стать широкое внедрение франчайзинга. Именно он позволяет решить проблему занятости тех, кто по различным причинам не имеет возможности открыть свое дело или организовать бизнес, но может и хочет продолжать или начать плодотворно трудиться. В России примером франчайзинга могут служить «Макдоналдс», «БаскинРоббинс», «Сабвей».

Франшизы разрабатывают, реализуют и курируют организации, которые называются франчайзеры. Их значение для нового бизнеса неопределимо. За определенную сумму (первоначальный взнос) + роялти (регулярные выплаты по франшизе) франчайзи (то есть тот, кто приобрел франшизу в постоянное пользование) получает целый пакет действенно работающих бизнес-услуг [1–5].

Франшиза предполагает проведение большого количества самых разнообразных исследований для сбора статистических данных. Создание конкурентоспособной программы требует глубокого погружения в потребности целевой аудитории, чтобы вновь создаваемая компания не стала нежизнеспособным клоном уже существующих бизнес-идей, а нашла собственную нишу и получила возможность для постоянного развития.

При создании франшизы большое внимание уделяется и такому мощному бизнес-инструменту, как оптимизация сайтов. Ведь Интернет сегодня – одна из самых больших рекламных площадок, охватывающая основную массу потенциальных потребителей.

Цель: открыть в Томске франшизу в сфере общественного питания, которая будет отвечать высокому уровню обслуживания, содержать информационные концепции дизайна, и предоставлять качественную продукцию потребителю.

Задачи:

1. Поиск франчайзеров в сфере питания.
2. Выяснить у рядового потребителя, в открытии заведения какого именно типа он заинтересован.
3. Выявить конкурентов в сегменте.
4. Сравнить условия предоставления франшиз и объем начальных вложений.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что действительно организация филиалов, собственных торговых или производственных точек требует больших финансовых вложений, в то время как франчайзинг позволяет сэкономить капитал путем привлечения капитала франчайзи. Франчайзи более точно знает конъюнктуру и особенности местного рынка, что является немаловажным положительным фактором. Основным вкладом франчайзера при этом становятся торговая марка, ноу-хау, технологии, затраты же на непосредственную организацию бизнеса, в том числе на содержание аппарата управления, содержание помещения и т.д., лежат на франчайзи. В то же время франчайзеру идет определенный процент прибыли, полученной от реализации товара: он также получает плату за использование его имени.

Широкое распространение франшизных систем позволяет значительно повысить экономическую активность населения и использовать свои средства для инвестирования в мелкие и мельчайшие предприятия. Социологические опросы, проводимые в промышленно развитых странах, показывают, что предприниматели, вступившие во франшизную сеть, ориентированы на успех значительно в большей степени, чем рядовые предприниматели.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что насущной проблемой для людей, имеющих желание, но не имеющих возможности заниматься предпринимательской деятельностью, является отсутствие денежных средств и опыта. В данном случае франшиза становится наиболее успешным шансом для реализации идей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мюррей Ян. Франчайзинг. СПб.: Изд. центр «Питер», 2008. 274 с.
2. Цират А.В. Руководство по составлению и заключению франчайзинговых договоров. Киев: Изд. центр «Истина», 2010. 311 с.
3. Сайт franshiza.ru [Электронный ресурс]. Томск, 2015. URL: http://franshiza.ru/article/read/restorany_zdorovogo_pitaniya (дата обращения: 25.02.2015).

4. *Сайт* franshiza.ru [Электронный ресурс]. Томск, 2015. URL: http://franshiza.ru/franchise/categorys/obwestvennoe_pitanie/p:3/ (дата обращения: 25.02.2015).

5. *Сайт* Российской ассоциации франчайзинга [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Томск, 2015. URL: <http://rusfranch.ru/> (дата обращения: 25.02.2015).

ВЛИЯНИЕ СПОРТИВНОЙ РЕКЛАМЫ НА ПРИВЛЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ К РАЗВИТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Н.М. Плужникова, студентка каф. ТУ

Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель

г. Томск, ТУСУР, plujnikova.natasha@yandex.ru

Целью данной работы является, выявить специфические особенности и эффективность спортивной рекламы в средствах массовой информации.

Реклама является одним из способов продвижения товара на рынке. Она существует ради того, чтобы привлечь к товару или услуге столько потребителей, чтобы этот товар или эту услугу было выгодно производить.

Реклама широко используется в физической культуре и спорте, она является инструментом воздействия на общественное сознание. Ее основная функция состоит в распространении информации о спортивных товарах и услугах, пропаганде здорового образа жизни, здоровья нации и многого другого, так как это важно для здорового поколения и для государства.

В качестве целевой аудитории – адресатов рекламы и других средств коммуникаций и продвижения товаров и услуг физической культуры и спорта на рынок выступают:

- представители различных демографических групп населения (дети, подростки, молодежь, пожилые люди и т.п.);
- представители различных социальных категорий населения (школьники, студенты, пенсионеры, инвалиды и т.п.);
- члены семей (прежде всего родители несовершеннолетних детей);
- постоянные клиенты и посетители спортивных сооружений, руководство и сами образовательные учреждения различных уровней (детские сады, школы, колледжи, вузы и т.п.);
- специалисты по физической культуре и спорту.

Физическая активность и спорт являются важнейшими факторами поддержания и укрепления здоровья людей, совершенствования их культуры, способом общения, активного проведения досуга, альтерна-

тивной вредным привычкам. Роль и значение физической культуры и спорта для здоровья нации, экономики России очень велико, и большое значение придается развитию спорта и его инфраструктуры. Выражается это в государственном финансировании, постоянном увеличении количества спортивных учреждений и сооружений, а также важно отметить, что немалую роль играют и средства массовой информации в распространении и пропаганде спортивного образа жизни.

Основными каналами распространения спортивной рекламы являются:

- 1) телевидение;
- 2) радио;
- 3) бумажные СМИ;
- 4) собственная печатная продукция спортивного предприятия (проспекты, листовки, буклеты и др.);
- 5) средства наружной рекламы (отдельно стоящие щиты, бренд-мауэры, вывески, плакаты и транспаранты на остановках транспорта, передвижная реклама на транспортных средствах);
- 6) внешнее оформление спортивного предприятия;
- 7) средства связи (Интернет, телефонная связь и др.).

При этом используются такие виды рекламы: информационная, увещательная, напоминающая, смешанная.

Из всех видов рекламы наиболее эффективная – это печатная реклама, т.к. она пользуется спросом у большой аудитории людей. Она доступна, эффективна, информативна и охватывает весь демографический спектр населения, реклама в прессе продолжает пользоваться огромной популярностью среди рекламодателей.

Распространяя знания о пользе физической культуры и спорта, здорового образа жизни, государство использует как рекламу, так и пропаганду, стремясь достигнуть следующие цели:

- 1) сохранить и приумножить здоровье нации, увеличить продолжительность жизни людей;
- 2) снизить уровень потребления алкогольных напитков, табакокурения, наркотиков;
- 3) изменить общественное сознание и стереотипы поведения людей, искоренить предрассудки, вредные традиции, предложить новые способы досуга и активного образа жизни;
- 4) с помощью спорта и высших достижений прославить свою страну на международном уровне;
- 5) сформировать и активно развивать индустрию спортивного бизнеса как социально значимого вида.

Исполняя роль сильнейшего идеологического средства воздействия на сознание людей, реклама формирует новое представление о

физической культуре и спорте, приобщает широкие слои населения к здоровому образу жизни. Откликаясь на рекламные обращения, большие социальные группы (дети, юношество, пенсионеры и др.) вовлекаются в спорт, приобретают положительные привычки (делать утреннюю гигиеническую гимнастику, посещать фитнес-клубы, заниматься в спортивной секции и т.д.), которые затем трансформируются в новый жизненный уклад. Таким образом, с помощью рекламы решаются важнейшие культурные, спортивные, экономические и другие задачи. Поэтому потребителям необходима достоверная, своевременная, качественная информация о спорте, и эту важную задачу должна донести реклама.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Галкин В.В.* Экономика и управление физической культурой и спортом: учеб. пособие для вузов / В.В. Галкин. Ростов н/Д: Феникс, 2006. 448 с.
2. *Дал Гери.* Реклама для чайников / Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. 288 с.
3. *Степанова О.Н.* Маркетинг в сфере физической культуры и спорта. М.: Советский спорт, 2003. 256 с.

ВИДЕОАНАЛИТИКА – СИСТЕМЫ И СРАВНЕНИЕ

К.А. Рылов, студент

г. Томск, ТУСУР, РТФ, tstr70@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

В данной работе приведён материал о системах видеоаналитики, их возможностях и функциях, а также сравниваются несколько систем видеоаналитики.

Видеоаналитика – аппаратно-программное обеспечение или технология, использующие методы компьютерного зрения для автоматизированного сбора данных на основании анализа потокового видео (видеоанализа). Видеоаналитика опирается на алгоритмы обработки изображения и распознавания образов, позволяющие анализировать видео без прямого участия человека. Видеоаналитика используется в составе интеллектуальных систем видеонаблюдения (ССТV, охранного телевидения), управления бизнесом и видеопоиска. Видеоаналитика – это один из способов повысить эффективность охранных систем [1].

Функции видеоаналитики. *Обнаружение объектов* в поле зрения камеры производится при помощи видеодетектора движения.

Слежение за объектами. Алгоритмы слежения позволяют получить траекторию движения объекта.

Классификация объектов. Эта функция необходима для фильтрации оперативных уведомлений или результатов поиска.

Идентификация объектов. Современные системы позволяют идентифицировать людей по биометрическим признакам лица или транспортное средство – по номерным знакам.

Интеллектуальное сжатие видеоконтента с учётом интереса потребителя.

Основные типы видеоаналитики. *Периметральная* видеоаналитика применяется для охраны участков и периметров, обнаружения вторжения и пересечения сигнальной линии в заданной зоне.

Ситуационная – для распознавания тревожных ситуаций, связанных с поведением людей или движением транспортных средств.

Бизнес-аналитика – для управления организацией, оценки продуктивности персонала, оптимизации бизнес-процессов и исследования поведения клиентов.

Биометрическая – для идентификации и сопровождения лиц по биометрическим признакам лица.

Номерная – для распознавания регистрационных знаков автомобилей.

Технологическая – для мониторинга технологических процессов, обеспечения качества производства, повышения продуктивности.

Общие преимущества видеоаналитики. Главное преимущество видеоаналитики перед обычными системами видеонаблюдения состоит в автоматическом выделении метаданных из потока видеоданных без участия оператора. Полученные метаданные могут быть использованы для быстрого поиска в видеоархиве, рассылки тревожных оповещений и сбора статистики.

Так как значительная часть видеоданных (более 99%) в системах видеонаблюдения не представляет интереса для пользователей, видеоаналитика позволяет уменьшить нагрузку на каналы связи и систему архивирования за счет фильтрации неинформативных видеоданных.

Сравним 4 системы видеоаналитики по функциональности (таблица). Системы: ITV|AxxonNext, GOALcityInstinct 2.0, IBMSmartVisionSuite, Синезис|Цефей [2–4].

Систем видеоаналитики достаточно много. У каждой системы есть своя индивидуальность. Каждая из систем обладает своими особенностями. Видеоаналитика обеспечивает лучшее качество безопасности. При реализации серверной видеоаналитики можно использовать менее дорогие видеокамеры (без встроенных алгоритмов обработки видеоданных), также можно управлять параметрами видеокамер.

Сравнение функциональности систем видеоаналитики

Функция	ITV Axxon Next	GOALcity Instinct 2.0	IBM Smart VisionSuite	Синезис Цефей
Детектор движения	+	+	+	+
Пересечение границы	+		+	+
Направленное движение	+	+	+	+
Детектор зоны	+	+	+	
«Забывтые» предметы	+	+	+	+
Выделение лиц и идентификация	+	+	+	+
Удалённые объекта	+		+	
Детектор длительного пребывания в зоне	+	+		
Отображение объекта на карте	+	+	+	+
Классификатор объекта	+	+	+	+
Распознавание номерных знаков	+	+	+	+
Детектор огня и дыма		+		+
Детектор активности персонала	+	+		+
Детектор парного прохода				+
Детектор драки				+
Детектор падения				+
Поиск объектов по признакам	+	+	+	
Мобильный клиент и оповещения	+	+		
Перераспределение ресурсов видеосервера		+		+
Контроль слепых зон		+		
Учет времени		+		
3D-видеооплан	+	+		
Тепловизор		+		

ЛИТЕРАТУРА

1. Видеоаналитика, функции (дата обращения: 9.11.14) (свободный доступ). URL: <http://synesis.ru/technology/videoanalitika/>
2. Система ITV|AxxonNext. (дата обращения: 11.11.14) (свободный доступ). URL: http://www.itv.ru/products/axxon_next/
3. Система GOALcityInstinct 2.0. (дата обращения: 11.11.14) (свободный доступ) URL: <http://goal.ru/security-system-GOALcity.html>
4. Система Синезис|Цефей (дата обращения: 12.11.14) (свободный доступ). URL: <http://synesis.ru/solutions/cephheus/>

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

Е.В. Сагалаков, студент, М.Е. Комнатнов, аспирант

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, sagalakovev@gmail.com

Полосковая линия (ПЛ) – это нерегулярная однородная линия передачи с заданным волновым сопротивлением, которая состоит из двух параллельных пластин, вдоль которых может распространяться поперечная электромагнитная волна. Такая ПЛ используется для испытания радиоэлектронных средств (РЭС) на электромагнитную совместимость (ЭМС). Первая конструкция ПЛ была разработана в 1965 г. Она состояла из алюминиевой полоски, закрепленной двумя опорами из пенополистирола на фанерной плите, покрытой медным листом, и набора резисторов, соединяющих полоску с медным листом на дальнем конце линии. На ближнем конце линии полоска соединялась с генератором.

В настоящее время происходит совершенствование конструкции и характеристик ПЛ для разных целей и задач. Разработана конструкция ПЛ с однократным изменением угла раскрыва линии [1]. Данная ПЛ предназначена для оценки электромагнитной восприимчивости ноутбука к сверхкороткому импульсу (СКИ) высокой амплитуды. Конструкция ПЛ [2], с уменьшенным значением коэффициента стоячих волн по напряжению (КСВН) до 1,45, в диапазоне частот от 80 МГц до 1 ГГц, обеспечивается за счет раскрыва, который повторяет экспоненциальный контур антенны Вивальди. Также разработана миниатюрная конструкция ПЛ [3] для малых испытуемых объектов (ИО), например компонентов, интегральных микросхем, соединителей и проч. Разработана конструкция ПЛ для измерения эффективности экранирования экранирующих материалов и прокладок в диапазоне частот до 18 ГГц [4]. В нормативном документе ISO 11452-5–2002 [5] описана конструкция ПЛ с волновым сопротивлением 50 Ом. ПЛ предназначена для испытания на помехоустойчивость ИО, применяемых для транспортных средств, в диапазоне частот от 10 кГц до 400 МГц. В качестве ИО могут выступать различные электрорадиоизделия, в диапазоне рабочих частот от 10 кГц до 400 МГц. Таким образом, в настоящее время актуально совершенствование конструкций и характеристик ПЛ, применяемых для испытаний на ЭМС.

Цель работы – выполнить электродинамическое моделирование и оптимизацию ПЛ для испытания РЭС на ЭМС.

В качестве исходной конструкции была выбрана геометрическая структура (рис. 1) из нормативного документа [5]. Параметры структуры: $w_g - 1500$ мм, $w_s - 740$ мм, $l_g - 4300$ мм, $l_t - 800$ мм, $l_s - 2500$ мм, $h_s - 150$ мм, $t_s - 2$ мм, $t_g - 5$ мм.

Как видно из рис. 2, раскрыв полоски соединяется с центральным проводником СВЧ-соединителя ($h_{ш} = 1$ мм) через отверстие в основании ПЛ.

Одной из основных характеристик ПЛ является частотная зависимость модуля коэффициента отражения $|S_{11}|$, который определяет равномерность поля вдоль полоски и полноту его поглощения, в конце линии, на нагрузке 50 Ом. В программе CST MWS выполнены электродинамическое моделирование и оптимизация ПЛ. Целью оптимизации являлась минимизация максимального значения частотной зависимости $|S_{11}|$ в диапазоне частот до 400 МГц. Параметрами оптимизации были выбраны следующие: ширина полоски w_s , длина раскрыва l_t и высота раскрыва $h_{ш}$.

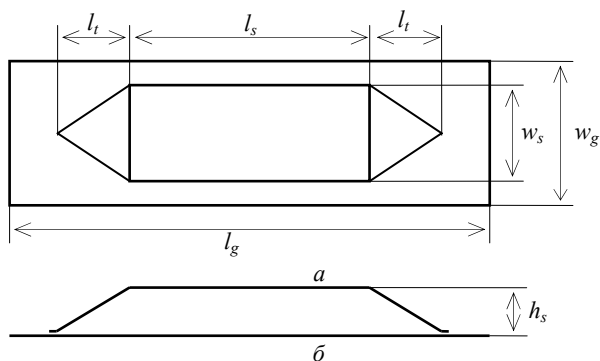


Рис. 1. Конструкция ПЛ: *a* – вид сверху; *б* – вид сбоку [5]

Соединение полоски с СВЧ-соединителем показано на рис. 2.

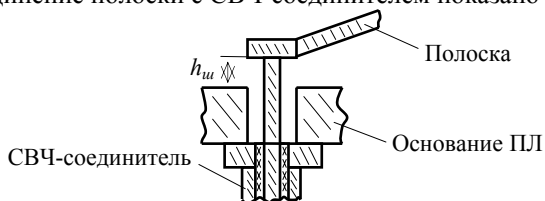


Рис. 2. Местный вид продольного сечения соединения полоски с СВЧ-соединителем

Оптимизированные значения геометрических параметров ПЛ: $l_{t \text{ опт}} - 796,63$ мм; $w_{s \text{ опт}} - 736,96$ мм; $h_{ш \text{ опт}} - 0,56$ мм.

Результаты вычисления частотной зависимости $|S_{11}|$, в диапазоне частот от 0 до 400 МГц, по описанным геометрическим параметрам [5] и её оптимизированной модели, приведены на рис. 3.

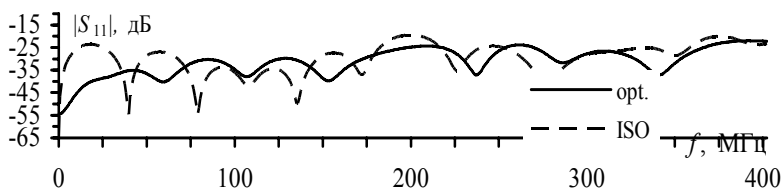


Рис. 3. Частотные зависимости $|S_{11}|$ для ПЛИ из [5] (---) и ее оптимизированной модели (—)

Как видно из рис. 3, частотная зависимость $|S_{11}|$ оптимизированной модели не превышает минус 22 дБ, тогда как $|S_{11}|$ исходной – минус 19 дБ. Это уменьшило максимальное значение КСВН с 1,24 до 1,17.

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания № 8.1802.2014/К Министерства образования и науки РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Murata Y., Hoshina T., Hatori Y. Susceptibility of Notebook Computers to HPM, 2014 // IEEE international symposium on electromagnetic compatibility (EMC). Aug. 2014. P. 549–553.
2. Valek M., Korinek T., Bostik T. Design of stripline for EMC testing, 14th // Conference on microwave techniques (COMITE), Apr. 2008, P. 1–4.
3. Catrysse J., Filip V., Pissort D. Measuring and simulating EMI on very small components at high frequencies, 2013 international symposium on electromagnetic compatibility (EMC EUROPE), Sept. 2013, P. 961–965.
4. Catrysse J., Filip V., Pissort D., Brull C. A new stripline measuring setup for the characterization of conductive gaskets up to 18 GHz, 2014 // IEEE international symposium on electromagnetic compatibility (EMC). July 2010. P. 165–170.
5. ISO 11452-5:2002, Road vehicles – Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy. Part 5: Stripline.

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ГЛУБИННОГО МАНОМЕТРА-ТЕРМОМЕТРА

В.Р. Шарафутдинов, аспирант

Научный руководитель Т.Р. Газизов, д.т.н., с.н.с.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТВ

Чтобы конкурировать на рынке устройств вывода на режим и обслуживания нефтегазовых месторождений, необходимо постоянно от-

слеживать появление новых приборов современной модификации и характеристик. В связи с тем, что на рынке начали появляться более конкурентоспособные аналоги глубинного манометра-термометра, было принято решение начать доработку собственной модели прибора, основу которого составляет печатная плата (ПП).

Глубинный манометр-термометр представляет собой автономный зонд со степенью защиты от внешних воздействий IP68. Он предназначен для исследований добывающих нефтяных, газовых, газоконденсатных, нагнетательных или других скважин. Прибор помещается в скважину традиционным способом – опусканием. Условия работы и строения скважин накладывают определенные условия на габариты, конструкцию и массу прибора, а следовательно, на размеры и строение печатной платы цифровой части устройства.

Обычно глубинный манометр-термометр имеет цилиндрическую форму корпуса определенного диаметра. В данном случае ширина ПП не должна была превышать 22 мм. Прибор, который следовало доработать, имел ПП с габаритами 294×21,5 мм.

В начале 2003 г. компактные и емкие модули памяти (основа любого автономного устройства для сбора данных) только начали появляться на рынке. Это ставило довольно сложную задачу перед разработчиками по поиску и подбору необходимого для прибора устройства хранения информации.

Начались эксперименты по применению различных вариантов схемных решений относительно размещения на ПП. Один из них вмещал до 48 мелких 8-выводных модулей памяти на двухсторонней ПП (рис. 1).

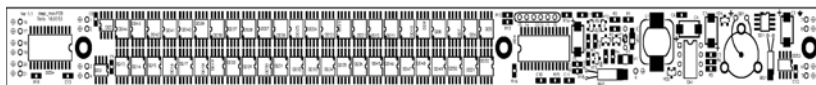
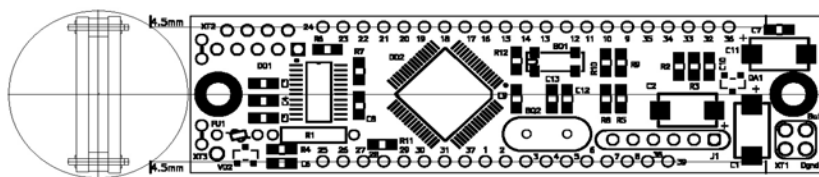


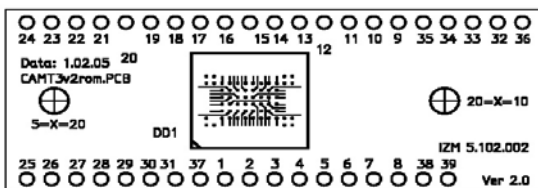
Рис. 1. Многомодульный вариант ПП

Другой вариант имел один модуль памяти, но в связи со спецификой его исполнения (тип корпуса – BGA) конструкция сильно усложнилась. Пришлось разместить производство ПП и установку BGA компонента на удаленном производстве в связи с невозможностью это сделать собственными силами, поскольку для контроля точности и правильности монтажа требуется специфическое рентген-оборудование, которое на тот момент имелось лишь у нескольких производителей ПП в России. В результате получилась модульная двухуровневая конструкция ПП (рис. 2), имеющая, помимо положительных, ряд отрицательных (производственных, временных и ценовых) характеристик.



a

Рис. 2. Двухуровневый вариант, состоящий из двух ПП: а – основная часть схемы; б – вынесенный на отдельную плату модуль памяти



б

Несмотря на то, что вполне рабочие и функционирующие приборы были произведены уже в 2004 г., окончательный универсальный вариант ПП (рис. 3) прибор приобрел к 2008 г.

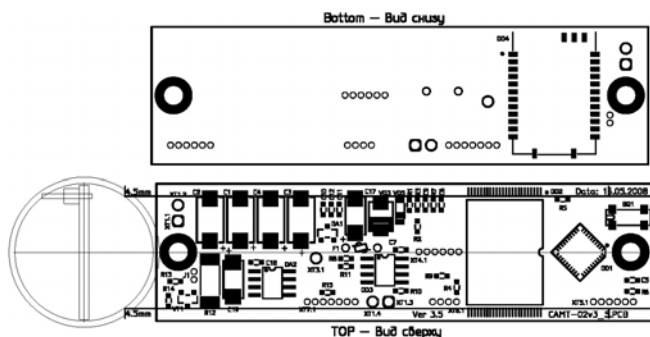


Рис. 3. Окончательный универсальный вариант ПП

Универсальность подразумевает установку в разные модификации прибора одной и той же ПП. К тому моменту удалось подобрать одно-корпусный вариант модуля памяти планарного исполнения, удовлетворяющий заданным характеристикам. В процессе работ по модификации устройства возник вопрос по увеличению времени автономной работы. В ходе его решения была уменьшена длина платы до 79 мм, что дало возможность установить в корпус прибора батарею требуемой емкости и габаритов.

Для решения задачи электромагнитной совместимости (ЭМС) элементов схемы были применены следующие решения:

1) модульное размещение элементов на ПП по функциональному признаку;

2) уменьшение длины связей проводников и количества ветвлений;

3) общая точка («земля») схемы была объединена с корпусом прибора;

4) линии связи, идущие от датчиков температуры и давления прибора, подключались к элементам схемы в непосредственной близости от функциональных элементов, принимающих информацию;

5) экранирование линий связи осуществлялось путем подключения экрана к общей точке.

Итоговый вариант ПП получился довольно простым и в плане монтажа элементов. На нижней стороне двухсторонней ПП размещается только один элемент (см. рис. 3).

В качестве финальных, были проведены натурные испытания в экстремальных условиях, связанных с воздействием вибрации и сильного электромагнитного поля. Несколько приборов были установлены на приеме электроцентробежных насосов (ЭНЦ) в непосредственной близости от погружного электродвигателя установки электроцентробежного насоса (ПЭД УЭЦН) на длительное время (от полугода до полутора лет). Во всех испытаниях были получены результаты непрерывной записи изменения давления и температуры. Разброс данных по давлению составил 0,26%, по температуре – 6,1%. Результаты подтвердили высокую надежность приборов и стойкость их к экстремальным воздействиям рабочей среды. Дальнейших доработок прибора не производилось.

В настоящий момент прибор является зарегистрированным средством измерения № 28689-05 в Государственном реестре средств измерений (сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.30.113.A № 19939).

ОСОБЕННОСТИ PR-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Е.В. Шелкунова, студентка

*Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, kat_1994_94@mail.ru*

Связи, отношения с общественностью (Public Relations, PR) становятся все более важной сферой деятельности российских фармацевтических компаний. Актуальность данной темы заключается в том, что рынок лекарств развивается с огромной скоростью, что приводит к

большей конкуренции, а также росту использования в нем различных методов пиара. Целью является изучить все стороны PR-деятельности фармацевтических компаний для выявления особенностей восприятия рекламы ЛП (лекарственных препаратов) потребителем и предложить рациональные способы оптимизации рекламы. Достижение цели предполагает решение ряда задач:

1. Проанализировать рекламный сектор российского фармацевтического рынка.
2. Рассмотреть интенсивность использования рекламных роликов для продвижения лекарственных средств.
3. Выявить стереотипы и мотивы, которые используются в рекламе лекарственных средств.
4. Выявить особенности восприятия аудиторией рекламы.

Фармацевтический маркетинг – вид человеческой деятельности, направленной на изучение потребностей конкретного человека в фармацевтической помощи и их удовлетворение посредством обмена. Рынок лекарственных средств – арена жесткой конкуренции. Основная борьба – борьба за информационное пространство, за лояльность и поддержку потребителей [1].

В ходе исследования были рассмотрены как традиционные средства рекламы, так и средства, присущие только данному сектору рынка. Таким образом, наиболее популярным средством является телевидение, однако это характерно только для иностранных производителей, так как для отечественных фармацевтов телереклама слишком дорога. Радио используется значительно реже, зато часто размещают рекламу медицинских учреждений, особенно стоматологических клиник. Интернет все чаще используется крупными фармацевтическими компаниями, которые поддерживают свои сайты или размещают рекламу на других сайтах, аудитория которых известна. К необычным средствам продвижения относится привлечение так называемых опиньон-лидеров, т.е. медицинских работников, которые способны формировать или влиять на формирование мнения. Фармацевтические компании входят с ними в контакт, приглашают на семинары и фактически вовлекают в процедуру продвижения своих препаратов. Также открытие горячих линий по определенному заболеванию. Часто, вместо профессиональной консультации, на которую надеются больные, они слышат рекламу тех или иных препаратов. Еще одним путем является выпуск аналога оригинального зарубежного препарата по более низкой цене (джинерик). При этом несколько искажается оригинальное название (Нош-бра, Бравинтон – вместо Кавинтон) и практически полностью повторяется цветовое оформление упаковки [2].

Основное внимание было уделено рекламе по телевидению. Необходимо было составить рейтинг телеканалов, выявить в процентах частоту показа рекламы лекарственных средств. Для этого было использовано 6 популярных каналов. Время проведения исследования было разделено на два временных интервала: 09:00–18:00 и 18:00–24:00. Анализу подвергались рекламные блоки, их длительность, интервалы между рекламными блоками, количество рекламных роликов в каждом блоке, количество рекламных роликов лекарственных препаратов. Результаты показали, в настоящее время можно наблюдать следующую ситуацию при просмотре телевизионных передач: в среднем через каждые 8–20 минут эфирного времени включаются рекламные блоки, длящиеся от 1 до 5 минут. При этом среднее количество рекламных роликов в одном рекламном блоке составляет 5–14, из них 2–6 приходятся на рекламу лекарственных препаратов, что составляет около 20–40% и более. Можно также отметить присутствие большего количества рекламы лекарственных препаратов в вечернее время (рис. 1).

Канал	Характеристики			
	% рекламных роликов ЛП в рекламном блоке	Наиболее часто рекламируемые лекарственные препараты	Фармакологическая группа рекламируемых лекарственных препаратов	Соотношение отечественных / импортных ЛП в рекламных блоках
Первый канал	40–50	Доктор МОМ, Артроцин, Черника форте	Противопростудные, от боли в горле, БАДы	1/7
Россия	40–50	Гептралайт, Панагин, Блокатор калорий	БАДы, препараты для лечения заболеваний сердца	1/9
СТС	25–30	Доктор МОМ, Геделикс, Максиколд	Противопростудные, от боли в горле, БАДы	– (импортные)
НТВ	18–28	Колдрекс, ТераФлю, Лазолван	Противопростудные, от боли в горле	– (импортные)
ТНТ	30–40	Отривин, Пенталгин, Ринзасип	От насморка, обезболивающие, противопростудные	– (импортные)
Рен-ТВ	37–40	Колдрекс, Геделикс, Гептралайт	Противопростудные, от боли в горле	1/9

Рис. 1. Особенности рекламы лекарственных препаратов на телевидении

Еще одной особенностью рекламы лекарств на телевидении является недобросовестная борьба. Так, например, привлечение шоу-звезд телеэкрана – при просмотре телевизионных художественных фильмов, реалити-шоу, различных программ так или иначе присутствует реклама лекарственных препаратов, озвученная участниками данных передач, фильмов. Также использование заведомо ложной информации. Как правило, такая информация распространяется не через специаль-

ные издания – научно-практические журналы, профессиональную прессу, а в виде оттисков (копий) научных статей или отчетов. Эти материалы под видом научной литературы распространяются во время научно-практических конференций, вручаются врачам во время выставок [3].

Следующий вопрос, рассматриваемый в исследовании – влияние рекламы лекарств на подсознание людей. Для этого был использован метод фокус-групп, а также проведено анкетирование среди жителей г. Томска. Метод фокус-группы – это качественный метод сбора маркетинговой информации в гомогенных (по значимым для исследования признакам) группах с участием ведущего. В нашем случае основной целью проведения фокус-группы является определение влияния рекламы лекарственных средств на принятие потребителем решения о покупке. Были представлены ролики лекарственных препаратов 6 производителей, люди оценивали ролики по определенным критериям. В ходе анализа полученных результатов были выявлены основные сильные и слабые стороны рекламных роликов лекарственных средств. Ввиду специфики рассматриваемого товара в рекламном ролике для потребителя наименее важна общая концепция. В первую очередь, реклама должна привлекать внимание и быть удобной для восприятия. Результаты анкетирования показали, что 40% опрошенных доверяют рекламе, 30% – считают нужным запретить рекламу лекарств, 10% никак не реагируют на рекламу, 20% консультируются у врачей и непосредственно в аптеках.

Таким образом, видно, что лекарственные средства, наиболее активно рекламирующиеся, являются самыми продаваемыми. Реклама играет колоссальную роль в формировании потребительского спроса. Она формирует представление потребителя о всех основных качествах и достоинствах товара.

Из полученного исследования можно сделать следующий вывод и рекомендации. Реклама лекарственных препаратов строго специфична и необходима, так как основной ее задачей является убеждение потребителя в надежности, качестве, доступности товара. Но она должна обеспечить потребителя необходимой ему информацией, соответствовать действительности и не вводить его в заблуждение. Для этого рекламной деятельностью лекарственных средств должны заниматься только специалисты, а так же необходимо принятие одного специального закона о рекламе медицинских услуг и лекарственных средств с целью ужесточения контроля за рекламой.

Для того чтобы информация о продукте не искажалась можно создать интернет-портал в виде дискуссионного клуба, где были бы представлены новые исследования медикаментов, официальная и об-

пественная точки зрения по поводу лекарств, регистрационный архив средств и др. Отсечь при этом явно рекламные отзывы – задача достаточно простая. А эксперты могут следить за тем, чтобы публикуемые сведения соответствовали реальности. Самое главное, чтобы разговор шел публично и адресно, чтобы каждый выступал под своим именем и отвечал за свои слова. Современный медицинский и фармацевтический рынок России требует все более точных и профессиональных форм работы с целевыми группами.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Джеймс Дж.* Настольная книга по фармацевтическому маркетингу. М.: Литера, 2009.
2. *Рейхарт Д.В.* Фармацевтический рынок: его особенности, проблемы и перспективы / Д.В. Рейхарт, В.А. Сухинина, Ю.В. Шиленко. М.: Славянский диалог, 2013.
3. *Юданов А.Ю.* Фармацевтический маркетинг. М.: Ремедиум, 2007.

ВСТРОЕННАЯ ВИДЕОАНАЛИТИКА

К.В. Шипунова, студентка курса

г. Томск, ТУСУР, РТФ, shipunovakseniya@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

Встроенной видеоаналитикой принято называть программное обеспечение (ПО), которое распознает поточное видео непосредственно в камере или в энкодере (декодере) системы охранного наблюдения. По сравнению с серверной реализацией (рис. 1) оно анализирует сигнал без искажений до его компрессии и передачи по цифровым каналам связи (рис. 2). При этом повышается точность распознавания за счет обработки видео в более высоком разрешении и с большей частотой кадров.

Результатом работы видеоаналитических алгоритмов является поток метаданных, то есть структурированное описание того, что происходит в зоне наблюдения. Метаданные включают в себя информацию о подвижных объектах, их траектории и скорости, признаках для автоматической классификации на сервере. Таким образом, интеллектуальная камера одновременно транслирует в режиме реального времени медиаданные (сжатые видео и аудио) и метаданные (результат видеоанализа). Видеоаналитическое устройство (IP-камера или энкодер) может работать автономно, при этом вести запись в локальную память или буферизированную передачу [1].



Рис. 1. Архитектура системы на базе серверной видеоаналитики. Значительный поток данных передается от камеры к серверу, где происходит декомпрессия и видеоанализ. Конечные вычислительные ресурсы сервера ограничивают масштабируемость системы

Недостатками встроенной аналитики по сравнению с серверной являются более высокая сложность разработки и меньшая гибкость ПО на автономном устройстве. Однако несмотря на существенные затраты, общая стоимость владения системой на базе встроенной аналитики часто оказывается ниже, чем стоимость системы на базе серверной аналитики.



Рис. 2. Архитектура системы на базе встроенной видеоаналитики. Видеоанализ реализован «на борту» камеры, которая одновременно транслирует метаданные (видео и аудио) и метаданные (результаты видеоанализа)

Очевидно, что переход от аналоговых камер к сетевым требует радикального пересмотра архитектуры всей системы видеонаблюдения. Централизованный видеоанализ становится практически невозможным из-за значительного увеличения вычислительной нагрузки на сервер, где необходимо производить декомпрессию сжатого IP-видео по всем каналам в высоком разрешении. Другая проблема состоит в том, что точность и дальность действия серверной аналитики существенно снижаются от артефактов компрессии H.264 или MJPEG. Неприемлемое снижение чувствительности серверной аналитики происходит во время метеорологических осадков, так как кодек, ограничивая видеопоток до установленного битрейта, отбрасывает значительную часть полезной видеоинформации [2].

Одним из основных препятствий широкого распространения встроенной видеоаналитики является проблема плохой совместимости IP-устройств (камеры, декодеры) и системы управления видео и цифровыми регистраторами. Активная работа производителей по адаптации своих продуктов к открытым международным стандартам сегодня позволяет надеяться на преодоление этого препятствия в ближайшем будущем. Новые стандарты, особенно ONVIF 2.0, покрывают различные аспекты взаимодействия сетевых устройств: обнаружение доступных сервисов видеоаналитики, конфигурирование параметров, передача метаданных, подписка на получение событийных сообщений. Это делает возможным подключение видеоаналитического устройства в режиме PlugandPlay [3].

Повышение разрешающей способности системы видеонаблюдения до режимов высокой четкости (HD 720p, 1080p) сопровождается многократным (в 4–8 раз) увеличением вычислительной нагрузки на подсистемы сжатия и видеоанализа. Таким образом, чтобы избежать перегрузки каналов связи и сервера, функции сжатия и видеоанализа должны быть реализованы непосредственно в HD-камере или HD-видеосервере.

Сеть видеонаблюдения часто приходится разворачивать поверх телекоммуникационной инфраструктуры с относительно низкой пропускной способностью, например на базе беспроводных сетей 3G/4G (WiMAX), кабельной сети банкоматов или телеметрии в нефтегазовой отрасли. В этих условиях сложно обеспечить трансляцию видео адекватного качества в режиме реального времени даже от одной камеры. С другой стороны, встроенные алгоритмы позволяют анализировать видео в максимальном качестве «на месте», формировать тревожные сигналы и вести буферизированную трансляцию по событиям или по запросу даже по крайне медленным каналам связи. Другими словами, встроенная видеоаналитика обеспечивает автономную работу камер и определяет приоритеты для избирательной передачи видео по каналу с низкой пропускной способностью. Управляемое видео как сервис (MVaS) – это один из самых актуальных трендов отрасли за рубежом, который еще не пришел в Россию. Согласно модели MVaS инфраструктура управления и хранения видео располагается на Интернет-серверах, а услуга видеонаблюдения предоставляется как сервис с абонентской платой [5]. Объем передаваемого видео от абонента на сервер лимитирован пропускной способностью исходящего канала, который обычно существенно меньше, чем у входящего. Также ограничены дисковые ресурсы на центральном сервере, обслуживающем большое число абонентов. Как уже было рассмотрено выше, встроенная видеоаналитика играет ключевую роль в системах с ограниченны-

ми ресурсами и позволяет создавать интеллектуальные системы видеонаблюдения различного назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *IP-камеры Smartec* (дата обращения: 12.11.14) (свободный доступ). URL: <http://www.smartec-cctv.ru/news/ip-cameras.htm>
2. *IP-камеры со встроенной функцией видеоаналитики* (дата обращения: 11.11.14) (свободный доступ). URL: <http://www.polyset.ru/article/st889.php>
3. *Стандарт и обзор ONVIF* Дата обращения: 16.11.14 (свободный доступ). URL: <http://synesis.ru/blog/article/standart-i-obzor-onvif-segodnya>
4. *Битва стандартов IP-камер: ONVIF против PSIA* URL: (дата обращения: 16.11.14) (свободный доступ). <http://www.seccom.ru/blog/136>
5. *ITV* (дата обращения: 16.11.14) (свободный доступ). URL: <http://www.itv.ru/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ СЕТИ КАФЕТЕРИЕВ «БУЛАНЖЕ»

И.А. Трубченинова, Т.Е. Евдокимова, студентки каф. ТУ

Научный руководитель В. А. Семиглазов, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, vadim.tusur@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1301 «Компьютерное моделирование бизнес-процессов»

Сегодня практически любая организация для продвижения своего товара или услуги использует рекламу. Это эффективный способ сообщить о новинках, акциях, привлечь новых клиентов и укрепить расположение старых. В современном обществе практически нигде не применяется математическое моделирование, и у нас есть уникальная возможность разработать собственную универсальную математическую модель и затем применять ее в своей деятельности будь то собственный бизнес или же оказание услуг сторонней организации.

Моделирование бизнес-процессов – это эффективное средство поиска путей оптимизации планирования производства, средство прогнозирования и минимизации рисков, возникающих на различных этапах реорганизации предприятия. В настоящее время для решения задач планирования используют методы математического моделирования, самыми распространенными из которых являются методы решения задач линейного программирования (ЗЛП). Метод линейного программирования предполагает нахождение оптимального решения экстремальных задач, имеющих линейную зависимость между переменными и критериями. Модель любой задачи линейного программирова-

ния включает следующие компоненты: целевая функция – уравнение, задающееся из условий задачи и приводимое к максимуму или минимуму, и ограничения.

Для разработки рекламной кампании нами были выбраны 6 основных видов рекламы: местное ТВ, реклама в транспорте, буклеты, пресса, реклама в Интернете, выступления (пиар-акции). Необходимо оценить эффективность каждого вида рекламы, выявить их минимальную стоимость и рационально распределить единицы рекламы и денежные средства на каждый вид.

Задача была решена с помощью надстройки «Поиск решений» в MS Excel.

Данные виды рекламы уже использовались предприятием в разное время. На базе результатов уже проведенных рекламных кампаний, социологических исследований, данных на сайтах рекламных агентств, маркетинговых исследований были проанализированы и вследствие чего выявлены эффективность каждого вида рекламы, размер аудитории, т.е. количество человек, которые увидят рекламу. Имея эти данные, можно вычислить эффективный размер аудитории, перемножив данные компоненты. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные по каждому виду рекламы

Параметры	ТВ	Буклет	Я-Директ	Печать	Презентация	Транспорт
Размер аудитории	15 601	2 000	50 000	41 330	1 200	450
Эффективность	0,008	0,02	0,002	0,001	0,035	0,01
Эффективный размер аудитории	125	40	100	41	42	5
Цена рекламы, \$ (с _j)	4885	2000	4000	900	650	150
Мак, кол. объемов (b2 _j)	30	10	30	4	12	60
Мин, кол. объемов (b1 _j)	7	2	10	1	4	20

Целевая функция для данной задачи будет выглядеть следующим образом:

$$Z = \sum d_j * x_j \rightarrow \max, \quad (1)$$

где d_j – эффективный размер аудитории – количество привлеченных клиентов; x_j – переменная.

Ограничения:

$$\begin{cases} b_j(\min) \leq x_j \leq b_j(\max); \\ \sum C_j * X_j \leq V; \\ M \leq 150000; \\ x_j \geq 0, \end{cases} \quad (2)$$

где b_j – количество объемов – количество единиц рекламы, использованных в рекламной кампании; c_j – цена рекламы – стоимость единицы рекламы; V – объем рекламной кампании; M – бюджет-средства для проведения рекламной кампании.

Введем данные в MS Excel и при помощи надстройки «Поиск решений» найдем неизвестные. Получаем: эффективный размер аудитории = 4198,25 чел. Оптимальное распределение единиц рекламы: местное ТВ – 16 ед., буклеты – 2 ед., реклама в Интернете – 12 ед., пресса – 4 ед., выступления (пиар-акции) – 12 ед., реклама в транспорте – 56 ед.

Выявляем, что основные средства будут направлены на рекламу на телевидении и рекламу в транспорте. Оставшиеся средства будут распределены по остальным видам рекламы.

Вычислим:

- затраты по рекламным носителям (L);
- минимальные затраты (K);
- привлеченное количество аудитории (N).

Используем следующие формулы:

$$L = C_j * X_j; \quad (3)$$

$$K = b_j * d_j; \quad (4)$$

$$N = X_j * d_j. \quad (5)$$

Получим следующие значения, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Затраты по видам рекламы

Затраты по рекламным носителям	73275	4000	52000	3600	7800	9000
Мин. затраты	34195	4000	40000	900	2600	3000
Привлеченные клиенты	1872,12	80	1300	165,32	504	270

Выявляем, что наиболее затратный вид рекламы – реклама на ТВ, а минимальный – реклама в печатной продукции. Однако стоит отметить, что и количество привлеченных клиентов также больше всего от рекламы на ТВ, а также от рекламы в Интернете.

Метод математического моделирования позволил разработать рекламную кампанию для реального предприятия, которая с учетом издержек является максимально эффективной.

Таким образом, данный метод дает возможность более точно рассчитывать необходимые показатели, сформировать целостную картину ситуации на предприятии и сориентировать руководителя при принятии управленческого решения, что позволяет улучшить качество работы организаций и обеспечить ее продвижение на рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варламова К.А.* Выпускная квалификационная работа на тему: «Оптимизация управленческих решений на производственном предприятии с целью сокращения издержек (на примере ООО «Сибирские цифровые приборы, СДД»)». Томск: ТУСУР, 2012. 114 с.
2. *Коваленок В.И.* Принятие управленческих решений: учеб. пособие. Томск: каф. ТУ, ТУСУР, 2012. 161 с.
3. *Семиглазов А.М., Семиглазов В.А.* Сборник задач по дисциплине «Компьютерное моделирование управленческих решений»: учеб. пособие. Томск: ТУСУР, 2012. 53 с.
4. *Кривошеева Ю.Е., Горева П.А., Морозова О.Н.* Отчет по дисциплине ГПО. Проект: ТУ-1402 «Компьютерное моделирование управленческих решений», направление: информационный менеджмент. Тема: Решение задач реального бизнеса на примере сети кафетериев «Буланже». Томск: ТУСУР, 2014. 38 с.
5. *Трубченинова И.А., Евдокимова Т.Е., Пляскина С.А.* Отчет по дисциплине ГПО. Проект: ТУ-1301 «Компьютерное моделирование бизнес-процессов». Направление: информационный менеджмент. Тема: Решение задач реального бизнеса на примере сети кафетериев «Буланже». Томск: ТУСУР, 2014. 42 с.

ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ TALGAT

А.В. Веселовский, студент каф. ТУ,

Евг.В. Лежнин, студент каф. АСУ

Научный руководитель С.П. Куксенко, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, weselalex93@mail.ru

Известно, что тестирование является неотъемлемой частью процесса разработки программного обеспечения (ПО). Так, внутреннее (альфа) и публичное (бета) тестирование, как показывает практика, занимает существенное время разработки ПО [1]. Не исключением является система компьютерного моделирования TALGAT [2].

Переход к гибким методологиям разработки ПО, сближение коллективов разработчиков и тестировщиков, а также создание автоматизированных средств тестирования и генерации сообщений о некорректной работе ПО позволяют существенно сократить время, затрачи-

ваемое на тестирование, и тем самым повысить качество и скорость разработки [3].

Цель данной работы – представить результаты процесса тестирования новой функциональности системы компьютерного моделирования TALGAT.

Для отработки генерации сообщений об ошибках, а также тщательного тестирования новой функциональности системы TALGAT группе студентов было выдано задание, связанное с исследованием произвольных отрезков печатной платы. Необходимо было построить поперечные сечения линий передачи, произвести расчет их матриц погонных параметров, а также получить временные и частотные отклики схемы и оценить перекрестные наводки.

Поперечные сечения линии передачи были созданы путем написания текстов программ, где были указаны все необходимые параметры: ширина проводников, расстояние между проводниками, относительные диэлектрические проницаемости сред. Далее была построена электрическая принципиальная схема и производился анализ перекрестных помех. Для этого к одному из проводников схемы подключался источник воздействия. Вид фрагмента полученной принципиальной схемы представлен на рис. 1.

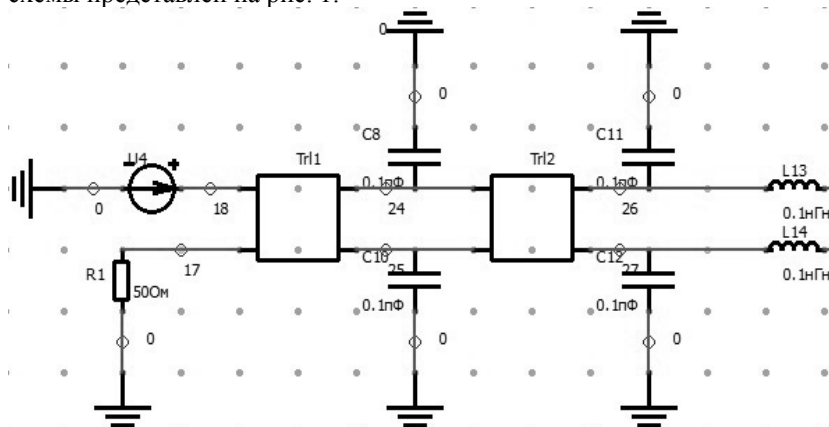


Рис. 1. Фрагмент принципиальной схемы печатной платы

В процессе выполнения работы студенты извещали разработчиков о всех выявленных ошибках, часть из которых приведена в таблице.

Все обнаруженные ошибки были исправлены. По результатам, данных тестов, были созданы и протестированы дополнительные средства: отправка сообщений об ошибках с помощью CrashRpt [4] и тесты на регрессионные ошибки [5].

Выявленные ошибки и их исправления

Ошибка	Причина	Исправление
В некоторых случаях происходит ошибка при генерации графика передаточного процесса	Заземлённые узлы схемы обрабатывались так же, как незаземлённые	Исправлено условие обработки заземлённых и незаземлённых узлов схемы
Попытка отмена объединения двух линий передачи вызывает системную ошибку	Структура организации истории операций некорректна	Исправлена структура организации истории операции. Добавлены классы множества совершенных добавлений элементов и их удалений. Добавлено действие по изменению значений переменных, привязанных к схеме
Отмена действия требует существенных временных затрат		
Изменение размер линии передачи и последующее нажатие ctrl+z вызывает ошибку в работе системы		
При перемещении какого-нибудь элемента на схеме система временно не отвечает на запросы	Автосохранение выполнялось независимо от наличия изменений	Автосохранение выполняется только при наличии изменений
После удаления линии передачи на ее месте невозможно разместить другую	Некорректное условие проверки размещения элемента на схеме	Исправлено условие проверки размещения элемента на схеме

ЛИТЕРАТУРА

1. Уиттакер Дж., Арбон Дж., Каролло Дж. Как тестируют в Google. СПб.: Питер. 2014.– 320 с.

2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013619615. TALGAT 2012. Авторы: Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т., Куксенко С.П., Заболоцкий А.М., Аширбакиев Р.И., Лежнин Е.В., Салов В.К., Лежнин Е.В., Орлов П.Е., Калимулин И.Ф., Суровцев Р.С., Комнатнов М.Е., Газизов Р.Р., Ахунов Р.Р. Заявка №2013617773. Дата поступления 29 августа 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

3. Кристин Л., Грегори Дж. Гибкое тестирование: практическое руководство для тестировщиков ПО и гибких команд.: Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2010. 464 с.

4. Лежнин Е.В. Средства автоматического формирования отчетов об ошибках системы TALGAT // Матер. докл. XX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР-2015» (с международным участием), Томск, 13–15 мая 2015 г. Томск: В-Спектр, 2015 (Наст. сб).

5. *Лежнин Ев.В.* Регрессионные тесты системы TALGAT // Матер. докл. XX Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР–2015» (с международным участием), Томск, 13–15 мая 2015 г. Томск: В-Спектр, 2015(Наст. сб).

ВИДЕОИДЕНТИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО РЕГИСТРАЦИОННОМУ НОМЕРНОМУ ЗНАКУ

В.В. Капустин, аспирант каф. ТУ,

Е.С. Жечев, А.В. Киселёва, студенты

г. Томск, ТУСУР, РТФ, geopath@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

Проблема идентификации автомобиля по регистрационному номерному знаку является важным аспектом контроля и обеспечения безопасности дорожного движения. Продукты видеоаналитики, способные решать данную задачу, востребованы в самых различных сферах. Примером могут служить автотранспортные предприятия, автомобильные стоянки, гаражные кооперативы, коттеджные поселки, заправочные станции, пункты контроля въезда на территорию объекта и т.п.

Когда мы говорим о системе автоматического распознавания номеров (License Plate Recognition, LPR), мы подразумеваем программный или аппаратно-программный комплекс, который реализует алгоритмы автоматического распознавания номерных знаков для регистрации событий, связанных с перемещением автомобилей.

Рассмотрим работу LPR-системы. Ключевые этапы распознавания автомобильного номера [1]:

1. Приведение исходного изображения к виду, который не зависит от условий регистрации изображения (степень освещенности, неравномерность распределения яркости от источников света, размытость, зашумленность и т.п.).

2. Выделение на полученном изображении «областей-кандидатов», потенциально содержащих пластину с номером.

3. Проведение детального анализа «областей-кандидатов» на основе формального представления масштабных характеристик номерной пластины и сокращение пространства для дальнейшего поиска.

4. Приведение к стандартному размеру графического изображения номерной пластины с коррекцией качества изображения.

5. Предварительное определение типа номерной пластины (в привязке к действующим стандартам).

6. Извлечение отдельных символов и их распознавание (анализ символов по ключевым характеристикам, не зависимым от масштаба, используемого шрифта, геометрических искажений и разрывов).

7. Уточнение результатов распознавания на основе информации о типе номера и по результатам из предыдущих кадров.

Результатом работы алгоритма является информация о проезде транспортного средства, содержащая строку с распознанным номером, стоп-кадр с наилучшим изображением транспортного средства (ТС), информацией о времени проезда автомобиля и т.п. (рис. 1).

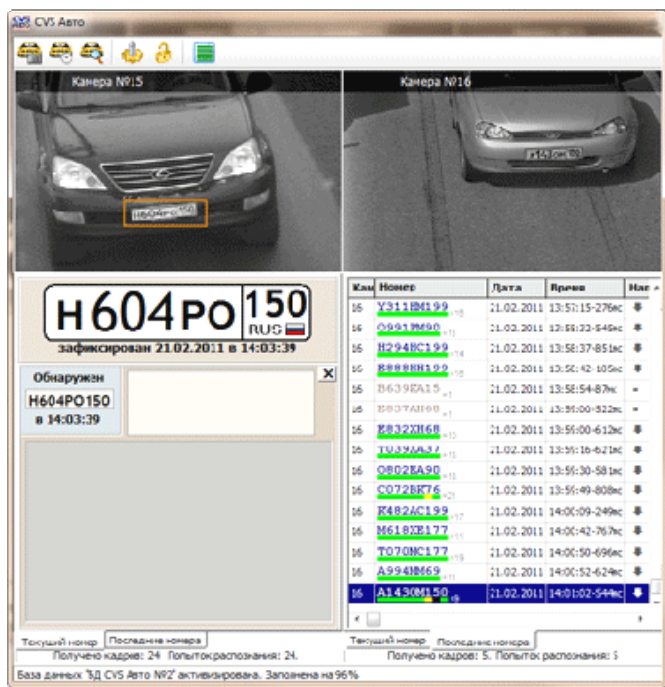


Рис. 1. Интерфейс программы распознавания номеров ТС

Создавая LPR-систему, стоит использовать совокупность нескольких методов, одним из которых является метод распознавания скелетных образов. Суть его состоит в том, что объект описывается как граф, узлами которого являются элементы входного объекта, а дугами – пространственные отношения между ними. Методы, реализующие подобный подход, обычно работают с векторными изображениями. Структурными элементами являются составляющие символ линии.

Чтобы получить хорошие результаты от алгоритма распознавания номеров, обработанные изображения должны содержать в себе номер-

ные знаки: с хорошим пространственным разрешением; с высокой четкостью; с высоким контрастом; в хороших условиях освещения; хорошей позиции и под правильным углом.

Но это в «идеале», а проблема состоит в том, чтобы приспособить систему к работе в течение 24 ч в сутки, 7 дней в неделю и при любых погодных условиях.

Для этих целей хорошо себя зарекомендовал метод Виолы–Джонса. Хотя метод был разработан и представлен в 2001 г. Полом Виолой и Майклом Джонсом, он до сих пор является основополагающим для поиска объектов на изображении в реальном времени [2].

В методе Виолы–Джонса основу составляют примитивы Хаара, представляющие собой разбивку заданной прямоугольной области на наборы разнотипных прямоугольных подобластей (рис. 2).

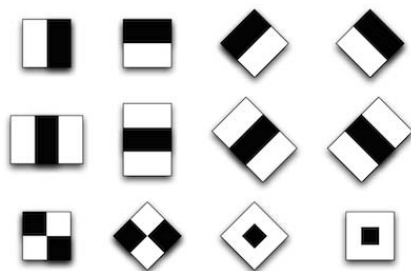


Рис. 2. Примитивы Хаара

Основные принципы, на которых основан метод, таковы:

- используются изображения в интегральном представлении, что позволяет вычислять быстро необходимые объекты;
- используются признаки Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта (в данном контексте, номерной знак);
- используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление) для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения;
- все признаки поступают на вход классификатора, который даёт результат «верно» либо «ложь»;
- используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найден искомый объект.

Изначально методика разрабатывалась и применялась в области разработки алгоритмов для детекции лиц, но ничего не мешает обучить алгоритм на поиск других предметов: автомобильный номер; запрещённые объекты на рентгене в аэропорту; опухоль на медицинских снимках [3].

Первый и очень важный шаг – необходимо создать обучающую выборку. Здесь можно пойти двумя путями: подать на обучение заранее составленную базу изображений (например, фотографии реальных номерных знаков) или же сгенерировать на основе одного эталонного объекта заданное количество случаев, после чего создать каскад классификаторов для имеющейся базы объектов.

Таким образом, для успешного распознавания автомобильных номерных знаков в сложных условиях (недостаточное освещение, загрязнение номера и т.д.) важно правильно обучить каскад классификаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Некоторые аспекты автоматического распознавания автомобильных номеров* (дата обращения: 18.02.15) (свободный доступ). <http://nordavind.ru/node/110>
2. *Работа каскада Хаара в OpenCV в картинках: теория и практика*. Дата обращения 11.02.15 (свободный доступ). <http://habbrahr.ru/company/recog-nitor/blog/228195/>
3. *В поисках НЛО. Детект объектов на изображении* (дата обращения: 15.02.15) (свободный доступ). <http://geektimes.ru/post/67937/>

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА ВРЕМЕННОЙ ОТКЛИК СВЯЗАННЫХ ЛИНИЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ

Н.А. Зырянова, студентка,

Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов, аспиранты

Научный руководитель Т.Р. Газизов, проф. каф. ТУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, 11natalia2011@mail.ru

При проектировании печатных плат (ПП) бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космических аппаратов (КА) особое внимание уделяется электромагнитной совместимости (ЭМС) [1]. Еще на этапе проектирования ПП нужно выявить критичные межсоединения, наиболее подверженные влиянию искажений из-за перекрестных связей в многопроводных межсоединениях. Наличие перекрестных связей ведет к появлению перекрестных наводок, инициируемых фронтом и спадом импульсного сигнала, проходящего по межсоединению. Поэтому актуально предварительное имитационное моделирование ЭМС бортовой РЭА КА. Часто моделирование межсоединений производится для граничных условий, соответствующих случаю, близкому к псевдосогласованию, что не соответствует реальным нагрузкам межсоединений печатных узлов бортовой РЭА, которые часто имеют низкоомное выходное и высокоомное входное сопротивления.

Цель работы – выполнить анализ влияния сопротивления нагрузок на форму и уровень перекрестных наводок в межсоединениях ПП бортовой РЭА КА. Для достижения поставленной цели необходимо: выбрать цепи на ПП бортовой РЭА, построить поперечные сечения отрезков цепей, построить схему включения линии и выполнить вычисление временного отклика на заданное воздействие для нескольких вариантов сопротивления нагрузок.

Для моделирования выбраны цепи последовательного интерфейса программирования процессора на ПП цифровой обработки сигнала системы автономной навигации (САН). В состав данного интерфейса входят три цепи (SPI_CLK, SPI_MISO, SPI_MOSI), наибольшую протяженность из них имеют только две (SPI_CLK и SPI_MOSI). Поэтому выполнен анализ взаимовлияний только этих цепей. На рис. 1 приведен вид данных цепей на ПП (SPI_MOSI – верхняя цепь, SPI_CLK – нижняя). Из рис. 1 видно, что выбранные цепи проходят на разных слоях ПП (Top, Signal, Bottom) и представлены в виде отрезков одиночных и связанных линий передачи, поэтому для каждого из отрезков выполнено построение поперечного сечения и вычислены матрицы погонных параметров в системе TALGAT [2].

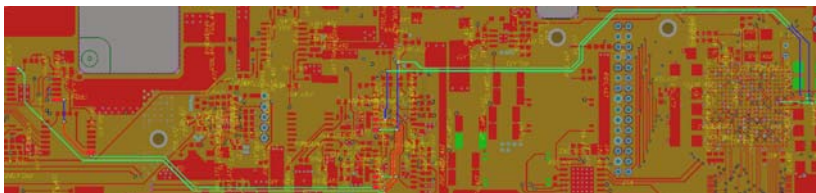


Рис. 1. Вид выбранных цепей на ПП цифровой обработки сигналов САН

При моделировании геометрические и электрические параметры линий передачи приняты равными реальным параметрам ПП. На рис. 2 приведен пример поперечного сечения цепей на слое Signal, где они представлены в виде связанной линии.

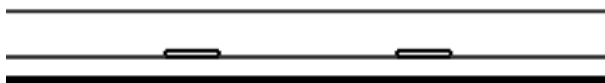


Рис. 2. Вид поперечного сечения цепей на слое Signal

При построении схемы включения выбранных цепей изгибы печатной дорожки учтены в виде емкости на землю (0,1 пФ), а переход линии на другой слой – в виде индуктивности (0,5 нГн). В качестве воздействия выбран импульсный сигнал с ЭДС 3 В, длительностями плоской вершины 12,5 нс, фронта и спада – по 6,25 нс. Сопротивления нагрузок выбраны сначала по 50 Ом.

Так как цепи не симметричны, то отдельно рассмотрены случаи, когда источник воздействия подключен к первому и ко второму проводникам. Однако различий между формами сигналов практически нет, поэтому на рис. 3 для примера приведены формы сигналов в начале и конце активного и пассивного проводников для случая, когда источник подключен к цепи SPI_MOSI.

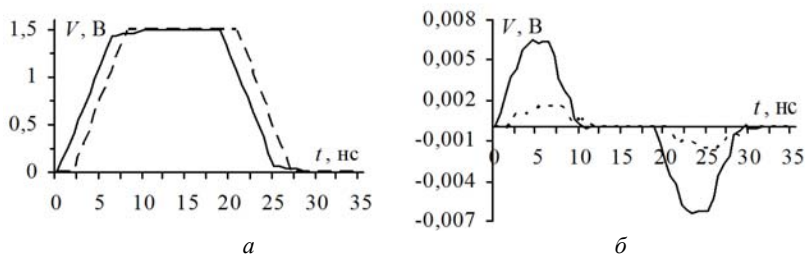


Рис. 3. Формы сигналов в начале (—) и конце (---) активного (а) и пассивного проводников (б) при нагрузках 50 Ом

Видно, что уровень перекрестных помех не превышает 0,5% от уровня сигнала в активной линии. Примечательно, что перекрестная помеха на дальнем конце от фронта сигнала имеет положительную полярность, а от спада – отрицательную. Изменение полярности (по сравнению с обычной микрополосковой линией) перекрестной помехи на дальнем конце можно объяснить преобладанием в отрезках цепей емкостной связи между проводниками. Также необходимо отметить, что уровень перекрестной помехи на ближнем конце выше, чем на дальнем.

Аналогичное моделирование проведено для случая, более близкого к реальному: сопротивления в начале линии приняты равными 10 Ом, а в конце – 1 кОм. На рис. 4 приведены формы сигналов в начале и конце активного и пассивного проводников.

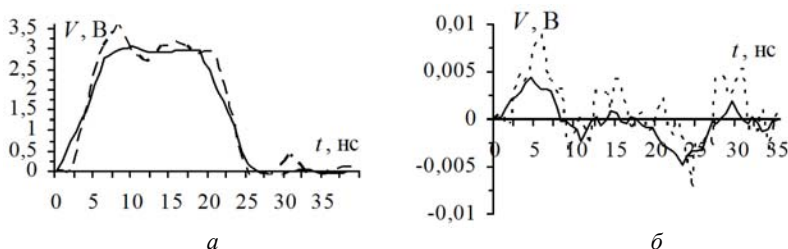


Рис. 4. Формы сигналов в начале (—) и конце (---) активного (а) и пассивного проводников (б) при 10 Ом в начале и 1 кОм в конце

Из рис. 4 видно, что сигнал в конце активной линии сильно искажен, уровень выброса достигает 20 % от уровня сигнала в активном проводнике. Эти искажения вызваны отражениями в линии. В отличие от случая, близкого к псевдосогласованию, из рис. 4 видно, что уровень перекрестной наводки на дальнем конце выше, чем на ближнем. Максимальный уровень составляет около 0,3% от уровня сигнала в активной линии.

Работа выполнена по договору от 16.11.2012 № 96/12 ТУСУРа и ОАО «ИСС» им. акад. М.Ф. Решетнева» в рамках реализации Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218, договор от 12.02.2013 г. № 02.G25.31.0042.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газизов Т.Р. Уменьшение искажений электрических сигналов в межсоединениях / Под ред. Н.Д. Малютина. Томск: Изд-во НТЛ, 2003. 212 с.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619615, TALGAT 2012 / Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. и др. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 авг. 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ КАМЕР

А.А. Балан, Н.Е. Аносинская, Т.П. Вегнер, студенты РТФ
Научный руководитель В.А. Шалимов, проф. каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, tu@tu.tusur.ru

Непрерывное улучшение основных характеристик телевизионных передающих камер, матричных систем видеонаблюдения, появление все более мощных и дешевых средств обработки больших массивов данных с высокой скоростью привели к интенсивному использованию видеоинформационных систем, таких как сотовые телефоны, планшетные компьютеры, видеорегистраторы, в различных областях науки и техники.

Для исследования спектральных характеристик ТВ-камер требуются источники излучения разного спектрального состава, в качестве которых выступают тест-изображения, выполнение на различных носителях. Однако временные характеристики тестовых изображений не стабильны и в качестве них в настоящее время можно использовать тестовые изображения на экранах монитора, но в этих изображениях из-за разброса параметров монитора нет привязки к эталонным сигналам, для формирования которых требуется довольно сложное оборудование (ГОСТ 21815.18–90) [1]. В рамках развития нашего ГПО мы

можем использовать современные многокристалльные светодиоды в качестве эталонных источников света [2]. Для оценки спектра полупроводникового источника света был введен параметр CRI – индекс цвета передачи, имеющего значение от 0 до 100. Значение 100 соответствует эталонному источнику – прямым солнечным лучам (в полдень 5500 К) или лампе накаливания (3200 К). При освещении источником света с CRI, равным 100, цвета передаются максимально точно. Современные светодиоды с CRI больше 85 обеспечивают спектр практически равноценный эталонному, в частности, светодиоды типа Le-Engine имеют CRI95–98.

На кафедре телевидения и управления (ТУ) в работе группового проектного обучения [3] проводились исследования координатных искажений цветных телевизионных камер, где была затронута экспериментальным путем немаловажная тема – оценка спектральных характеристик цветных ТВ-передающих камер. В ходе исследования были сделан вывод о возможности использования тест-изображения монитором в качестве источника излучения различного спектрального состава. Для того чтобы повысить точность оценки спектральных характеристик, мы предлагаем использовать светодиодный осветитель в качестве эталонного источника, позволяющего нормировать выходной сигнал ТВ-видеокамеры по уровню белого. Схема разработанного нами устройства представлена на рис. 1.

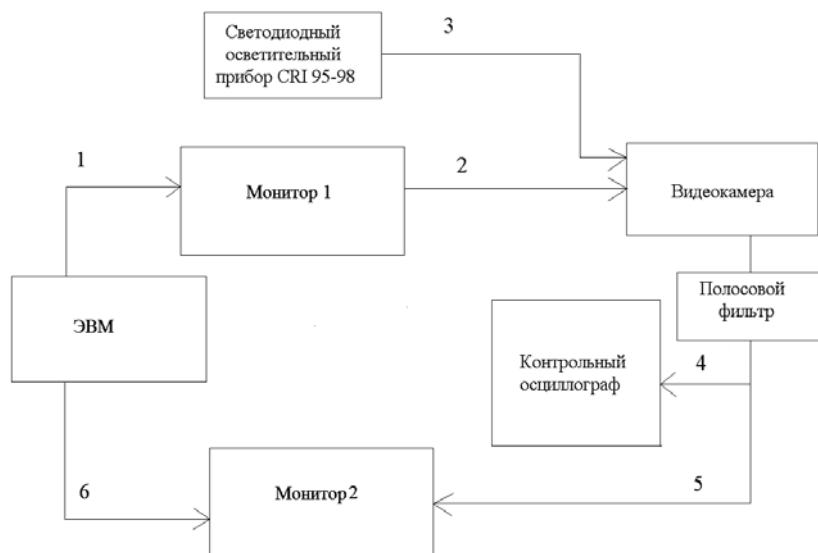


Рис. 1. Структурная схема для проведения эксперимента

Структура работы следующая: включаем светодиодный источник излучения и фиксируем с помощью осциллографа сигнал на выходе ТВ-камеры, после этого выключаем светодиодный источник, включаем монитор в качестве осветителя и с помощью яркости экрана формируем на выходе видеокамеры такую же амплитуду выходного сигнала. На следующем этапе, оставляя прежнюю яркость белого сигнала, мы можем с помощью ЭВМ формировать на экране монитора последовательность полос любого спектрального состава, при этом амплитуда сигнала на выходе видеокамеры будет четко привязана к уровню белого, тем самым демонстрируя спектральную чувствительность данной видеокамеры к различным цветам. На рис. 2 представлены цветные тест-изображения для оценки спектральной чувствительности: бело-зелено-черное (*а*), бело-красно-черное (*б*), бело-сине-черное (*в*), цветные полосы (*г*).

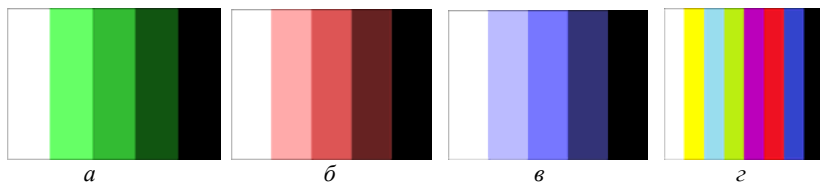


Рис. 2. Цветные тест-изображения для оценки спектральной чувствительности

Поскольку выходной сигнал видеокамеры мы можем подавать на второй монитор, то изображение, формируемое на его экране, по сравнению с эталонным показывает уровень искажений ТВ-камеры в различных частях спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 21815.18–90. Преобразователи электронно-оптические. Метод измерения пространственной частотно-контрастной характеристики* / Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам. Москва. БЗ 12-90/998.
2. *Климов А., Соколов А. Многокристалльные светодиоды для осветительных приборов в кинематографе* // MediaVision. 2015. Февраль
3. *Скачкова О.С., Скачкова Ок.С. Исследование координатных искажений: Отчет по групповому проектному обучению 2014 г.*

ОЦЕНКА ПЕРЕКРЕСТНЫХ НАВОДОК В МНОГОПРОВОДНОМ МЕЖСОЕДИНЕНИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ

А.О. Белоусов, студент,

Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов, аспиранты

Научный руководитель Т.Р. Газизов, проф. каф. ТУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф ТУ, ant1lafleur@gmail.com

Моделирование электромагнитной совместимости (ЭМС) бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космического аппарата (КА) является одним из важных этапов при проектировании различных функциональных узлов бортовой РЭА. В связи с увеличением верхней граничной частоты спектра используемых сигналов и неуклонным ростом степени интеграции бортовой РЭА КА все больше внимания акцентируется на обеспечении целостности сигналов (ЦС) в ПП [1]. Известна методика моделирования ЦС в межсоединениях ПП бортовой РЭА КА [2]. Методика позволила оценить уровень перекрестных наводок на пассивных проводниках многопроводного межсоединения во временной области. Однако не было выполнено аналогичное моделирование в частотной области. Между тем частотный отклик позволяет получить зависимость коэффициента передачи в активном проводнике межсоединения и оценить уровень перекрестной наводки на пассивных проводниках.

Цель работы – оценка перекрестных наводок и коэффициента передачи в межсоединении реальной ПП бортовой РЭА КА.

Для моделирования выбрана пятипроводная линия, имеющая значительную протяженность по длине на реальной ПП радиоприемного устройства (РПУ) системы автономной навигации (САН) КА (рис. 1).

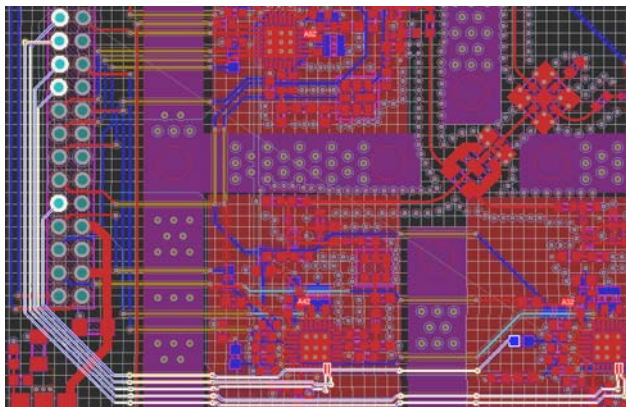


Рис. 1. Вид пятипроводной линии на ПП РПУ САН

Из рис. 1 видно, что линия передачи проходит на разных слоях ПП (Top, Bottom и GND) и на разных участках представлена в виде отрезков одиночных, связанных и пятипроводных линий. Поэтому выполнено построение поперечного сечения и вычисление матриц погонных параметров для каждого из случаев.

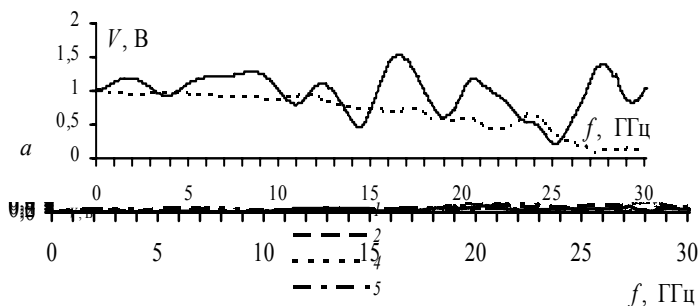
На рис. 2 приведен пример поперечного сечения линии на слое Bottom, построенный в системе TALGAT [3]. При моделировании линий передачи ее параметры приняты равными реальным геометрическим и электрическим параметрам ПП бортовой РЭА КА.



Рис. 2. Вид поперечного сечения пятипроводной трассы на слое Bottom

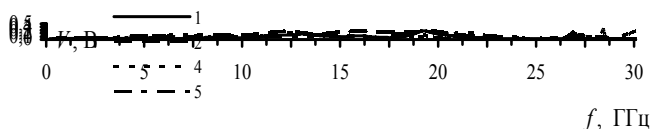
Также необходимо отметить, что линия неоднородна по длине (переход с одного слоя на другой и изгиб проводника), поэтому при построении схемы включения выполнен учет неоднородностей в виде последовательной индуктивности величиной 0,5 нГн (для учета перехода трассы с одного слоя на другой) и емкости «на землю» величиной 0,1 пФ (для учета изгиба проводника).

Для оценки перекрестных помех и коэффициента передачи выполнено вычисление частотного отклика на гармоническое воздействие амплитудой 2 В при последовательном перемещении источника воздействия по проводникам 1–5 в диапазоне частот от 10 МГц до 30 ГГц с шагом 10 МГц. В качестве примера на рис. 3 показаны зависимости для случая, когда источник воздействия подключен к центральному проводнику линии (проводник 3), а все крайние проводники являются пассивными (проводники 1, 2, 4, 5).



б

Рис. 3 (начало)



6

Рис. 3 (окончание). Частотные отклики: в начале (—) и конце (---) активного проводника (а); на ближнем (б) и дальнем (в) концах пассивных проводников

Из рис. 3 видно, что наводка на ближнем конце пассивных проводников имеет больший уровень, чем на дальнем. Также видно, что на некоторых частотах наводка может достигать нескольких десятков процентов от уровня сигнала в активной линии. Первый максимум составляет около 20% от уровня сигнала в активной линии и наблюдается на частоте около 1,5 ГГц.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-29-09254.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газизов Т.Р. Уменьшение искажений электрических сигналов в межсоединениях / Под ред. Н.Д. Малютина. Томск: Изд-во НТЛ, 2003. 212 с.
2. Суровцев Р.С. Методика предварительного моделирования целостности сигналов в межсоединениях печатных плат бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата в системе TALGAT // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2013. № 3 (29). С. 165–169.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619615. TALGAT 2012 / Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. и др. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 авг. 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ ДЛЯ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА ОБЪЕКТА

В.В. Капустин, аспирант каф. ТУ,

К.Д. Бондаренко, В.Д. Шувалов, студенты

г. Томск, ТУСУР, РТФ, kirill_006@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

В числе разнообразных применений видеонаблюдения системы видеоконтроля периметра стоят обособленно – в силу специфики решаемых задач, а следовательно, и специфики используемых для этого технических решений.

Понятие периметра, в привязке к системам безопасности, подразумевает под собой защитное ограждение какой-либо территории. Как

правило, ограждение имеет достаточно большую протяженность – сотни и даже тысячи метров.

Главная задача, возлагаемая на систему видеоконтроля периметра, – зафиксировать факт проникновения нарушителя на защищаемую территорию [1].

Для того чтобы эффективно контролировать периметр на всем его протяжении, как правило, необходимо применить схему расстановки видеокамер, показанную на рис. 1.

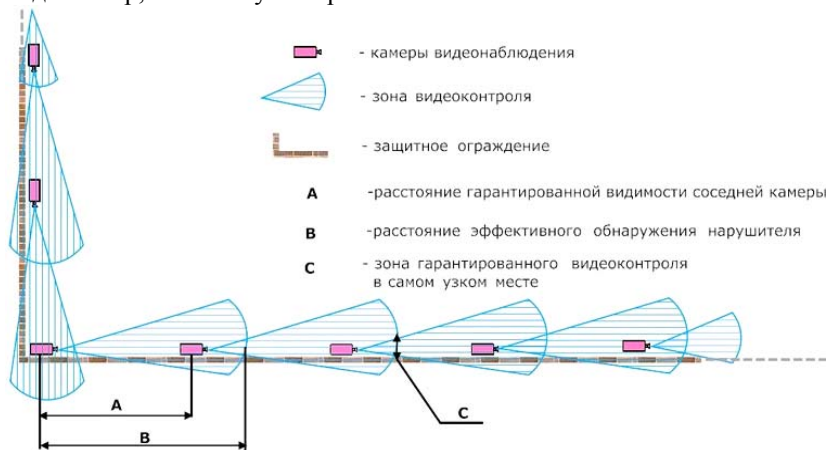


Рис. 1. Схема расположения видеокамер

Главное условие, чтобы передняя видеокамера попадала в зону видимости задней, тогда можно гарантировать, что видеосистему не повредят и камеры не снимут нарушители. Фокусные расстояния объективов и расстояния A, B и C задаются при проектировании.

Основными задачами, решаемыми системами видеонаблюдения территориально-распределенных объектов и сооружений, являются процессы обнаружения, распознавания и идентификации объектов, которые являются вероятностными.

Для обеспечения вероятности решения задач, стоящих перед системой видеонаблюдения, близкой к единице, необходимо обеспечить критический (минимально видимый) размер объекта не менее: 6 элементов (пикселей) при обнаружении; 18 – при распознавании; 36 элементов при идентификации. В США была разработана Национальная шкала оценок интерпретации изображений NIIRS, которая насчитывает 10 уровней, получаемых при визуальном наблюдении [2].

На самом деле существуют различные национальные стандарты по видеонаблюдению, которые определяют, при каких условиях будут возможны обнаружение, распознавание и идентификация объектов.

Согласно стандарту AS 4806 (национальный стандарт Австралии) если в качестве объекта наблюдения мы берем человека, а установленная система видеонаблюдения имеет разрешение не менее 400 ТВ-линий (большинство из них будут иметь около 460 ТВ-линий и более), то рекомендованы следующие минимальные размеры объекта [3]:

1. Для идентификации человека (незнакомого) он должен занимать не менее 100% высоты экрана. При этом предполагается, что лицо человека (голова) составляет примерно 15% высоты человека. Если используется оцифрованное изображение, то голова должна занимать не менее 90 пикселей по высоте, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

2. Для распознавания человека (знакомого) человек должен занимать не менее 50% высоты экрана. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 288 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

3. Для обнаружения нарушителя человек должен занимать не менее 10% высоты изображения. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 60 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

4. Для наблюдения за толпой человек должен занимать не менее 5% высоты изображения. Если используется оцифрованное изображение, то высота человека должна составлять не менее 30 пикселей, прежде чем будет применен алгоритм сжатия изображения.

Ведущие корпорации-производители современных видеокамер также формулируют требования к параметрам систем видеонаблюдения, исходя из критических размеров видимых объектов, достаточных для решения задач комфортного наблюдения оператором и видеоаналитики.

В частности, компания AXIS COMMUNICATIONS [4] приводит сведения, по которым возможно определить параметры системы видеонаблюдения периметра при заданной разрешающей способности видеокамеры (табл. 1 и 2).

Таблица 1

**Занимаемая высота кадра в процентах
для определения человека системой видеонаблюдения**

Категория	576 p (PAL)	1080 p	720 p
Идентификация	100	38	56
Распознавание	50	19	28
Наблюдение	25	10	14
Обнаружение	10	4	6
Монитор	5	2	3

Таблица 2

**Необходимое разрешение для определения лица человека
системой видеонаблюдения**

Операционные требования	Число пикселей по горизонтали (лицо)	Число пикселей / см
Идентификация (в сложных условиях)	80 пикс./лицо	5 пикс./см
Идентификация (в благоприятных условиях)	40 пикс./лицо	2,5 пикс./см
Распознавание	20 пикс./лицо	1 пикс./см 1,25 пикс./см
Обнаружение	4 пикс./лицо	≈ 0,2 пикс./см 0,25 пикс./см

Таким образом, для обнаружения нарушителя ростом 180 см необходимое минимальное разрешение фигуры человека в кадре должно быть 0,33 пикс./см. Для камеры с разрешением 1920×1080 пикселей вертикальный охват зоны наблюдения должен быть не более 30 м, а горизонтальный – не более 53 м (соотношение сторон 16:9).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Видеонаблюдение* для охраны периметра (дата обращения: 05.02.15) (свободный доступ). http://hi-fi-protect.zp.ua/videonabludenie_reshenija_perimetr.html
2. *Тарасов В.В., Якушников Ю.Г.* Информационные системы «смотрящего» типа. М.: Логос, 2004. 444 с.
3. *Дамьяновски В.* CCTV. Библия видеонаблюдения. Цифровые и сетевые технологии / Пер. с англ. М.: ООО «Ай-Эс-Эс Пресс», 2006. 480 с.
4. *Идеальный подсчет пикселей* (дата обращения: 05.03.15) (свободный доступ). http://www.axis.com/ru/academy/pixel_count/into_ip.htm

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ НА ЖИВЫЕ ТКАНИ

А.В. Бусыгина, ассистент, М.Е. Комнатнов, аспирант

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, bav@tu.tusur.ru

В настоящее время человек подвержен воздействию многих техногенных факторов. Одним из весьма важных факторов является воздействие электромагнитных полей (ЭМП), уровень которого вследствие развития техники и технологий в последние десятилетия возрос. Установлено, что ЭМП влияют на биохимические, физиологические и функциональные процессы, протекающие в живых организмах, поэто-

му переоценить важность этого фактора для человека невозможно [1]. Дальнейшее изучение воздействия ЭМП будет способствовать разработке новых наукоемких технологий, позволяющих улучшить качество жизни человека.

Одним из перспективных направлений развития медицинской науки являются нейрокомпьютерные технологии (мозговые имплантаты), позволяющие человеку восстанавливать утраченные функции либо совершенствовать имеющиеся. Развитие данной области невозможно без изучения особенностей взаимодействия тканей мозга и мозговых имплантатов, а также процессов и явлений, влияющих на это взаимодействие [2].

Существуют медицинские приборы, имплантируемые в организм человека, например кардиостимуляторы, работу которых также можно усовершенствовать, изучив различные действующие на них явления и процессы, в том числе воздействие ЭМП [3]. Также необходимо глубокое изучение механизмов биологических эффектов ЭМП, в связи с чем актуальна разработка методов и устройств для исследования и испытаний по воздействию ЭМП на органические и живые ткани [4].

Разрабатывается устройство для испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС) – «Климатическая экранированная ТЕМ-камера», с помощью которой возможно будет проводить совместные испытания на климатические и электромагнитные воздействия и эмиссии небольших электрорадиоизделий [5]. В силу своей специфики, совмещения климатических и электромагнитных факторов актуально её применение для биомедицинских исследований [4]. Однако ее конструкция не позволяет визуальный контроль результатов влияния указанных факторов на исследуемый объект. Между тем такая возможность даст новое качество в оценке результатов воздействия.

Цель работы – разработать предварительную конструкцию устройства для климатической экранированной ТЕМ-камеры, при помощи которой возможно будет проводить биомедицинские исследования по воздействию климатических и электромагнитных факторов на живые ткани с визуальным контролем.

Структурная схема устройства, позволяющего проводить подобные биомедицинские исследования, приведена на рис. 1.

Принцип работы устройства (см. рис. 1) для биомедицинских исследований заключается в следующем. Объект, например живая ткань, помещается в чашу Петри 1. После закрытия двери климатической экранированной ТЕМ-камеры объект находится внутри ТЕМ-ячейки 2. Световодом бокового свечения 3 от внешнего источника света 4, через оптоволоконный кабель 5, который вводится в камеру через угловое отверстие (обеспечивая минимальный изгиб) в испытательном столе,

подсвечивается стенка чаши Петри. Световой поток, подсвечивая объект исследования в чаше Петри, проходит через экранирующее стекло 6, попадая на короткофокусную оптическую систему 7, содержащую группу линз. Сфокусированное изображение через волноводный ретранслятор 8 попадает на КМОП матрицу 9 и сигнальный процессор 10. Оцифрованный сигнал выводится на ведущий процессор камеры 11, где обрабатывается и выводится на дисплей камеры или поступает на видеовыход высокого разрешения 12. На вход климатической экранированной ТЕМ-камеры от генератора подводится сигнал заданной формы и амплитуды, который возбуждает в ТЕМ-ячейке поперечную составляющую электрического поля, воздействующего на исследуемый объект. Датчиком электрического поля 13 измеряется амплитуда напряженности электрического поля непосредственно возле чаши Петри. Значение амплитуды подается на ведомый микроконтроллер 14 через логарифмический усилитель 15 или непосредственно на вход измерительного приёмника 16. При необходимости к живым исследуемым объектам могут подводиться питательные вещества 17 через трубку 18.

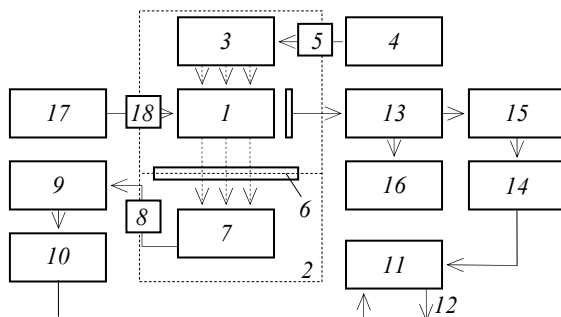


Рис. 1. Структурная схема устройства для биомедицинских исследований в климатической экранированной ТЕМ-камере

Макет предварительной конструкции испытательного стола (рис. 2) для биомедицинских исследований в климатической экранированной ТЕМ-камере показан на рис. 2.

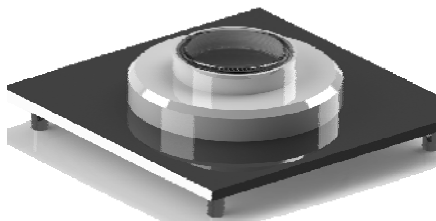


Рис. 2. Внешний вид испытательного стола для биомедицинских исследований

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания № 8.1802.2014/К Министерства образования и науки РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Карташев А.Г.* Основы электромагнитной экологии: учеб. пособие / А.Г. Карташев, М.А. Большаков. М., 2012. 216 с.
2. *Ahmed Al-Kalbani, M.R. Yuce, and J.-M. Redouté.* Electromagnetic Interference in Brain Implants Using Multiple Coils: Biosafety and Data Communication Performance // IEEE Transactions on Electromagnetic compatibility. 2014. Vol. 56, № 2. Apr. P. 490–493.
3. *Bieth F., Schunck T., Pinguet S., and Delmote P.* Pacemaker Exposure to High-Power Microwave Ultrawideband Radiation // IEEE Transactions on Electromagnetic compatibility. 2014. Vol. 56, № 4. Aug. P. 964–969.
4. *Komnatnov M.E., Gazizov T.R.* Environmental Shielded TEM Chamber for Biomedical Testing // Proc. of the IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on RF and Wireless Technologies for Biomedical and Healthcare Applications (IMWS-BIO). London, 2014. Dec. P. 1–4.
5. *Комнатнов М.Е., Газизов Т.Р.* Камера для совместных климатических и электромагнитных испытаний электронных компонентов // Техника радиосвязи. Омск. 2014. № 3 (23). С. 84–91.

СОВРЕМЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

В.И. Чернявская, студентка

*Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, chernyavskaya_vi@mail.ru*

*Проект ГПО ТУ-1401 «Инновационные методы организации
сервисной деятельности»*

В настоящее время персонал рассматривается как основной ресурс любой организации, поэтому от грамотного управления персоналом зависит эффективность работы предприятия.

В современных условиях специалисты рассматривают менеджмент как сложное явление, которое отражается практически на всех сторонах жизни общества. Также, как известно, существуют многочисленные теории организации и управления, но ни одна из них не может рассматриваться как универсальная. Однако во всем многообразии существующих подходов есть единая связующая идея, которая дает основания говорить, что в центре всех современных концепций стоит человек.

На зарубежных предприятиях человек рассматривается как наивысшая ценность. Развитие и распространение этой концепции, кото-

рая получила название концепции управления человеческими ресурсами, превратились в важнейшую тенденцию.

В последнее время практика управления персоналом включает в себя разные модели управления: американская, японская, западноевропейская и российская. Далее в статье будут рассмотрены особенности двух доминирующих противоположных подходов: японского и американского и их применение в российском менеджменте.

На сегодняшний день японская модель менеджмента является наиболее эффективной во всем мире.

Каждая японская фирма имеет свою корпоративную культуру, упор в которой делается на гармонию и сотрудничество. Японский стиль управления базируется на убеждении, а не на принуждении, задача начальника здесь не руководить работой, которую выполняют работники, а оказывать им поддержку, способствовать их взаимодействию и таким образом формировать гармоничные отношения в коллективе. При данном подходе руководитель должен уметь совмещать в себе как формального лидера, так и неформального [1–3].

Одна из самых отличительных особенностей японского менеджмента – это система пожизненного найма, которая предполагает наем работника сразу после окончания им учебного заведения и сохранение за ним места в компании вплоть до его ухода на пенсию. Если работник сам покидает организацию или же его увольняют, это серьезно сказывается на его дальнейшей карьере. Таким образом, психология данной системы заключается в том, что работник не переходит из одной организации в другую, а работает на благо своей компании. К тому же имеет место такой факт, как уверенность в завтрашнем дне.

Таким образом, для японской модели менеджмента характерно не только переплетение интересов организации и работника, а также атмосфера равенства.

Совершенно иная модель управления сложилась в США. Главное отличие американской модели менеджмента от японской заключается в том, что вся управленческая деятельность в американских компаниях основывается на инициативе, индивидуальной ответственности и индивидуальной карьере. Все цели имеют краткосрочный характер, так как управленческие решения принимают, как правило, конкретные лица.

Отношения с подчиненными в американской модели являются рабочими и формальными, тогда как в японской – личными и неформальными.

Также в американской модели нет места долгосрочной занятости, работник в любой момент может покинуть организацию, если найдет более перспективную должность, а оплата труда связана с индивиду-

альными заслугами работника в отличие от японской модели, в которой оплата труда зависит от возраста, стажа и показателей деятельности всего коллектива.

Таким образом, сравнительный анализ двух моделей показывает, что роль менеджмента во многом зависит от психологических и социально-культурных факторов, которые специфичны для каждой страны. Тем не менее в последнее время американцы стараются перенести не-который положительный опыт Японии на свои предприятия.

Что же касается российского менеджмента, то, по мнению А.П. Егоршина, его специфика проявляется в стиле управления, культуре организации, роли и месте трудового коллектива в управлении, жизненном опыте и профессионализме руководителя и негативных явлениях в управлении [2]. Главная проблема заключается в том, что Россия не имеет конкретного стиля управления как такового, а существует лишь экономика переходного периода, оставшаяся еще с советских времен. По мнению автора, российскому обществу необходимо обратить внимание на зарубежный опыт управления персоналом и позаимствовать некоторые положительные моменты. Главная задача, которая стоит на сегодняшний день перед российским менеджментом, – избавление от изживших себя стереотипов поведения управленческих структур, то есть управленческая деятельность должна быть ориентирована на конечный результат.

Например, в России нет такого понятия, как «пожизненный найм», тем не менее для многих работников характерна продолжительная трудовая деятельность на одном предприятии. Прежде всего это связано с низкой миграцией населения и небольшим количеством предприятий во многих регионах России. Немаловажная роль здесь отводится родственным связям.

Однако в Японии пожизненный найм существует не только за счет низкой миграции. Большое значение здесь отводится заинтересованности работников в максимально продолжительной работе на одном и том же предприятии.

Таким образом, для того чтобы российские предприятия эффективно функционировали, их руководителям необходимо создавать условия для долгосрочной занятости сотрудников [1].

Кроме того, в условиях долгосрочного найма на российских предприятиях целесообразно внедрять систему кадровой ротации. Работники российских предприятий вынуждены в течение многих лет работать на одном рабочем месте, что снижает их интерес к работе, подавляет инициативу и препятствует профессиональному росту. Введение системы ротации позволит работникам российских организаций не только избежать однообразной работы в течение длительного периода,

но и будет способствовать их профессиональному росту, а также позволит им получить представление о различных аспектах деятельности предприятия и действовать именно в интересах всей компании.

Еще одно направление формирования российского менеджмента состоит в разработке и внедрении мероприятий по совершенствованию основных элементов управления: форм разделения и кооперации труда, нормирования труда и его оплаты, механизации и автоматизации труда работников управления, информационных технологий и делопроизводства, рабочих мест и условий труда, методов управления и др. [4–6].

Эффективная система управления должна обеспечить конкурентные преимущества организации: прогнозируемость финансового результата, стабильность и др. Таким образом, многое для обеспечения внедрения в жизнь вышеперечисленных направлений развития российского менеджмента может быть позаимствовано из опыта японских менеджеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуревич Е.А.* О возможности прямого заимствования опыта японского менеджмента в России // Финансовый менеджмент. 2001. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://dis.ru/library/detail.php?ID=22463>
2. *Егоршин А.П.* Управление персоналом: учеб. пособие / А.П. Егоршин. Н. Новгород: НИМБ, 2001.
3. *Зайкина К.А., Юнусбаева В.Ф.* Формальные и неформальные методы управления персоналом как способ повышения производительности в коллективе [Электронный ресурс] // Электронное научно-практическое периодическое издание «Экономика и социум». 2014. Вып. № 2(11), апрель–июнь. / [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: [http://iupr.ru/domains_data/files/zur-nal_11/Zaykina%20K.A.%20\(sovremennye%20tehnologii%20upravleniya%20or-ganizaciyay\).pdf](http://iupr.ru/domains_data/files/zur-nal_11/Zaykina%20K.A.%20(sovremennye%20tehnologii%20upravleniya%20or-ganizaciyay).pdf)
4. *Кузнецова А.Р., Ягафарова В.А.* Образование как ключевой фактор повышения конкурентоспособности страны // Высшее образование сегодня. 2013. № 1. С. 31–33.
5. *Кузнецова А.Р., Кадыров Э.М.* Основные социально-экономические индикаторы развития системы образования в России и в мире // Высшее образование сегодня. 2013. № 3. С. 18–21.
6. *Словарь бизнес-терминов* [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://dic.academic.ru/contents.nsf/business>

СИСТЕМЫ ПОДСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ПОСЕТИТЕЛЕЙ

А.Е. Денисова, Р.Р. Хажибеков, студенты

Научный руководитель М.И. Курячий

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ Denisova-A94@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

В современном мире счетчики посетителей – необходимое оборудование для торгового предприятия, успех которого зависит от количества посетителей. Для администрации любых торговых центров и сетевых магазинов важной задачей является учёт посетителей, понимание направлений и анализ движения их потоков. Используя системы подсчёта посетителей, можно легко получать достоверную информацию, необходимую для успешной работы любого торгового объекта.

Иногда важно определить направление движения посетителей, однако чаще всего системы ограничиваются разделением проходящих людей на два класса: входящие и выходящие. Точность подсчета напрямую зависит от совершенства используемой технологии. Система подсчета, как правило, устанавливается на входе в помещение, позволяя следить за общим числом посетителей. В устройствах для подсчета посетителей используются различные технологии: такие как инфракрасные лучи, тепловидение, лазерное сканирование, компьютерное зрение, 3D-сканирование.

Термокамера представляет собой точный счётчик, так как может отслеживать траекторию движения человека. Устройство работает по принципу тепловидения. Сенсор камеры реагирует на температуру человека по отношению к окружающему фону, что позволяет отследить траекторию движения посетителя. Термокамера является вертикальным счётчиком посетителей и может устанавливаться на достаточно большую высоту. При помощи термокамеры можно считать посетителей в проходах любой ширины, для увеличения зоны детекции устанавливаются несколько термокамер, связывая их в один узел (вид изображения представлен на рис. 1).

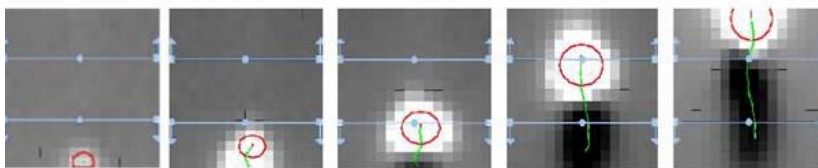


Рис. 1. Вид изображения с термокамеры

Инфракрасный сенсор со встроенным модулем аналитики так же, как термокамера, устанавливается вертикально над входными группами

ми. Сенсоры счётчика испускают инфракрасные лучи, которые отражаются от пола. Посетитель идентифицируется в момент пересечения лучей сенсоров. Счётчик посетителей магазина обладает высокой точностью. В отличие от аналогов, называемых рампами, сенсор считает одинаково верно людей с разной шириной плеч, идущих под руку, движущихся в разных направлениях. Модели представлены на рис. 2 [1, 2].



Рис. 2. Вертикальный инфракрасный сенсор для узких проходов

В настоящее время на рынке присутствуют системы подсчета посетителей с программной обработкой данных и без обработки данных. В счетчиках без программной обработки информация о посещаемости отображается на дисплеи в виде цифр, или суммы посещений в течение дня. В системах с программной обработкой информация о посещении передается на компьютер, ноутбук или сразу в Интернет, где в дальнейшем обрабатывается и визуализируется.



Рис. 3. Счетчики посетителей без компьютерной обработки данных о посещаемости

Система подсчета без компьютерной обработки представляет собой замкнутую систему, только на одну точку подсчета. Работает автономно. Данные о посещаемости в течение дня выводятся на дисплей в виде цифр (рис. 3). Система не предоставляет общей картины динамики посещений в течение дня, также невозможно объединить данные со всех точек подсчета воедино. Показания выводятся на вынесенный рядом блок в виде цифр, эти показания могут увидеть конкуренты, посетители или обслуживающий персонал.

Система подсчета с компьютерной обработкой данных представляет открытую для расширения систему с возможностью подключения множества точек в одну сеть. Данные о посещаемости накапливаются и автоматически синхронизируются с общим объемом данных через

сеть Интернет. Возможно объединение данных о посещениях в программе со всех точек с возможностью дальнейшего анализа. Если на объекте подсчета не установлен компьютер, то имеется возможность установить систему в автономном режиме и собирать данные посредством ноутбука, подключаясь, например, к счетчикам раз в месяц. Показания выводятся в графическом интерфейсе программы, с автоматическим суммированием всех требуемых данных, за любой период времени (рис. 4). Если настроена передача данных через Интернет, то все заинтересованные лица могут в свободной форме следить за посещаемостью своих точек и на основе обработанных данных применять свои маркетинговые стратегии [3].

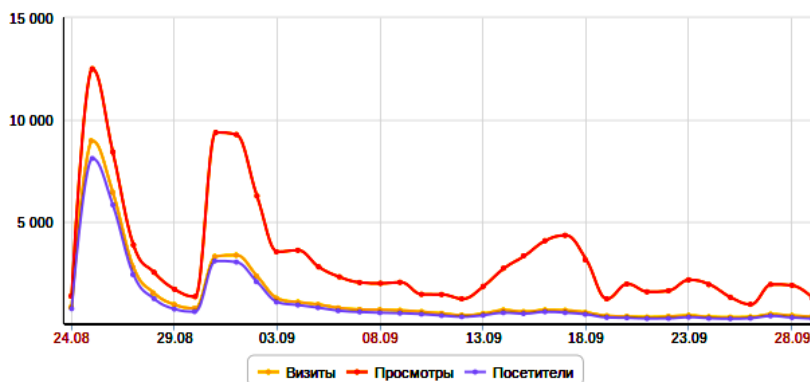


Рис. 4. Счетчики посетителей с компьютерной обработки данных о посещаемости

Данные о посещениях в системе с обработкой данных недоступны конкурентам, обслуживающему персоналу и посетителям. Имеется возможность обмена данными. В системе с обработкой данных информация консолидируется со всех точек подсчета и накапливается в компьютере или ноутбуке. Динамически просчитывает все необходимые значения. Системы без компьютерной обработки неудобны из-за того, что постоянно приходится вручную собирать и обрабатывать данные, такие системы в дальнейшем забываются, так как постоянно записывать ежедневные показания со счетчиков трудоемко. Разница в стоимости составляет примерно 20–30% между двумя типами системы, но зато системы с компьютерной обработкой данных позволяют наглядно визуализировать динамику посещений в течение дня.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Видеоаналитика* <http://synesis.ru/technology/videoanalitika> (дата обращения: 26.02.15) (свободный доступ).

2. *Системы* подсчета посетителей <http://tomsk.kkm.ru/shop/anti-steal/sistema-podscheta-posetiteley/> (дата обращения: 1.03.15) (свободный доступ).

3. *Оборудование* для подсчета посетителей <http://www.antivor.ru/rstat/oborudovanie> (дата обращения: 3.03.15) (свободный доступ).

СОВРЕМЕННЫЕ НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОТБОРА ПЕРСОНАЛА

Е.С. Дян, студент каф. ТУ

*Научный руководитель А.Э. Лебедева, ст. преподаватель каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, lena040994@mail.ru*

*Проект ГПО ТУ-1401 «Инновационные методы организации
сервисной деятельности»*

В настоящее время все более острой становится необходимость в освоении теоретических основ управления человеческими ресурсами и тщательной разработке критериев привлечения, оценки и отбора сотрудников, позволяющих повысить эффективность деятельности предприятий относительно рынка и организаций-конкурентов.

Профессиональные качества, умения и навыки определяются специальными методиками при приеме на работу. К традиционным методам отбора персонала можно отнести следующие:

- резюме – это краткая профессиональная самооценка кандидата на какую-либо вакансию. В резюме особое внимание уделяется профилирующему направлению в образовании, оконченному учебному заведению, оценкам в университете (или средней оценке по диплому), дополнительным курсам и подготовке, цели поступления на работу, опыту работы на предыдущих предприятиях, времени работы на прошлых местах, желаемой заработной плате, ограничению по здоровью, предполагаемой дате выхода на работу;

- заполнение бланка заявления и автобиографической анкеты. Необходимо составлять пункты анкеты таким образом, чтобы соискатель мог выбрать любые возможные ответы. Это обеспечит получение наиболее корректной информации о соискателе;

- собеседование – является одним из самых распространенных методов отбора персонала. В процессе собеседования как работодатель получает информацию о кандидате, так и кандидат имеет возможность получить подробную информацию о структуре и корпоративной культуре организации.

Особое внимание при приеме на работу уделяется рекомендациям, организации и лицу, предоставившему ее, а также оформлению данного документа.

Рассмотрим данные Федеральной службы государственной статистики, отражающие численность принятых и уволенных работников за период с 2009 по 2014 г. в процентном соотношении.

Из таблицы видно, что снижается как численность уволенных работников, так и численность принятых. Проанализировав данные таблицы, можно сделать вывод, что одной из причин большого количества увольнений в 2009–2011 гг. стали несоответствие требованиям занимаемой должности, неудовлетворительные результаты аттестации и т.д.

Принятые и уволенные работники за период 2009–2014 гг.

Годы	Численность принятых работников в % к среднесписочной численности работников	Численность уволенных работников в % к среднесписочной численности работников
2009	31,0	31,3
2010	30,4	32,6
2011	26,2	30,5
2012	27,2	28,2
2013	28,4	29,0
2014	28,2	28,7

На основании вышеизложенного был сделан вывод о том, что ранее использованные методы подбора персонала не позволяют полностью выявить соответствие кандидата заявленной должности, достоверность предоставленной им информации о профессиональных, деловых и личностных качествах. Именно поэтому наряду с традиционными методиками подбора персонала необходимо применение нетрадиционных.

Одним из наиболее популярных нетрадиционных методов отбора персонала является стрессовое интервью. Его цель заключается в определении стрессоустойчивости кандидата.

Необходимость в использовании данного метода может появиться при подборе работников на следующие вакансии: кассиры, операционисты в банках, сотрудники милиции, пожарные.

Brainteaser-интервью (дословно – интервью, щекочущее мозг) также является достаточно эффективным методом подбора персонала, особенно для крупных компаний. Во время данного интервью соискателю необходимо решить логические задачи или ответить на замысловатый вопрос. Целью данного метода является проверка аналитического и творческого мышления.

Специалист по нетрадиционным методам оценки и подбора персонала, Б.Ю. Хигир является пропагандистом такого нетрадиционного метода, как анализ имени-отчества. В результате многолетних иссле-

дований ученый выявил прямую зависимость влияния имени на характер, выбор профессии и темперамент человека.

Большой интерес представляет нетрадиционный метод отбора персонала на основе физиогномики. Это определение типа личности, его душевных качеств и состояния здоровья, исходя из анализа внешних черт лица и его выражения. При использовании физиогномики только опытный специалист может получить полный анализ характера.

На Западе (Франция, США, Германия) при приеме на работу используют графологический анализ. Графология изучает характер человека по почерку, выражающему свойства ума и нравственного облика человека.

Самым необычным методом отбора персонала является нумерология. Специалисты считают, что склонности и задатки потенциального сотрудника компании можно вычислить по имени и дате рождения человека.

Состав персонала является ключевым звеном в достижении успеха организации. В условиях экономического кризиса вопрос подбора кадров и формирования эффективной команды стоит достаточно остро. Традиционные методы отбора персонала известны не только работодателям, но и соискателям на вакантную должность.

Это создает риск возможной манипуляции со стороны соискателей с целью произвести впечатление на работодателя.

Нетрадиционные методы отбора персонала позволяют выявить глубинные качества личности, которые неизбежно проявятся в будущем. Данные методы обеспечивают более точные результаты при комплексном применении.

Таким образом, для каждой компании необходимо правильно сформировать комплекс мероприятий по подбору персонала из наиболее подходящих ей методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Могилевкин Е.А. HR-инструменты: практическая оценка. Как определить сотрудников, которые могут дать максимальный результат: учеб.-практ. пособие / Е.А. Могилевкин, А.С. Новгородов, С.В. Клиников. СПб.: Речь, 2012. 320 с.
2. Хигир Б.Ю. Нетрадиционные методы подбора и оценки персонала. М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 2001. 23 с.
3. Бунатян А.Н. Оптимальная схема отбора персонала при приеме на работу в организацию / А.Н. Бунатян // Изв. Российской академии образования, 2010. №5. С. 152–154.
4. Кибанов А.Я. Основы управления персоналом: учеб. / А.Я. Кибанов. М.: ИНФРА-М, 2013. 447 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПАРЫ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ

К.Э. Джанбаев, студент каф. ТУ,

Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов, аспиранты каф. ТУ

Научный руководитель Т.Р. Газизов, проф. каф. ТУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, k.dzhanbaev@gmail.com

Тенденции развития современных печатных плат (ПП) свидетельствуют о постоянном увеличении скорости передачи данных, с которой не справляются традиционные технологии проектирования. Устоявшиеся понятия о параллельных интерфейсных потоках не работают при тактовых частотах свыше 200 МГц из-за взаимодействия сигналов большого количества шин. Решением этой проблемы является применение последовательных интерфейсов, использующих передачу сигналов в дифференциальном виде и обеспечивающих необходимую скорость потока данных [1].

Известно, что дифференциальная передача сигналов обеспечивает значительно более низкий уровень излучения, сокращает количество выводов устройств и сигнальных шин и предоставляет возможность передавать сигналы на относительно большие расстояния. В качестве недостатка передачи сигнала в дифференциальном виде необходимо отметить часто недостаточную синхронизацию импульсов. Помимо потерь в проводниках и диэлектриках и дисперсии, причинами разной скорости распространения сигналов в дифференциальной паре (ДП) могут являться разные длины проводников пары и некорректный учет диэлектрического заполнения линии (расположение проводников на разных слоях ПП).

Проблема обеспечения синхронизации импульсов особенно критична при проектировании бортовой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) космических аппаратов (КА), так как неточная синхронизация может привести к раннему выходу из строя как отдельного узла, так и целого блока бортовой РЭА КА. А из-за потребности в повышении срока активного существования КА его потеря или ранний уход с орбиты из-за неточной синхронизации импульсов в ДП является неприемлемым.

Цель работы – выполнить моделирование и провести оценку степени синхронизации сигналов в конце ДП на ПП бортовой РЭА КА.

Произведен анализ ПП радиоприемного устройства (РПУ) системы автономной навигации (САН) КА. Обнаружена наиболее протяженная выходная цепь универсального навигационного процессора, являющаяся ДП. Данная ДП располагается на трех (Top, GND и Bottom) из четырех слоев ПП, при этом поперечные сечения ДП на

слоях Top и Bottom совпадают. Согласно геометрическим параметрам ПП РПУ, в системе TALGAT [2] построены поперечные сечения отрезков одиночных и связанных линий передачи, которыми представлена ДП (рис. 1). Необходимо отметить, что при построении поперечных сечений учтено нанесение диэлектрического слоя паяльной маски на поверхность ПП (слои Top и Bottom).

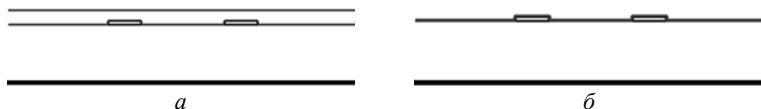


Рис. 1. Вид поперечных сечений дифференциальной пары на слоях GND (а) и Top (б)

После построения поперечных сечений отрезков ДП, вычислены матрицы погонных параметров и выполнено построение схемы включения линии. При построении схемы приближенно учтены изгибы печатного проводника в виде емкости на землю (0,1 пФ) и переходы проводника между слоями – в виде индуктивности (0,5 нГн). Кроме того, при моделировании учтено, что на одном конце длина одной из линий ДП на слое Top больше другой на 0,6 мм, а на другом конце на слое Bottom – на 3,9 мм. Поэтому эти отрезки были представлены в виде соединенных последовательно связанной и одиночной линий. На каждый проводник ДП подавалось одинаковое воздействие в виде трапеции, амплитудой 5 В, длительности нарастания и спада импульса по 1 нс, плоской вершины – 2 нс. Сопротивление нагрузок на концах проводников принято равным 50 Ом.

На рис. 2 приведена форма разности сигналов на концах проводников ДП.

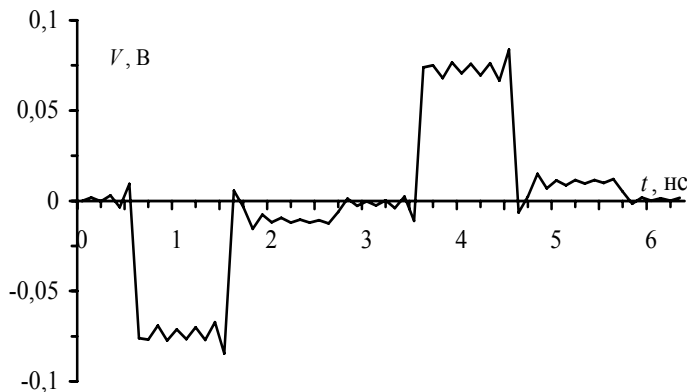


Рис. 2. Форма разности сигналов в конце ДП

Из рис. 2 видно, что разность между сигналами в ДП довольно велика и составляет около 3,5% от сигнала в активной линии, что свидетельствует о некорректном учете диэлектрического заполнения ПП РПУ при проектировании ДП. Решением данной проблемы может служить даже незначительное изменение длины одного из проводников пары, например на любом из слоев ПП РПУ.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-01232).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Параллельные* интерфейсы [Электронный доступ]. Режим доступа: <http://www.pcadbegin.webtm.ru>, свободный (дата обращения: 6.03.2015).

2. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619615. TALGAT 2012 / Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т. и др. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 авг. 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ОТКЛИКА МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА С ЛИЦЕВОЙ СВЯЗЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗКИ

А.Т. Газизов, студент каф. ИКСУ

г. Томск, ТПУ, ТУСУР, gazizov@tpu.ru

Научный руководитель А.М. Заболоцкий, доцент каф. ТУ, к.т.н.

В настоящее время актуальны разработка и исследование новых устройств защиты радиоэлектронной аппаратуры от опасных электромагнитных воздействий. Одними из таких устройств являются модальные фильтры (МФ) – пассивные структуры, способные защищать различные электронные приборы от сверхкороткого импульса (СКИ) путем его разложения на импульсы меньшей амплитуды за счет разной скорости распространения мод сигнала в связанной линии с неоднородным диэлектрическим заполнением [1]. В работе [2] предложено использовать печатный МФ с лицевой связью для защиты аппаратуры от СКИ, распространяющихся по сети электропитания, и представлены его преимущества. Показано, что МФ может быть выполнен в виде полоски из тонкого фольгированного стеклотекстолита и встроен в сетевой фильтр. В статье [3] исследован временной отклик МФ в зависимости от параметров поперечного сечения и выбраны оптимальные их значения, при которых СКИ общей длительностью 3 нс ослабляется в 7 раз. Данные результаты получены при значении сопротивлений всех резисторов схемы, равных среднегеометрическому волновых сопротивлений четной и нечетной мод. Другие граничные условия не

рассматривались. Цель данной работы – исследовать временные отклики МФ при различных значениях сопротивления нагрузки.

Моделирование временного отклика производится в системе TALGAT [4]. Задается поперечное сечение структуры (рис. 1, а) с параметрами, определяющими толщину t , ширину w и взаимное расположение проводников ($t = 105$ мкм, $w = d = s = 15$ мм), расположенных на диэлектрической подложке толщиной $h = 0,5$ мм и диэлектрической проницаемостью $\varepsilon_r = 4$ (дешевый и распространенный материал FR-4). Задается длина структуры $l = 1$ м.

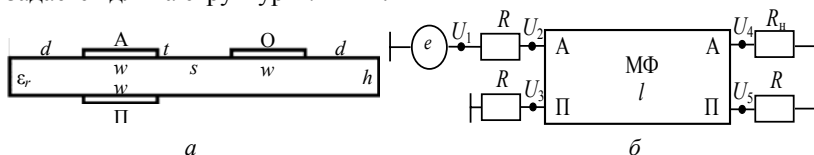


Рис. 1. Поперечное сечение (а) и схема включения (б) модального фильтра.

Проводники: А – активный; О – опорный; П – пассивный

Схема включения МФ представлена на рис. 1, б, где источник с длительностями фронтов и плоской вершины по 1 нс и амплитудой 2 кВ представлен идеальным источником ЭДС; U_1-U_5 – узлы. Значения сопротивлений резисторов R равны среднегеометрическому значению волновых сопротивлений четной и нечетной мод, $R = 36,515$ Ом. При вычислении форм сигнала значения сопротивления R_n изменялось: $0,01R$; $0,1R$; R ; $10R$; $100R$; $1000R$. Формы сигналов U_4 , полученные на дальнем конце МФ при различных значениях сопротивления нагрузки, представлены на рис. 2.

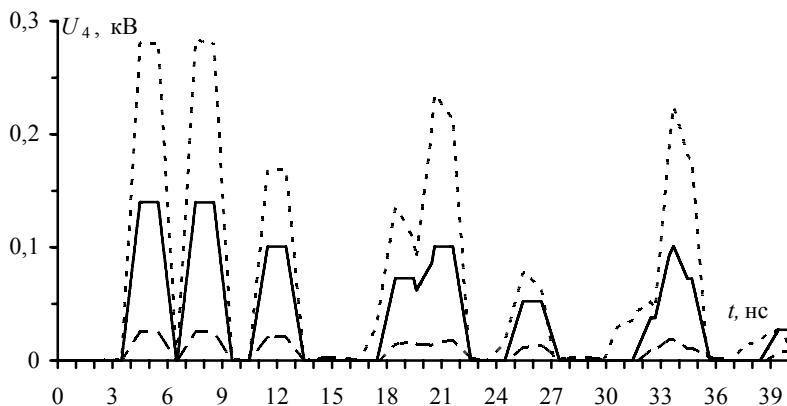


Рис. 2. Формы сигнала на дальнем конце МФ при изменении значения R_n :
(---) $1000R$; (—) R ; (- -) $0,1R$

Из рис. 2 видно, что изменение R_n не влияет на эффект модально-го разложения, но влияет на амплитуду разложенных импульсов. При уменьшении R_n относительно R , амплитуда разложенных импульсов уменьшается вплоть до полного затухания сигнала при $R_n = 0,01R$. При увеличении сопротивления нагрузки наблюдается увеличение амплитуды разложенных импульсов на выходе устройства. Тем не менее, амплитуды импульсов при $R_n = 100R$; $1000R$ равны и составляют 0,28 кВ, что в два раза больше, чем при $R_n = R$. В дальнейшем планируется исследовать влияние различных граничных условий на концах МФ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-01232) в ТУСУРе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Gazizov T.R., Zabolotsky A.M.* New approach to EMC protection. Proc. of the 18-th Int. Zurich Symp. on EMC. Munich, Germany, 2007. September 24–28. P. 273–276.

2. *Газизов А.Т.* Идея создания фильтра подавления сверхкоротких импульсов в сети электропитания // Научная сессия ТУСУР-2014: материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 5 ч. Ч. 5. Томск, 14–16 мая 2014. Томск: В-Спектр, 2014. С. 140–142.

3. *Gazizov A.T., Zabolotsky A.M.* New Approach to the Power Network Protection Against Ultrawide Band Pulses [Electronic resource] // Recent advances in energy, environment and materials: proceedings of the 2014 International Conference on Energy, Environment and Material Science (EEMAS '14), Saint Petersburg, September 23–25, 2014. St. Petersburg: St. Petersburg State Polytechnical University, 2014. P. 104–108. Mode of access: <http://www.europment.org/library/2014/russia/EEMAS.pdf>

4. *Свидетельство* о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013619615. TALGAT 2012 / Газизов Т.Р., Мелкозеров А.О., Газизов Т.Т., Куksenko С.П., Заболоцкий А.М., Аширбакиев Р.И., Лежнин Ев.В., Лежнин Ег.В., Салов В.К., Орлов П.Е., Калимулин И.Ф., Суровцев Р.С., Комнатнов М.Е., Газизов Р.Р., Ахунов Р.Р. Заявка № 2013617773. Дата поступления 29 августа 2013 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11 октября 2013 г.

ДИЗАЙН КОМПАКТ-ДИСКА ПРОГРАММЫ TALGAT

Р.Р. Газизов, студент каф. ТУ

г. Томск, ТУСУР, gazizovtsk@yandex.ru

При производстве различных видов продукции часто возникает ситуация, когда гениальные продукты остаются без эргономичного интерфейса и запоминающегося логотипа. В другом случае при создании чего-либо акцентируют внимание на помпезный дизайн, банальные эффекты и совсем забывают, что создавали эффективную вещь, а не красивый и бесполезный продукт.

Представляется, что оба типа этих людей не правы: если дизайн или оформление устарели со временем, продукту необходим рестайлинг, обновление. Визуальные эффекты и дизайн нельзя ставить на последнее место, но и забывать про это также нельзя.

Система TALGAT – программный комплекс для моделирования задач электромагнитной совместимости. С 2008 г. он выпускается на CD-диске, каждый год – в новой цветовой гамме. Анализ внешнего вида компакт-диска привело к решению об обновлении дизайна.

Цель данной работы – представить предварительные результаты по дизайну диска.

Каким он должен быть: классическим или современным, изощрённым или простоватым? Это зависит от того, кто будет им пользоваться. Диск используют как молодые ученые, которым нужен футуристичный дизайн и современный стиль, так и ведущие ученые, лауреаты премий, доктора наук, которым по душе классический стиль и традиционные мотивы. И надо угодить всем.

Также в наше время набирает популярность тренд минимализма, в котором убираются сложные элементы. Но и этот аспект можно рассмотреть с другой стороны: дизайн должен быть запоминающимся, не слишком простым и не слишком сложным.

За 5 лет выпуска компакт-дисков происходили некоторые изменения в дизайне. На рис. 1 показаны компакт-диски 2008, 2009, 2010 и 2011 гг. соответственно. В зависимости от года выпуска происходили некоторые изменения – менялись следующие элементы: цветовая гамма, логотип и шрифт. В 2013 г. был создан дизайн компакт-диска, значительно отличающийся от предыдущих версий, который показан на рис. 2. Анализ его внешнего вида показал, что при создании новых версий возможно использование элементов его дизайна, представив их в новом виде.

Взяв за основу некоторые элементы дизайна компакт-диска 2013 г., были произведены первые наброски и эскизы: сначала карандашом на бумаге, а уже потом на компьютере в электронном формате. Были отобраны несколько вариантов и в дальнейшем проработаны более тщательно. В итоге был выбран вариант дизайна, который представлен на рис. 3. На будущих версиях дисков (2015, 2016 гг.) возможно частичное обновление дизайна: например, изменение цветовой гаммы фона или же замена шрифта, оставив общий стиль неизменным.

В дальнейшем возможна работа по обновлению дизайна иконки программы TALGAT и её внутреннего интерфейса, опираясь на стиль, заданный дизайном компакт-диска 2014 г.



Рис. 1. Дизайн компакт-дисков предыдущих лет



Рис. 2. Дизайн компакт-диска 2013 г.



Рис. 3. Вариант дизайна компакт-диска 2014 г.

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания № 8.1802.2014/К Минобрнауки России.

ЦИФРОВОЙ РЕЖЕКТОРНЫЙ ФИЛЬТР ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА ЛИФТА

Е.Н. Голиков, студент

Научный руководитель М.И. Курячий, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, elai.asti@gmail.com

Вибрации, возникающие довольно часто в лифтах, приводят к нежелательным последствиям в виде шумов или вибраций в кабине. По своей природе эти вибрации могут быть механическими, например:

- резонанс, вызванный упругостью канатов;
- толчки в сочленениях направляющих;
- контактное трение между направляющими рельсами и башмаками;
- большое соотношение между моментами инерций механизма и двигателя.

Целью данной работы была разработка аналитической модели цифрового режекторного фильтра для подавления резонансных колебаний в системе автоматической регулировки лифта компании «Эле-Си» и написание алгоритма работы фильтра на языке C++.

Благодаря измерениям, проведенным компанией, известно, что резонансная частота механических колебаний лифта чаще всего находится в диапазоне 15–25 Гц. Для создания модели были выбраны следующие параметры режекторного фильтра (РФ):

- $f_{\text{ср}} = 25$ Гц; $\omega_{\text{ср}} \cong 157$ рад/с – частота среза РФ;
- $f_{\text{п}} = 10$ Гц – полоса пропускания РФ;
- $f_{\text{д}} = 500$ Гц; $T = 2$ мс – частота и период дискретизации.

Частота дискретизации выбрана из тех соображений, что рабочей частотой датчика угловой скорости двигателя лифта является частота, приблизительно равная 200 Гц.

В качестве аналогового фильтра-прототипа взят ФНЧ Баттерворта второго порядка с амплитудно-частотной характеристикой:

$$|K(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{\omega_{\text{ср}}}\right)^4}}.$$

Методом билинейного преобразования [1] получена системная функция цифрового ФНЧ:

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 \cdot z^{-1} + a_2 \cdot z^{-2}}{1 - b_1 \cdot z^{-1} - b_2 \cdot z^{-2}}.$$

На рис. 1 видно, что АЧХ фильтров практически совпадают.

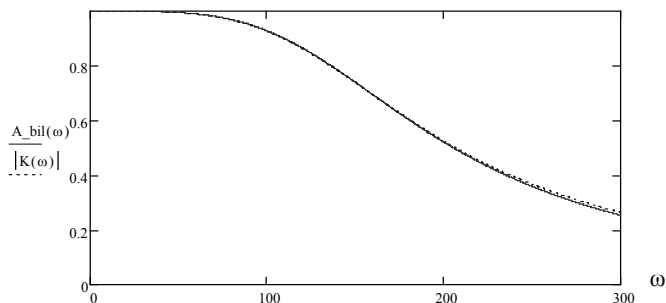


Рис. 1. АЧХ аналогового фильтра-прототипа и цифрового ФНЧ

Далее с помощью преобразования Константинидиса [2] был произведен переход к цифровому РФ четвертого порядка путем следующей замены в системной функции цифрового ФНЧ:

$$z^{-1} = \frac{z^{-2} - \frac{2\alpha}{1+k} \cdot z^{-1} + \frac{1-k}{1+k}}{\frac{1-k}{1+k} \cdot z^{-2} - \frac{2\alpha}{1+k} \cdot z^{-1} + 1}; \quad \alpha = \cos(\omega_{cp}T);$$

$$k = \operatorname{tg} \left[(\omega_2 - \omega_1) \cdot \frac{T}{2} \right] \cdot \operatorname{tg} \left(\omega_{cp} \cdot \frac{T}{2} \right),$$

где ω_1, ω_2 – граничные частоты полосы пропускания РФ.

В результате соответствующих подстановок и математических преобразований получена системная функция РФ.

$$H(z) = \frac{a_{rf0} + a_{rf1} \cdot z^{-1} + a_{rf2} \cdot z^{-2} + a_{rf3} \cdot z^{-3} + a_{rf4} \cdot z^{-4}}{1 - b_{rf1} \cdot z^{-1} - b_{rf2} \cdot z^{-2} - b_{rf3} \cdot z^{-3} - b_{rf4} \cdot z^{-4}}.$$

На рис. 2 представлена АЧХ полученного цифрового РФ.

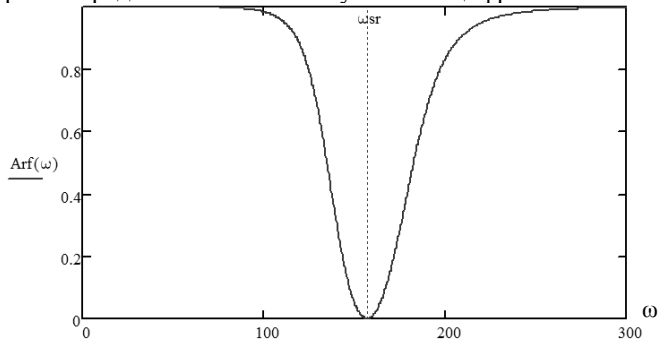


Рис. 2. АЧХ цифрового РФ

Из системной функции получено разностное уравнение цифрового фильтра, которое необходимо для составления алгоритма программы:

$$y(nT) = a_{rf0} \cdot x(nT) + a_{rf1} \cdot x(nT - T) + a_{rf2} \cdot x(nT - 2T) + \\ + a_{rf3} \cdot x(nT - 3T) + a_{rf4} \cdot x(nT - 4T) + b_{rf1} \cdot y(nT - T) + b_{rf2} \cdot y(nT - 2T) + \\ + b_{rf3} \cdot y(nT - 3T) + b_{rf4} \cdot y(nT - 4T).$$

Исходя из системной функции, был составлен алгоритм работы фильтра и написана программа на языке C++. Входными данными программы является массив отсчетов продискретизированного входного сигнала. В данном случае на вход подается предполагаемая помеха частотой 25 Гц. Выходные данные – массив отсчетов на выходе фильтра.

Из графиков входного и выходного сигнала фильтра, представленных на рис. 3, видно, что фильтр эффективно подавляет помеху.

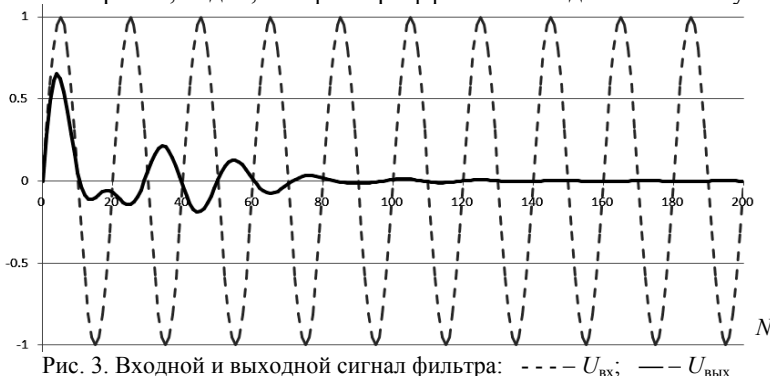


Рис. 3. Входной и выходной сигнал фильтра: --- $U_{вх}$; — $U_{вых}$

Через десять периодов колебаний помехи после начала работы фильтра подавление помехи составляет

$$K = \left| \frac{U_{вх}}{U_{вых}} \right| = \left| \frac{-0,309}{0,00017} \right| = 1832; \quad K_{дБ} = 20 \lg K \cong 65 \text{ дБ}.$$

Таким образом, полученный фильтр способен подавлять низкочастотные помехи в механизме лифта. При этом имеется возможность настройки центральной частоты и полосы пропускания, что позволяет применять данный фильтр в различных типах подобных механизмов и в разных окружающих условиях, влияющих на частоту резонансных колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оппенгейм А.В., Шафер Р.В.* Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. С.А. Кулешова под ред. А.С. Ненашева. М.: Техносфера, 2006. 855 с.
2. *Курячий М.И.* Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для вузов с грифом УМО. Томск: ТУСУР, 2009. 190 с.

ВИДЕОДЕТЕКТОРЫ ДВИЖЕНИЯ

Д.Е. Головина, студентка

г. Томск, ТУСУР, РТФ, DashaGolovina1994@mail.ru

Проект ГПО ТУ-1203 «Интеллектуальные системы видеонаблюдения»

Видеодетекторы движения представляют собой электронные блоки, которые хранят в памяти текущее изображение с телекамеры и подают сигнал тревоги при возникновении изменений в охраняемой зоне. Видеодетекторы движения применяются, главным образом, в системах охраны крупных объектов, где оператору приходится контролировать большое количество камер. Детекторы движения разделяют на аналоговые и цифровые. Наиболее простыми и дешевыми являются аналоговые детекторы, действие которых можно, при некоторых допущениях, сравнить с действием охранных извещателей, подключаемых к тревожным входам коммутаторов, квадраторов и т.п. Цифровые видеодетекторы движения – это многоканальные устройства, которые позволяют разбивать каждую охраняемую зону на отдельные блоки, для каждой из которых устанавливается свой порог срабатывания – чем выше этот порог, тем большие изменения должны произойти на «картинке».

Кроме этого, характеристики движения (начало движения, направление, скорость и т.п.) можно задавать программным путем. Это позволяет, например, не воспринимать человека, движущегося в направлении от охраняемого объекта либо параллельно ему на некотором безопасном расстоянии, как нарушителя. Настройка системы с цифровыми детекторами на оптимальный режим должна производиться с учетом особенностей места установки телекамеры и характеристик охраняемого объекта (вероятных путей перемещения нарушителя, наличия уязвимых мест и т.п.), иначе трудно избежать большого количества ложных срабатываний или, наоборот, пропуска нарушителя. Цифровые видеодетекторы движения применяются в сложных системах видеонаблюдения высокого класса [1].

Немалая часть современных видеорегистраторов оснащается детектором движения в кадре (иногда называют датчиком движения в кадре). Во-первых, что собой представляет данная функция. По названию можно определить, что какие-то особенности устройства позволяют ему определять, когда «картинка», попадающая в кадр, изменяется. Далее идет соответствующая реакция, осуществляемая в видеодетекторе.

Конкретные способы осуществления поставленной задачи могут различаться, но для простого пользователя автомобильного видеорегистратора достаточно знать, что если оставить устройство работать в соответствующем режиме, то оно среагирует на любое изменение кар-

тинки перед объективом и тут же включить запись видеоданных, которые затем можно будет просмотреть. Окончание записи закончится тоже автоматически через определённое время (в каких-то моделях строго фиксированное, в каких-то можно выбрать в настройках). В некоторых случаях любые изменения обычно статичной картинки могут являться показателями нестандартной ситуации, видеофиксация которой может впоследствии стать необходимой. Подобное давно уже используется в охранных системах и, как следствие, видеорегистраторах, но не автомобильных, а стационарных – тех, что устанавливаются на складах, в магазинах, на предприятиях в целях предотвращения потерь, а также и в частных домах в целях охраны. Когда изменения в кадре постоянные, и съёмку логично производить постоянно, но пока ничего не происходит, запись является излишней. Более того, часы видеосъёмки, допустим, с безлюдными помещениями, на которой ничего не меняется, только усложнят в случае необходимости поиск моментов, требующих внимания.

Таким образом, детекторы движения существенно облегчают и оптимизируют охранные задачи, включая видеозапись автоматически только тогда, когда что-то начинает происходить (незаконное проникновение, хищение и т.д.) [2].

Видеодетектор могут значительно повысить эффективность использования хранилищ данных и каналов связи за счет уменьшения избыточности видеоматериалов. В системах охраны периметра экономия дискового пространства и сетевого трафика составляет десятки – тысячи раз в зависимости от оживленности контролируемых участков [3].

Цифровой видеодетектор движения ASV-MD01 анализирует размер объекта, скорость и направление движения. Технические характеристики представлены в таблице [4].

Технические характеристики видеодетектора

Количество видеовходов	4
Количество видеовыходов	4
Количество зон детектируемых на канал	64(8×8)
Уровни чувствительности	4
Тревожный выход	1
Потребляемая мощность, Вт	3
Габаритные размеры	170×150×42
Стоимость	Около 10 000 руб.

Гибридный видеорегистратор Optimus DVR-2004E может вести запись двух камер в аналоговом и сетевом режимах. Поддерживает режим работы пентаплекс: мониторинг, запись, архивирование, уда-

ленное управление. Резервное копирование может производиться через USB, WEB и CMS (формат сжатия H.264; двойной поток данных; поддержка 3G, WIFI, CLOUD) [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Видеодетектор* движения (дата обращения: 28.02.15) (свободный доступ). <http://www.polyset.ru/glossary/Видеодетектор%20движения.php>
2. <http://avto-videoregistrators.ru/pomosh-v-vibore/detektor-dvizheniya.html> Дата обращения: 28.02.15 (свободный доступ).
3. *Видеодетекторы* движения (дата обращения: 5.03.2015) (свободный доступ). <http://synesis.ru/blog/article/videodetektoryi-dvizheniya>
4. *Цифровой* видеодетектор движения (дата обращения: 5.03.2015) (свободный доступ). <http://commax1.ru/catalog/videod/detect/877/index.htm>
5. *Гибридный* видеорегистратор (дата обращения: 5.03.2015) (свободный доступ). <http://optimus-cctv.ru/catalog/videoregistratory/tsifrovoj-gibridnyj-video-registrator-optimus-dvr-2004e>

СЕКЦИЯ 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИМЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

*Председатель – Еханин С.Г., проф. каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент;
зам. председателя – Романовский М.Н., доцент каф. КУДР,
к.т.н.*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОИСКА И КОРРЕКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК

*Е. Пушкарева, Т. Елистратова,
Р. Шарабутдинов, студенты каф. КУДР*

*Научный руководитель С.Г. Еханин, зав. каф. КУДР, проф., д.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, stalker@main.tusur.ru
Проект ГПО КУДР-1103 «Устройства диагностики и профилактики
стрессовых состояний человека»*

Около пяти тысяч лет назад на Востоке (Китай, Тибет) было замечено, что раздражение некоторых участков кожи уменьшает боль и облегчает течение болезней. Эти маленькие по размерам участки поверхности кожи называются точками акупунктуры (иглоукалывания), или биологически активными точками. Было обнаружено, что воздействуя на такие точки на теле человека, например, укалывая каменными или железными иглами, можно снимать боль (зубную, головную, желудочную или т.д.), стимулировать работу внутренних органов и лечить болезни. Изучая на протяжении веков связь точек с внутренними органами и между собой, а также реакции организма на раздражение точек, врачи древнего Востока создали стройную теорию, по которой точки, расположенные на меридианах, выполняют роль «форточек» для поглощения и выделения энергии. В классических китайских атласах содержится описание около 700 точек [1].

Однако можно сказать, что современные исследования ярко выраженных отличий в строении точки и окружающих тканей не обнаружили. Внешне она неотличима от окружающей кожи. Единственная особенность обнаружена при воздействии слабого постоянного тока: в области точки резко снижено электрическое сопротивление кожи, т.е. там существует как бы «канал» для протекания тока. Интересно, что величина электрокожного сопротивления зависит от функционального состояния точки и связанного с ним органа. На этом эффекте основана электроакупунктурная диагностика [2].

В свою очередь, воздействие тока на точку изменяет ее показатели и вызывает лечебный эффект. Замечено также, что при этом меняются показатели и других точек данного меридиана, что подтверждает его существование уже современными методами. Все эти особенности лежат в основе одного из современных методов рефлексотерапии – электропунктуры.

Принцип работы и конструкция устройства. Проанализировав все достоинства и недостатки существующих методов электропунктуры, было принято решение в изменении конструкции электродов и структуры устройства с целью удобства использования и снижения себестоимости прибора.

Данный прибор для поиска и коррекции БАТ может работать в режиме поиска акупунктурных точек и в лечебном режиме. На рис. 1 показана структурная схема прибора.

Устройство имеет два электрода (активный и пассивный). В режиме поиска БАТ калиброванный постоянный ток подается от источника напряжения на электроды устройства через переключатель AC/DC. При поиске БАТ нужно плавно без нажима водить активным электродом по коже – как карандашом по бумаге, зажав при этом в руке пассивный электрод. В том случае, когда шуп попадает на акупунктурную точку, происходит резкое уменьшение электрического сопротивления между электродами. Это приводит к тому, что пороговый элемент в формирователе логического сигнала срабатывает и появляющийся высокий уровень попадает в генератор сигналов и разрешает его работу. Появляется звуковая и световая сигнализация, свидетельствующая о нахождении БАТ.

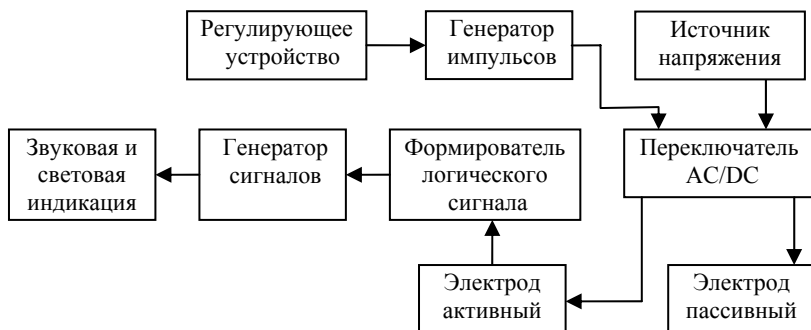
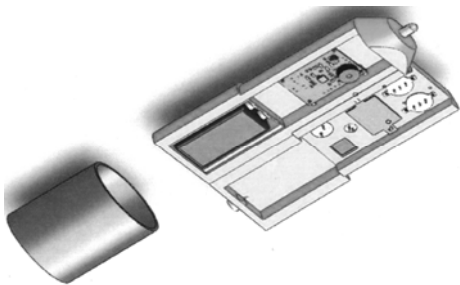


Рис. 1. Структурная схема прибора

В лечебном режиме на БАТ подаются импульсные сигналы от генератора, частота которых регулируется переменным резистором и

должна быть в диапазоне 0,9...10 Гц. Смена режима производится переключателем AC/DC.

Конструкция устройства эскизно показана на рис. 2. Особенно-стью конструкции является то, что весь прибор держится в одной руке,



при этом ладонью обхватывается цилиндр пассивного электрода, который плотно одевается на пластмассовый корпус, а активный электрод контактирует с БАТ.

Рис. 2. Эскиз конструкции устройства

Питание устройства производится от батареи «Крона», которая располагается в специальном отсеке корпуса. Устройство будет использоваться при проведении лабораторных работ по курсу «Основы медицинской электроники» [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаваа Лувсан. Традиционные и современные аспекты восточной рефлексотерапии: В 3 ч. Междуреченск: Информационно-коммерческая фирма «Вариант», 1991. 575 с.
2. Фолль Р. Топографическое положение точек замера при электроигло-терапии. М.: Техарт, 1993.
3. Еханин С.Г. Электростимуляторные исследования организма человека: метод. указания к лаб. занятию по дисциплине «Основы медицинской электроники». Томск: ТУСУР, 2007. 20 с.

НАВИГАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Д.В. Петенёв, студент каф. КУДР,

И.А. Стерехов, Н.И. Бутаков, студенты ФСПО ТГАСУ,

А.В. Ермолаев, аспирант каф. КУДР,

Т.Н. Ермолаева, преподаватель ФСПО

*г. Томск, ТУСУР, ТГАСУ, dimavkoru@mail.ru, ivansterehov@mail.ru,
butakov-1993@mail.ru, alexermv@mail.ru*

Ориентирование имеет важное значение для прокладки маршрутов, определения координат точек или объектов местности. При помощи средств спутниковой навигации сделать это не составит труда. Если по какой-либо причине они будут недоступны, возникает вопрос,

каким образом выполнить этот процесс? Особенно в тех случаях, когда нет чётких ориентиров, например в пустыне, степи или тундре.

Цель данной работы заключается в создании навигационного устройства, способного обходиться без связи с космическими аппаратами стандартов «ГЛОНАСС» и «GPS».

Для выполнения поставленной задачи необходимо разработать функциональную схему изделия, математический аппарат обработки данных от датчиков, спроектировать печатный узел, корпус, отвечающий эргономическим и эксплуатационным показателям.

В функции навигатора планируется заложить возможность использования карт различных масштабов, определения расстояния от точки до точки, пройденного пути, углов поворота.

В процессе разработки функциональной схемы определён состав изделия, представленный на рис. 1. В него входят шесть датчиков и периферия, необходимая для ввода, получения информации от устройства.

Ядром системы является микроконтроллер (6), к которому поступает информация от датчиков: датчик температуры (1) служит для определения температуры окружающей среды, датчик влажности (2) соответственно измеряет влажность воздуха, эта информация необходима для расчёта высоты на местности при помощи датчика давления (5), датчик угла поворота (8) определяет пространственное положение «навигатора», эти данные создают условие правильного функционирования устройства в целом, при помощи датчика ускорения (11) определяется скорость объекта, на котором закреплено устройство и наконец, направление следования определяется электронным компасом (12). Карты и внешняя информация загружаются через USB-интерфейс (7), сохраняются на SD-карте памяти (4). Информация отображается на цветном сенсорном дисплее (3). Во время работы с прибором можно создавать пометки об объектах, нанесённых на карту, или отрисовывать их на карте, внося необходимые поправки, с помощью клавиатуры (9). Эти действия можно выполнить при помощи сенсорного дисплея (3), клавиатура (9) дублирует эти функции, что увеличивает надёжность устройства. Питание подаётся от аккумулятора (10).

Работа «навигатора» заключается в следующем, на карте привязываются к точке на местности с известными координатами и высотой. По мере движения рассчитывается пройденный путь, определяется высота «новой» точки местности, направление движения, вся информация отображается на дисплее и доступна в реальном времени. При необходимости можно определить расстояние и направление на какую-либо произвольно заданную точку местности, проложить маршрут.

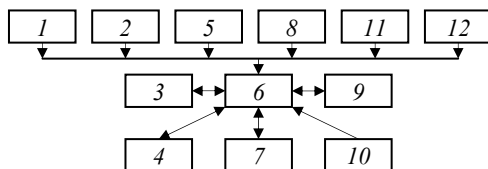


Рис. 1. Структурная схема навигационного устройства

Мы предполагаем, что «навигационное устройство» можно использовать не только для ориентирования и определения координат точек местности. Оно будет полезно при выполнении геодезических работ (нанесение на карту объектов, земельных участков и т. д.), в лесничествах (отрисовка лесосек), в военных целях (определение дальности до цели, координат цели).

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВАМИ

В.С. Кунегин, О.Ш.Р. Дабаев, студенты каф. КУДР

Научный руководитель М.Н. Романовский, доцент каф. КУДР

г. Томск, ТУСУР, knockoutVladislav@gmail.com

*Проект ГПО КУДР-1401 «Устройство для визуальной стимуляции
головного мозга»*

В настоящее время широко применяется дистанционное управление различными устройствами. Управляющие команды передаются с использованием инфракрасного (ИК) излучения, по радиоканалу, через сеть Wi-Fi и др. Приемник устанавливается на управляемом устройстве. Команды управления формируются с помощью пульта дистанционного управления (ПДУ) или посредством программного обеспечения, установленного на компьютер, планшет или смартфон.

Цель настоящей работы – сравнительный анализ основных способов дистанционного управления устройствами.

При ИК-управлении необходимо направлять ПДУ непосредственно в сторону ИК-датчика. Возможно удаление до 10 м в зоне прямой видимости. Используется коротковолновая ИК-область излучения (длина волны 0,75–1,4 мкм) [1].

Крупнейший производитель ИК-устройств для передачи данных – Vishay Semiconductors – часть американской корпорации Vishay Intertechnology. Датчики TSOP17 рассчитаны на частоту модуляции излучения ИК-светодиода – 30, 33, 36, 36.7, 38, 40, 56 кГц [2]. Если приемник настроен на частоту модуляции, не точно совпадающую с частотой ПДУ, то его чувствительность может сильно упасть [1]. На

ИК-приемнике проверяется код ПДУ. Если этот код соответствует заданному, то выполняется команда, соответствующая нажатой кнопке.

Кодирование ПДУ осуществляется по двум схемам. Первая использовалась фирмой Philips (протоколы RC4 и RC5): передача 0 дополнялась единицей, а передача 1 – нулём. Например, 001 передается как 010110. Посылка считывается последовательно, модулированный сигнал подается только тогда, когда встречается единица. Вторая схема предложена фирмой Sony. Сначала всегда подается 1 (модулированный сигнал), затем 0 – пауза. Временной размер единицы всегда одинаковый, а временной размер 0 – это кодированные передаваемые данные. Длинная пауза – это передача единицы, короткая пауза – передача нуля. Перед передачей кодированных данных пульт всегда посылает одну или несколько синхронизирующих посылок для того, чтобы приемник настроил входную цепь (синхронизировался с пультом по чувствительности и фазе).

Новый миниатюрный ИК-модуль разработан Frank Deicke [3]. Модуль обеспечивает скорость передачи информации на уровне более 1 гигабита в секунду (быстрее не только чем Wi-Fi и Bluetooth, но и в шесть раз быстрее, чем стандарт проводной передачи данных USB 2.0). Назначением этого модуля является обеспечение скоростной связи между различными видеоприборами и компонентами вычислительных устройств.

Управление по радиоканалу возможно и вне пределов прямой видимости, характеризуется большой скоростью передачи данных и большим расстоянием от источника до передатчика (до 300 м). Минусы управления по радиоканалу – относительно высокие затраты и сложность реализации.

В системах радиуправления код команды, набранный оператором на ПДУ, преобразуется в последовательность электрических импульсов, а затем при помощи модуляции несущей (фазовой, амплитудной, частотной или другой) – в радиосигнал. В качестве приемников и передатчиков используются радиомодули (RF-модули), работающие на фиксированной частоте (табл. 1) [4].

В технологии управления Bluetooth несущая частота составляет 2,45 ГГц, скорость передачи данных – более 720 кбит/с, удаление – до 10 м [5]. Реализация такого способа управления осуществляется с помощью Bluetooth модулей (табл. 2).

Используются специальные программы, с помощью которых можно управлять устройствами с сотового телефона, планшета или компьютера. Расстояние от приёмника до передатчика – от 10 до 100 м (в зависимости от мощности Bluetooth модуля). Качество передаваемых данных зависит от расстояния и от внешних помех, – при возникновении препятствия оно ухудшается.

Таблица 1

Основные параметры RF-модулей фирмы Hope Microelectronics

Тип	Описание	Частота, МГц	Скорость, кбит/с	Напряжение питания, В
RFM 01	ЧМ-приёмник	433 868 915	115,2 (256)	2,2–5,4
RFM 02	ЧМ-передатчик	433 868 915	115,2 (256)	2,2–5,4
RFM 12	ЧМ-трансивер	433 868	115,2 (256)	2,2–5,4

Таблица 2

Основные характеристики Bluetooth модулей

Тип	Производитель	Напряжение питания, В	Частота, ГГц	Скорость, кбит/с
BTД-433	RAYSON	5–6	2,4	230,4
HC-05	ITEAD Studio	5–6	2,4	1024
BT-20	Rainsum	3,3	2,4	3072

В отличие от Bluetooth, у Wi-Fi связи радиус действия составляет около 300 м. Скорость передачи данных по Wi-Fi в разы больше, чем по Bluetooth [6]. Реализация такого способа управления осуществляется с помощью Wi-Fi-роутера и смартфона, либо с помощью компьютера, поддерживающего Wi-Fi-связь. Для формирования управляющих команд на смартфоне или компьютере устанавливается специальное программное обеспечение. На устройстве находится приемник, который принимает и обрабатывает команды, посланные с передатчика.

Таким образом, наиболее простой и дешевый способ удаленного управления устройствами – это управление по ИК-каналу. Этот способ удобен для бытового использования, недорогой, подходит для всех возрастных категорий пользователей. При управлении по радиоканалу нет нужды направлять ПДУ непосредственно в сторону приемника, многие конструкционные материалы не препятствуют прохождению радиоволн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козелкин В.В., Усольцев И.Ф. Основы инфракрасной техники. М.: Машиностроение, 1985. 264 с.
2. Engineers Garage [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/tsop1738-datasheet> (дата обращения: 23.02.2015).
3. Новый инфракрасный модуль будет быстрее чем Wi-Fi и Bluetooth [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://wordscience.org/novyj->

infrakrasnyj-modul-budet-bystree-chem-wi-fi-i-bluetooth.html (дата обращения: 23.02.2015).

4. *Войцеховский Я.* Дистанционное управление моделями. М.: Связь, 1977. 432 с.

5. *Bluetooth* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Bluetooth> (дата обращения: 23.02.2015).

6. *Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н.* Беспроводные сети Wi-Fi. М.: Бином, 2007. 177 с.

**СКАЧКИ ЯРКОСТИ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА
ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ПЛОТНОСТЯХ РАБОЧЕГО ТОКА**
С.И. Простомолотов, М.О. Лазарева, А.Е. Зуева, Э.В. Максимова,
студенты каф. КУДР

*Научный руководитель А.Е. Ермолаев, аспирант каф. КУДР
г. Томск, ТУСУР, каф. КУДР, stalker@main.tusur.ru
Проект ГПО КУДР-1003 «Изучение деградации светодиодных
гетероструктур»*

Светоизлучающие диоды (СИД) являются перспективными элементами приборов твердотельного освещения. По сравнению с лампами накаливания светодиоды способны обеспечить более высокий квантовый выход и долговременную стабильность [1]. Однако процессы деградации продолжают оставаться важной проблемой для светодиодов. Также проблемой является величина отношения цена/люмен. Решить данную проблему можно увеличением плотности тока, проходящего через светодиодный чип, а значит, и яркости. Соответственно, отношение цена/люмен будет меньше. В настоящее время этим путем идет большинство мировых производителей осветительных приборов на основе СИД.

Целью данной работы является исследование оптической деградации СИД при испытаниях, которые проводятся при повышенных плотностях рабочего тока.

В нашем случае была исследована партия светодиодов известного китайского производителя NINGBO FORYARD OPTOELECTRONICS.

Экспериментальные исследования включали в себя: измерения вольт-амперных (ВАХ) и вольт-яркостных характеристик (ВЯХ), а также обратную ВАХ. Вначале измеряются ВАХ и ВЯХ «свежего» светодиода, а потом этот светодиод ставится на испытание на несколько часов при рабочем токе, в несколько раз превышающем номинальный. Далее вновь измеряются ВЯХ и ВАХ (прямые и обратные).

Светодиоды ставились на испытания по 2–3 ч (в общей сложности около 30 ч) при рабочем токе 75 мА.

На рис. 1 показано, что изменение яркости СИД от испытания к испытанию существенно меняется (1,5–2,5 раза в сторону увеличения и 1–1,5 раза в сторону уменьшения). В отличие от результатов, полученных другими авторами [2], изменения яркости наблюдались в ту и другую сторону от первоначальной и в существенно большем диапазоне значений, чем в работе [2].

По-видимому, объяснения следует искать в отличиях технологии проведения экспериментов.

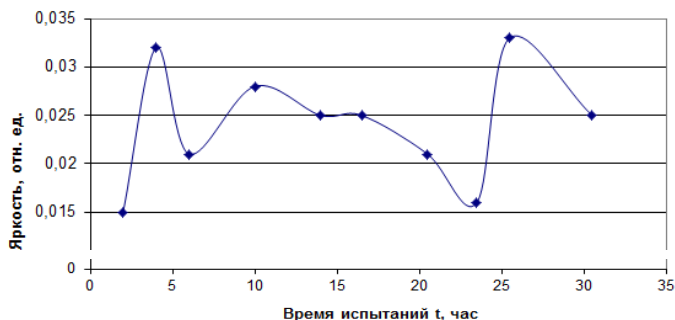


Рис. 1. Изменения яркости СИД в зависимости от времени испытаний

Основное отличие в технологии проведения экспериментов в данной работе и в работе [1] заключается в том, что после каждого испытания измерялась обратная ветвь ВАХ, для того чтобы определять степень дефектности образца. Это связано с тем, что, как показано в [2], возрастание туннельной компоненты обратного тока может быть связано с деградационными процессами, обусловленными возрастанием концентрации донорных дефектов, возникающих в процессе длительного протекания токов повышенной плотности. При этом отрицательные напряжения доходили до 30–40 В. При таких напряжениях могли происходить локальные электростатические пробой, которые со временем, а также при смене полярности могли самозалечиваться и появляться снова [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Шуберт Ф.Е. Светодиоды / Ф.Е. Шуберт. М.: Физматлит, 2008.
2. Полищук А., Туркин А. Деградация полупроводниковых светодиодов на основе нитрида галлия и его твердых растворов // Компоненты и технологии. 2008. №2. С. 25–28.
3. Бочкарева Н.И. Неоднородность инжекции носителей заряда и деградация голубых светодиодов / Н.И. Бочкарева, А.А. Ефремов // Физика и техника полупроводников. 2006. Т. 40, №1. С. 122–127.

РАСШИРЕНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРОДОЛЬНОГО ТИПА

Д.А. Лебедева, аспирант каф. МиМ, ОмГТУ,

К.Ю. Рожков, аспирант каф. травматологии и ортопедии, ОмГМА;

*М.Л. Иванов, инженер лаборатории медицинского приборостроения
Института неразрушающего контроля, НИТПУ*

Научный руководитель А.А. Новиков, проф. каф. МиМ, д.т.н.

г. Омск, ОмГТУ, lebedevada@list.ru

Первоочередное значение в развитии здравоохранения приобретают новые разработки специализированных медицинских аппаратов и их широкое внедрение. Все более значительное место в лечебном аппаратном комплексе начинает занимать низкочастотная ультразвуковая терапия и хирургия. Однако, несмотря на достигнутые успехи в области ультразвуковых медицинских технологий, последние могли бы развиваться значительно интенсивнее, если бы не недостаточная эффективность существующей медицинской ультразвуковой аппаратуры.

Эффективность ультразвукового воздействия определяется стабильностью поддержания амплитуды колебаний рабочего окончания волновода-инструмента ультразвукового пьезокерамического излучателя при различных изменениях условий его взаимодействия с технологической средой. Эти изменения отражаются на эквивалентной нагрузке (нагрузочная способность) ультразвукового излучателя.

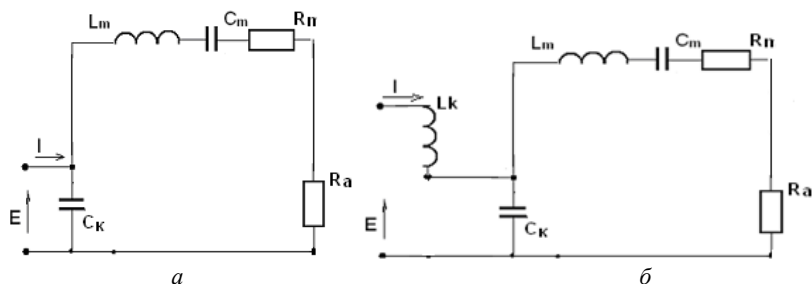


Рис. 1. Расчетная схема математической модели электроакустического тракта УЗМА с пьезоизлучателем продольного типа – а; эквивалентная схема расчетной математической модели излучателя с дополнительной индуктивностью – б

Для оценки причин возникающих проблем применения УЗМА при работе на повышенных мощностях и значительных нагрузках был

проведен анализ основных частотных и нагрузочных характеристик ультразвуковых пьезокерамических излучателей продольного типа, используемых в таких аппаратах (рис. 1, *a*). Увеличение нагрузки приводит к снижению добротности системы с постепенным вырождением резонансных свойств по мере увеличения сопротивления нагрузки и пропорциональному снижению полной проводимости ультразвукового пьезокерамического излучателя.

Для уменьшения влияния нагрузки на основные характеристики ультразвукового пьезоэлектрического излучателя продольного типа необходимо увеличивать его волновое сопротивление. Увеличение волнового сопротивления излучателя возможно двумя путями: снижением упругой составляющей или увеличением массовой составляющей [1].

В [2] было установлено, что необходимый эффект «кажущегося» увеличения его индуктивной (массовой) составляющей может быть достигнут за счет включения в схему дополнительной индуктивности L_k , которая, вместе с C_k , образует новый резонансный контур $L_k C_k$.

Схема расчетной математической модели для рассматриваемого случая будет выглядеть следующим образом (рис. 1, *б*).

Введение дополнительной индуктивности L_k приводит к пропорциональному уменьшению влияния нагрузки на колебательные свойства излучателя за счет увеличения его эффективной полной проводимости. Помимо увеличения полной проводимости излучателя, введение L_k приводит к частотному сдвигу резонансной частоты системы в целом пропорционально величине L_k , а сдвиг резонансной частоты системы приводит к снижению амплитуды колебаний рабочего торца ультразвукового пьезокерамического излучателя продольного типа (при постоянстве возбуждающего напряжения), что объясняется возникающей разницей между частотами механического (при $L_k = 0$) и электрического (при $L_k \neq 0$) резонансов акустической системы в целом.

По мере увеличения дополнительной индуктивности L_k происходит сдвиг резонансной частоты акустической системы в сторону электрического резонанса. При исследовании характера изменения этого частотного сдвига, особенно при различных параметрах нагрузки, можно сделать вывод о наличии некоего оптимального значения L_k , при котором проявляется эффект повышения нагрузочной способности излучателя при относительно небольшой величине ухода резонансной частоты акустической системы. Это значение в соответствии с расчетными данными составляет $L_k = 6,17$, что при величине $C_k = 0,04$ соответствует второй гармонике акустической резонансной частоты пьезокерамического излучателя (рис. 2).

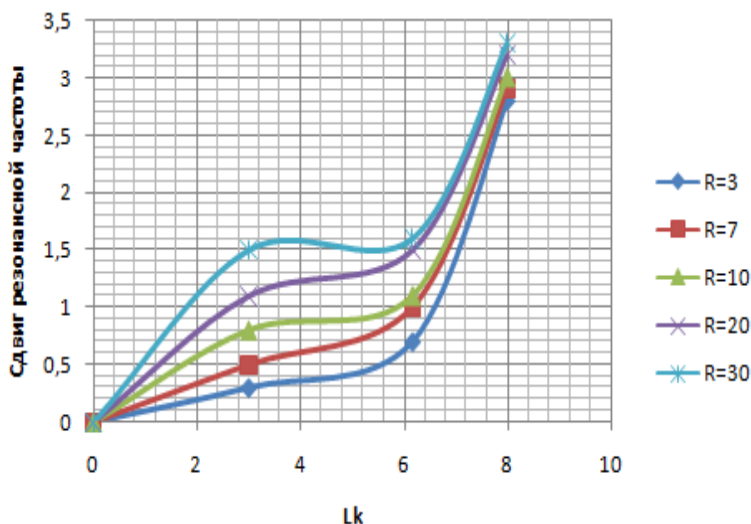


Рис. 2. Оптимальное значение L_k при различных значениях нагрузки

Таким образом, можно сказать, что введение дополнительной индуктивности повышает нагрузочную способность акустической системы, но снижает ее «акустическую эффективность», то есть рост проводимости, а соответственно, и рост тока через излучатель опережает рост амплитуды колебаний рабочего торца, но при рационально выбранном значении дополнительной индуктивности можно существенно уменьшить величину снижения «акустической эффективности» излучателя. При этом надо иметь в виду, что это не полноценное решение вопроса увеличения нагрузочной способности излучателя, а паллиатив, который позволяет обеспечить некоторое улучшение требуемых параметров, но и имеет существенные ограничения в своем применении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков А.А., Лебедева Д.А. Новый способ повышения нагрузочной способности ультразвуковых пьезокерамических излучателей // World & Science : May 1th 2014. Brno, Czech Republic. С. 216–223.
2. Новиков А.А. Способ увеличения нагрузочной способности ультразвукового пьезокерамического излучателя // Омский научный вестник. Сер.: Приборы, машины и технологии. 2008. № 2(68). С. 106–112.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АКТИВНОЙ ЗОНЫ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА ОТ ВРЕМЕНИ ИСПЫТАНИЙ

С.И. Простомолотов, Э.В. Максимова, А.Е. Зуева,

М.О. Лазарева, студенты каф. КУДР

Научный руководитель С.Г. Еханин, зав. каф. КУДР, проф., д.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. КУДР, e-mail: stalker@main.tusur.ru

*Проект ГПО КУДР-1003 «Изучение деградации светодиодных
гетероструктур»*

В последнее время светодиоды все активнее используются для создания светотехнических устройств. Однако в силу особенностей свойств полупроводниковых материалов рабочие характеристики светодиодов существенно термозависимы. Это вынуждает внимательно относиться к вопросам отвода тепла от светодиода при создании светотехнических устройств на их основе.

Обеспечение теплового режима светодиодных ламп является ключевым элементом для повышения эффективности и долговечности устройств. Температура кристалла светодиода зависит от температуры активной зоны. Важность этой характеристики объясняется следующими причинами. Во-первых, от температуры активной зоны зависит внутренний квантовый выход излучения светодиода. Во-вторых, работа светодиода в режиме высоких температур прямо зависит от температуры активной зоны и значительно сокращает время жизни устройства. В-третьих, высокая температура активной зоны внутри светодиода может явиться причиной перегрева кристалла светодиода и разрушения его корпуса. Именно поэтому всегда желательно знать температуру активной зоны в процессе эксплуатации.

Целью данной работы является определение перегрева перехода в гетероструктуре сверхъяркого светоизлучающего диода (СИД) в зависимости от времени испытаний при повышенных плотностях рабочих токов. В данной работе предполагается определение температуры активной зоны СИД, с помощью его термочувствительного параметра – прямого падения напряжения на $p-n$ -переходе [1]. Этот метод в настоящее время является наиболее точным и перспективным применительно к полупроводниковым приборам и интегральным схемам.

Экспериментальная часть. В нашем случае была исследована партия светодиодов известного китайского производителя NINGBO FORYARD OPTOELECTRONICS.

На первом этапе эксперимента проводились калибровочные измерения светодиодов свежего образца, для этого снимались их вольт-амперные характеристики при различных температурах окружающей среды. Вначале измеряются вольт-амперные характеристики свето-

диода при комнатной температуре в импульсном режиме работы (негреющий режим). Далее светодиод помещается в печь и проводятся такие же измерения с построением калибровочных кривых. После проводятся измерения в режиме постоянного тока и определяются зависимости температуры активной зоны при различных значениях прямого тока, как и в [1, 2].

Основные параметры светодиодов приведены в таблице.

Основные параметры СИД

Цвет	Марка	Материал	$I_{пр}, \text{мА}$	$U_{пр}, \text{В}$	$\lambda_{\text{тах}}, \text{нм}$
Синий	FYL-5013UBC	InGaN	30	3,8	470

Затем светодиод ставится на испытания в общей сложности около 52 ч при рабочем токе 75 мА, после чего производим повторное определение температуры активной зоны при различных значениях прямого тока по методике, описанной выше.

По полученным результатам строим зависимости температуры активной зоны от прямого тока для свежего образца и для этого же образца, но подвергнувшегося испытанию при повышенной плотности рабочего тока (рис. 1.)

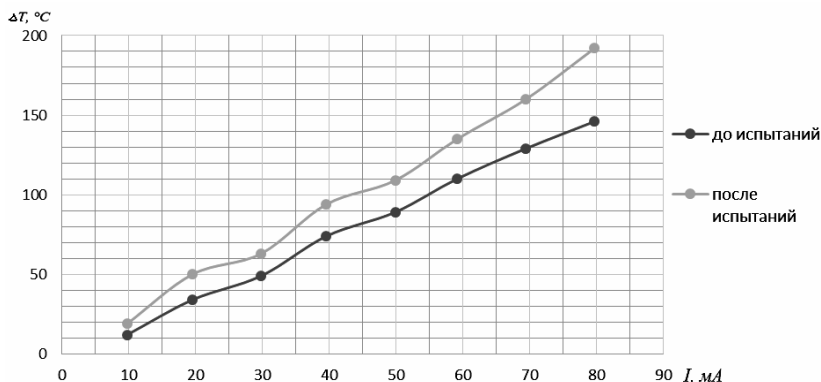


Рис. 1. Графики зависимости перегрева активной зоны СИД при различных значениях прямого тока до и после испытаний

Из графиков можно заметить, что температура активной зоны после ускоренных испытаний имеет более высокие показатели на всем диапазоне интервалов токов.

Во многих источниках, например [3], указывают на то, что в процессе работы СИД в гетероструктуре формируется электрический диполь. При формировании диполя потенциальные барьеры в *n*- и *p*-слоях снижаются. Это приводит к возрастанию токов утечки, а зна-

чит, и к дополнительному нагреву. Со временем возникает неоднородность инжекции, которая приводит к еще большему разогреву, возникновению дополнительных механических напряжений и дефектов, а значит, и увеличению плотности состояний вблизи гетерограниц и еще большей планарной неоднородности зарядопереноса. Кроме этого, при длительных испытаниях начинают проявляться процессы электромиграции примеси.

Кроме того, формирование диполя приводит к уменьшению эффективной толщины активной зоны, что может приводить к усилению туннельного эффекта и также к уменьшению внутреннего квантового выхода СИД, что может привести к ускорению дальнейшей деградации.

Заключение. В результате проведенных исследований и расчетов, мы можем сказать, что после испытаний температура активной зоны светодиода имеет существенный перегрев, на всем интервале исследуемых токов и достигает разницу в 20 °С при токе 60 мА и 40 °С уже при 80 мА. Учитывая данные литературного обзора, это может быть связано с усиливающейся в процессе испытаний локализацией зарядопереноса.

Это следует учитывать при исследованиях долговечности сверхъярких СИД.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шуберт Ф.Е.* Светодиоды / Ф.Е. Шуберт. М.: Физматлит, 2008.
2. *Сокольников А.В.* Определение температуры перехода в гетероструктуре сверхъяркого светодиода / А.В. Сокольников, С.О. Игошев, В.В. Траксова // Электроника и информационные технологии. 2010. №2. С. 34–39.
3. *Бочкарева Н.И.* Неоднородность инжекции носителей заряда и деградация голубых светодиодов / Н.И. Бочкарева, А.А. Ефремов // Физика и техника полупроводников. 2006. Т. 40, №1. С. 122–127.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Е. Пушкарева, Т. Елистратова,

Р. Шарабутдинов, студенты каф. КУДР

Научный руководитель: С.Г. Еханин, зав. каф. КУДР, проф., д.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, stalker@main.tusur.ru

*Проект ГПО КУДР-1103 «Устройства диагностики
и профилактики стрессовых состояний человека»*

Известно влияние циклов активности Солнца на явления в биосфере, в том числе на социально-исторические процессы. А.Л. Чи-

жевский сформулировал зависимость между циклами солнечной активности и различными явлениями биосферы, выделил взаимосвязи живого организма с окружающей его внешней средой обитания [1]. Что касается организма человека, то в результате изучения свойств крови было выявлено изменение числа лейкоцитов, скорости свертывания крови, были доказаны связи сердечно-сосудистых заболеваний человека с солнечной активностью.

Принцип работы устройства. Метод анализа потоков атмосферных гамма-квантов, используемый в устройстве, осуществляется с помощью сцинтилляционного счетчика. Сцинтиллятор – вещество, обладающие способностью излучать свет при поглощении ионизирующего излучения (гамма-квантов, электронов, альфа-частиц и т.д.). Основным преимуществом данного счетчика, по сравнению с газоразрядным является возможность разделения гамма-квантов по энергии.

Структурная схема датчика отражена на рис. 1. При попадании гамма-кванта в кристалл сцинтиллятора образуется трек возбужденных атомов, в результате чего возникает микровспышка. Яркость вспышки будет зависеть от энергии гамма-кванта. Образовавшиеся фотоны фиксируются с помощью микропиксельного лавинного фотодиода (МЛФД). Применение МЛФД в сцинтилляционных датчиках способно заменить фотоэлектронный фотоумножитель.

Для работы МЛФД необходим источник напряжения смещения порядка 30 В (на рис. 1 обозначен как источник питания). Для работы прибора используются гамма-кванты, «генетически» связанные с солнечной активностью, которые рождаются на большой высоте, под действием протонного ветра от солнца.

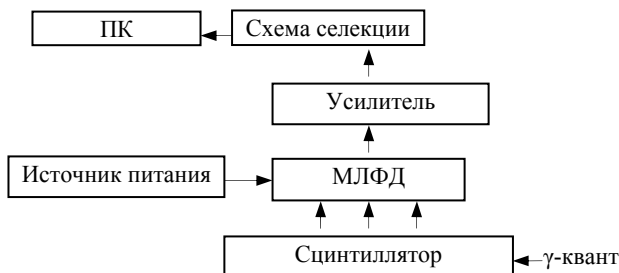


Рис. 1. Структурная схема устройства

Эти гамма-кванты будут в сцинтилляторе давать вспышки более яркие, чем от изотопов воздуха, пыли и т.д., так как имеют энергию, на порядок большую. Вследствие этого имеется возможность их выделения от фонового радиоактивного излучения.

Сигналы усиливаются и подаются на схему селекции (компаратор), где выделяются импульсы с большой амплитудой, соответствующие атмосферным гамма-квантам. Эти импульсы через порт подаются в персональный компьютер (ПК). Чтобы зафиксировать данные всех короткопериодических вариаций солнечной активности, эксперимент нужно проводить час или более. Полученные результаты записываются в текстовый файл ПК, и обрабатываются с помощью офисного редактора Excel. После чего на дисплее можно наблюдать результаты наблюдений, которые представляют собой график зависимости интенсивности потоков гамма-квантов космического происхождения от времени. Анализируя текущие изменения этого графика, можно судить об изменении интегральных характеристик солнечной активности.

С помощью спектрального анализа, основанного на преобразовании Фурье, определяются амплитуды, фазы и периоды каждой гармоники солнечной активности. По амплитудам гармоник можно определить, какие из них на данный период актуальны.

Заключение. Ранее были известны различные циклы солнечной активности, которые описываются числом Вольфа [2]: 80-летние, 11-летние, годовые, 27-дневные, недельные, суточные. В настоящее время выявлены короткопериодические циклы длительностью менее часа: 30-, 20-, 12,5-, 7,5-, 5-минутные и др. [3]. Все это нужно человеку чтобы знать, какие ритмы солнечной активности будут актуальны в ближайшие время. Эти знания могут найти применение в спорте, при различной деятельности, требующей повышенного внимания и ответственности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чижевский А.Л.* https://ru.wikipedia.org/wiki/%D7%E8%E6%E5%E2%F1%EA%E8%E9,%C0%EB%E5%EA%F1%E0%ED%E4%F0_%CB%E5%EE%D%E8%E4%EE%E2%E8%F7#cite_note-kaluga-8
2. *Число Вольфа.* <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. *Чураков Ю.Н., Завершинская О.Е.* Исследование короткопериодических вариаций солнечной активности // Научная сессия ТУСУР–2005: Матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 26–28 апреля 2005 г. Ч. 1. Томск: ТУСУР, 2005. С. 178–180.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В БИМЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ, НА ПОПУЛЯЦИЮ DAPHNIA MAGNA

**М.Г. Семичева, З.Ю. Андасова, А.В. Воробьева, А.Н. Бахолдина,
студентки каф. РЭТЭМ, И.А. Екимова, доцент каф. РЭТЭМ, к.х.н.**

Научный руководитель И.А. Екимова, доцент каф. РЭТЭМ, к.х.н.

г. Томск, ТУСУР, semichevama@mail.ru

*Проект ГПО РЭТЭМ-1303 «Исследования в области популяционной
экотоксикологии»*

Наблюдаемое в последнее время стремительное развитие нанотехнологий привело к расширению области их применения. Наноматериалы и изделия из них стали применять в различных областях науки и техники: от аэронавтики до микро- и нанoeлектроники, от биотехнологии до геномной инженерии. Не удалось избежать «инновационного бума» нанотехнологий и в медицине. Медицинское применение наночастиц обусловлено в основном их физико-химическими свойствами, представленными объектами размером 1–100 нм. Несмотря на наличие множества методик, описывающих методы контроля микроразмерных загрязнителей, имеется необходимость в проведении исследований состояния объектов окружающей среды под воздействием наноразмерных загрязнителей. Определяется это тем, что загрязнители, в зависимости от размеров частиц, обладают различными физическими и химическими свойствами, поэтому, попадая в окружающую среду, способны проявлять различные биологические эффекты. Доказано, что частицы одних и тех же веществ в микро- и наноразмерном состоянии способны вызывать различные биологические эффекты, последствия которых непредсказуемы для живых организмов. Это определяет актуальность исследований в области нанотоксикологии, изучение потенциальной опасности наночастиц, установлении допустимых концентраций [1].

Наиболее широкое распространение в биомедицинских нанoeлектронных средствах получили наночастицы оксидов Zn, Ti и Mg. Поэтому целью работы было исследование воздействия растворов, содержащих наночастицы оксидов Zn, Ti и Mg на динамику численности популяции *Daphnia Magna* по определению хронической токсичности. Ранее результаты по острой токсичности были опубликованы в работе [2].

Для определения хронической токсичности были выбраны по 3 концентрации для каждого вещества – ZnO, MgO, TiO₂, соответствующие 0,1; 0,05 и 0,01 значения летальной концентрации. Количество особей – 7 трехсуточных дафний в каждой из трех повторностей. Пи-

тание и замена среды культивирования производилась согласно методическим рекомендациям по содержанию культуры [3,4]. Содержание кислорода 6,0 мг/л, температура среды 20,6–22 °С. В качестве основных показателей токсичности выступают показатели выживаемости, роста, плодовитости и качества потомства. Длительность опыта определяется временем появления четырех пометов у рачков контрольной группы. Данные эксперимента представлены в табл. 1, 2.

Т а б л и ц а 1

Данные контрольной группы дафний

День эксп.	Число рачков, ед.				Характеристики культуры
	Исх.	1 п	2 п	3 п	
1	21	–	–	–	Рачки прозрачного цвета, с хорошо различимыми морфологическими особенностями, размеры 0,8–0,9 мм
7	21	–	–	–	Особи находятся в стадии откладывания яиц. Размеры в среднем 4 мм. Физиологические показатели в норме
14	20	224	–	–	Показатели культуры в норме. Особи первого помета находятся в стадии ювильной линьки
21	19	224	329	–	Показатели культуры в норме. Первое поколение в стадии созревания яиц
28	19	224 +1	329	475	Исходное потомство производит потомство третьего помета. У культуры третьего помета началось производство потомства

Исходя из данных по контрольной группе, можно сделать выводы, что созревание особей данной группы происходило в течение 10–13 дней, временной промежуток между кладками составил 12–14 дней, морфологические и физиологические показатели культуры в норме. Гибель особей исходной культуры составила не более 10% от общего числа принимаемых за контроль объектов. В табл. 2 представлены результаты хронического эксперимента.

Содержание в культивационной среде растворов с частицами диоксида титана приводит к достоверному снижению выживаемости популяции дафний, однако отмечается, что это не сказывается на величине плодовитости популяции в хроническом эксперименте. Кроме того, особи, подвергшиеся воздействию растворов с данными веществами, меняют окраску, что свидетельствует об отклонении показателей культивационной среды от естественных.

Таблица 2

Данные хронического эксперимента для диоксида титана

День эксп.	Концентрация, мг/л	Число рачков, ед.				Патологии и особенности
		Исх.	1 п	2 п	3 п	
1	2,82	21	–	–	–	Аналогично контролю
7		20	–	–	–	Снижение двигательной активности, исключительное расположение в области дна, помутнение тельца рачков. Остальные показатели соответствуют контролю
14–21		12	87	–	–	Наблюдается снижение пищевой активности относительно контроля, существенное отставание в развитии особей первого помета. У четырех самок наблюдается развитие эфиппиумов. Самки исходной группы на стадии кладки яиц
28		9	77	5	–	Отмечается запаздывание в развитии. Показатели прежние

ЛИТЕРАТУРА

1. *Методические* указания по проведению санитарно-эпидемиологической экспертизы продукции, полученной с использованием нанотехнологий и наноматериалов: метод. указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 30 с.
2. Сурикова В.Е., Егорова М.А. Динамика численности популяции *Daphnia magna* S и *Artemia salina* l при воздействии водных систем, содержащих наночастицы оксидов металлов: матер. конф. участников ГПО ТУСУР–2013.
3. Бубнов А.Г., Буймова С.А., Гуцин А.А., Извекова Т.В. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб.-метод. пособие. Иваново, 2007. 112 с.
4. Симаков Ю.Г. Водная токсикология: учебно-методический комплекс. М.: МГУТУ, 2012. 225 с.

**АДАПТАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В СВЕТОДИОДАХ
ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ**

**С.И. Простомолотов, А.Е. Зуева, Э.В. Максимова, М.О. Лазарева,
студенты каф. КУДР**

*Научный руководитель А.А. Томашевич, аспирант каф. КУДР
г. Томск, ТУСУР, stalker@main.tusur.ru*

*Проект ГПО КУДР-1003 «Изучение деградации светодиодных
гетероструктур»*

В последние годы светодиодное освещение приобретает все большую популярность благодаря низкому энергопотреблению и дос-

точно высокой эффективности и большому сроку службы по сравнению с другими источниками света.

Многие производители светодиодных приборов намеренно завышают рабочие токи для увеличения яркости свечения и улучшения соотношения цена/люмен, однако чрезмерное завышение рабочих токов может привести к тому, что срок службы прибора окажется меньше заявленного. Скрытые дефекты, возникающие как в процессе изготовления светодиода, так и в процессе его эксплуатации, могут значительно сократить срок службы прибора, особенно в условиях завышенных плотностей рабочих токов.

Определение механизмов деградации светодиодных структур обеспечит выбор оптимального рабочего тока, при котором прибор будет работать максимально эффективно на протяжении заявленного срока службы.

В данной работе представлены результаты экспериментов, в которых было проведено измерение обратных ветвей вольт-амперной характеристики (ВАХ) синего светодиода FYL-5013UWC/S в области микротоков до и после испытаний (в прямом включении) при больших плотностях тока. Как показано ранее [1], изменение обратной ветви ВАХ связано с деградационными процессами, обусловленными возрастанием концентрации дефектов, возникающих в процессе длительного протекания токов повышенной плотности, и может служить критерием ранней диагностики начала интенсивных процессов деградации.

Ниже представлен рис. 1, на котором изображены обратные ветви ВАХ до (1) и после испытаний при токах 20 мА (2) и 40 мА (3). Как видно из рис. 1, ВАХ до и после испытания при номинальном токе 20 мА практически не изменилась (зависимости 1 и 2), однако после выдержки 1 ч при рабочем токе, который в два раза больше номинального (40 мА), наблюдается увеличение напряжения туннельного пробоя (зависимость 3).

Далее на рис. 2 представлены обратные ветви ВАХ до и после испытаний этого же образца при токе 60 мА, а также после 60-часового «отдыха» (релаксации).

Как видно из рис. 2, при повышении тока до 60 мА обратная ветвь ВАХ не сильно отличается от представленной на рис. 1 (кривая 3), измеренной при токе 40 мА. Однако после 60-часовой релаксации обратная ветвь ВАХ сместилась еще дальше в сторону увеличения напряжения пробоя. Это свидетельствует о дальнейшем улучшении электрической прочности структуры с увеличением времени и жесткости испытаний, а также времени «отдыха» образца.

Эти результаты вроде бы противоречат выводам, приведенным в работе [1], о том, что в процессе испытаний при повышенных рабочих

токах наблюдается неуклонное ухудшение электрической прочности светоизлучающих диодов (СИД) при обратном напряжении. Однако многие исследователи указывают на улучшение практически всех параметров СИД на начальной стадии испытаний [2].

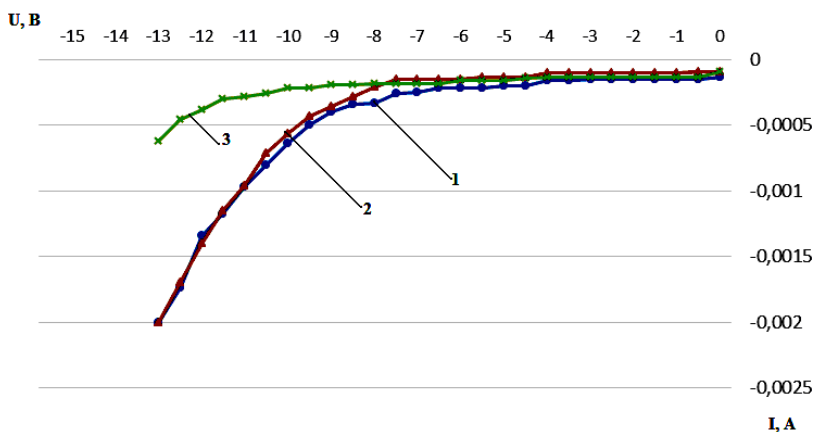


Рис. 1. Обратные ветви ВАХ до (1) и после (2, 3) испытаний

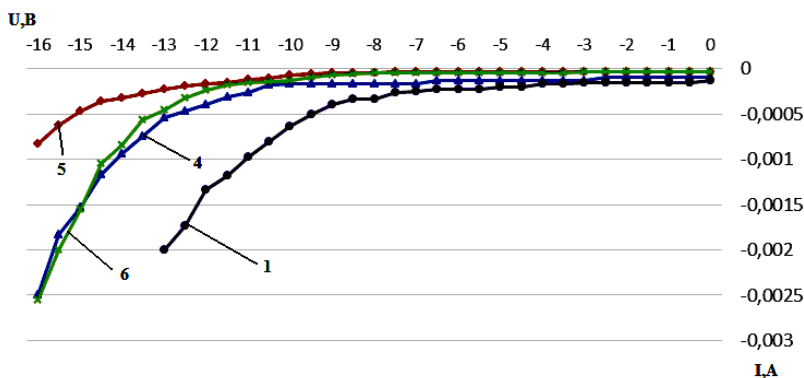


Рис. 2. Обратные ветви ВАХ до (1) и после (4, 6) испытаний по часу при рабочем токе 60 мА, а также после 60-часовой релаксации (5). Номер зависимостей соответствует и номеру испытаний одного и того же образца

Наблюдаемое изменение электрической прочности структуры при обратном напряжении может быть обусловлено формированием и разрушением электрических диполей на гетерогранице.

Формирование диполя и начальная стадия деградации светодиода могут быть связаны с захватом носителей заряда на дефектах, а также трансформацией водородосодержащих комплексов на межфазных и

межзеренных границах гетероструктуры [3]. При малых прямых и обратных напряжениях, когда p – n -переход закрыт, даже небольшие напряжения создают сильное электрическое поле (порядка 10^7 В/м), что может приводить к рассасыванию заряда диполя и увеличению электрической прочности гетероструктуры на ранней стадии деградации. Этому же способствует и длительный «отдых» (релаксация) образца.

Данные эффекты можно использовать для восстановления структуры светодиода для оптимизации его эффективности и срока службы во время эксплуатации при повышенных плотностях рабочих токов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коровкин А.А., Чехоненко А.П., Казко Е.И., Ермолаев А.В. Деградация СИД и обратная ветвь вольт-амперной характеристики // Научная сессия ТУСУР–2013: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15–17 мая 2013 г. Томск: В-Спектр, 2013. Ч. 1. С. 161–163.
2. Полищук А. Деградация полупроводниковых светодиодов на основе нитрида галлия и его твердых растворов / А. Полищук, А. Туркин // Компоненты и технологии. 2008. №2. С. 25–28.
2. Бочкарева Н.И. Неоднородность инъекции носителей заряда и деградация голубых светодиодов / Н.И. Бочкарева, А.А. Ефремов // Физика и техника полупроводников. 2006. Т. 40, №1. С. 122–127.

ПОГЛОЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВЕ ГЕКСАГОНАЛЬНОГО ФЕРРИТА И МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ

К.О. Фролов, студент

*Научный руководитель О.А. Доценко, доцент каф. РЭ, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТГУ, keap94@mail.ru*

Развитие электронной техники, систем безопасности, телекоммуникаций и других отраслей экономики требует разработки новых полимерных композиционных материалов со специальными функциональными свойствами, такими как прочность, легкость, высокий уровень поглощения электромагнитного излучения (ЭМИ), требуемые значения диэлектрической проницаемости (ДП) и магнитной проницаемости (МП). Для расширения функциональных возможностей композиционных материалов в них добавляют различные наполнители. Одними из них являются ферриты [1]. Добавление углеродных нанотрубок оказывает сильное влияние на электромагнитные характеристики композиционных материалов [2].

Целью исследования является измерение коэффициентов поглощения и отражения электромагнитных волн образцов композитов с

помощью измерителя Р2М-04. Объект исследования – композит на основе порошка феррита $\text{Ba}_3\text{Co}_{2,4}\text{Ti}_{0,4}\text{Fe}_{23,2}\text{O}_{41}$ и многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) диаметром 9,4 нм, произведенных Институтом катализа СО РАН. Ферритовый наполнитель был изготовлен по стандартной керамической технологии [3]. МУНТ синтезировались через этиленовое разложение при 680 °С в присутствии катализатора FeCo [4]. В качестве связующего был выбран эпоксидный клей марки ЭДП-20.

Экспериментальные образцы изготовлены следующим образом: высушенный порошок ферритовой керамики, МУНТ и эпоксидный клей взвешивались в требуемых массовых пропорциях, помещались в емкость и тщательно перемешивались в течение 15 мин до однородного состояния. Полученная смесь наливалась в четыре идентичные формы. Две формы оставлялись для полимеризации при нормальных условиях, а две – помещались в установку для текстурования магнитных полимерных материалов [3]. Образцы для измерений представляли собой шайбы толщиной 4 мм с внешним диаметром 16 и внутренним – 6,95 мм. Описание образцов представлено в таблице.

Описание экспериментальных образцов

№	Состав образца	Массовая пропорция	Воздействие внешнего магнитного поля
1	ТФ+МУНТ+ЭДП	65:1:34	Нетекстурованный
2	ТФ+ЭДП	66:34	Нетекстурованный
3	ТФ+МУНТ+ЭДП	65:1:34	Текстурованный
4	ТФ+ЭДП	66:34	Текстурованный

Результаты измерения представлены на рис. 1 и 2. Экспериментальные кривые с закрашенными точками соответствуют композитам, не подвергавшимся воздействию внешнего магнитного поля, а не закрашенные – образцам, подвергшимся воздействию поля.

Из полученных результатов видно, что область дисперсии образца №1 находится в районе 3,8 ГГц, при этом уровень мощности достигает –17 дБ; у образца № 2 – в диапазоне 3–4 ГГц, уровень

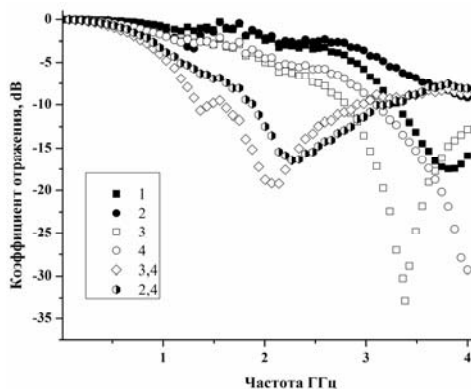


Рис. 1. Частотная зависимость коэффициента отражения образцов

мощности достигает $-6,4$ дБ, у образца № 3 на частоте $3,39$ ГГц пик поглощения мощности достигает $-32,8$ дБ. У образца № 4 в исследуемом диапазоне частот пик не наблюдается, но максимальное полученное значение поглощения составило $-29,5$ дБ на частоте 4 ГГц.

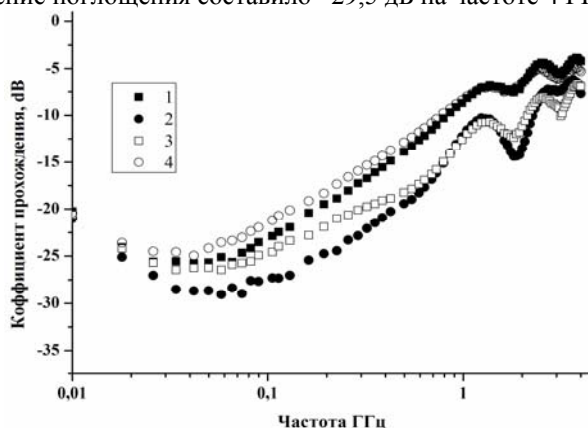


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента прохождения образцов

Исследование двухслойного образца, состоящего из образцов № 3 и № 4, показало, что область дисперсии находится в диапазоне от $1,9$ до $2,15$ ГГц, средний уровень отраженной волны составил -19 дБ на этом отрезке частот. Двухслойный образец из № 2 и № 4 имеет область дисперсии в диапазоне от 2 до $2,8$ ГГц, при этом средний уровень отраженной мощности составил $-14,73$ дБ.

Измерения коэффициента прохождения показало, что самое большое поглощение у всех образцов находится в области от $0,01$ до $0,5$ ГГц, причем в образце № 2 наблюдается наибольшее поглощение $-29,5$ дБ на частоте $0,05$ ГГц.

Таким образом, в результате проведенного исследования показано, что добавление МУНТ и воздействие внешнего магнитного поля во время полимеризации приводит к увеличению значения поглощения ЭМВ (см. рис. 1) в образцах. Исследование образцов так же показало, что упорядочивание МУНТ во внешнем магнитном поле, уменьшило значения коэффициента прохождения ЭМВ (см. рис. 2) для образца №3.

Исследование проводилось в центре коллективного пользования Национального исследовательского Томского государственного университета «Центр радиофизических измерений, диагностики и исследования параметров природных и искусственных материалов».

Благодарим профессора Томского государственного университета Е.П. Найдена и доцента Томского государственного университета В.А. Журавлева за ценные советы и помощь в работе.

Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Применение* магнитомягких материалов [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.amtc.ru/publications/articles/2095/> 20.02.15.

2. Кочеткова О.А., Леухина А.Е., Доценко О.А. Микроволновые электрофизические характеристики композитов на основе многостенных углеродных нанотрубок // *Современные проблемы радиоэлектроники: сб. науч. трудов*. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. С. 398–401.

3. *Wagner D.V., Dotsenko O.A.* Electromagnetic properties of Z-hexaferrites composites with magnetic texture // *International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM. 2014.* 6882494. P. 132–135.

4. *Mazov I.N., Kuznetsov V.L., Moseenkov S.I., etc.* Electrophysical and Electromagnetic Properties of Pure MWNTs and MWNT / PMMA Composite Materials Depending on Their Structure // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. 2010. Vol. 18, № 4. С. 505–515.

СЕКЦИЯ 5

РАЗРАБОТКА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

*Председатель секции – Лоцилов Антон Геннадьевич,
зав. каф. КУДР, начальник СКБ «Смена» ТУСУРа, к.т.н.;
зам. председателя – Убайчин Антон Викторович, с.н.с.
СКБ «Смена», к.т.н.*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫМИ КАБЕЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ

И.И. Александров, студент каф. КУДР

*Научный руководитель А.А. Бомбизов, м.н.с. СКБ «Смена» ТУСУРа, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, itnik28@mail.ru*

В настоящее время в связи с компьютеризацией инфраструктуры человеческой деятельности получили широкое распространение центры обработки данных. Такие центры состоят из множества дисковых хранилищ информации и обслуживающих вычислительных средств, которые коммутируются между собой и внешней сетью. Каждое коммутационное соединение в большинстве случаев осуществляется при помощи витых пар с разъемами RJ-45. При большом количестве соединений возникают проблемы в их организации. Более четверти простоев в работе кабельных систем связано именно с изменением кабельных соединений, в чем огромную роль играет человеческий фактор.

Существуют различные системы для организации кабельной структуры, которые можно классифицировать следующим образом.

1. AMPTRAC – система, идентифицирующая соединение при физическом замыкании контактов. Эта система использует технологию «9-го проводника» [1] (рис. 1, а).

2. .max – интеллектуальная система управления структурированными кабельными соединениями, основанная на бесконтактной технологии радиочастотных меток RFID (рис. 1, б) [2].

3. В системе Quaeo используется технология CPID (Connection Point Identification) [1]. Данная технология базируется на чипах с интерфейсом One Wire [3], встроенных в витые пары (рис. 1, в), в которых хранится вся необходимая информация о типе, классе, длине и пр., относящаяся к подключенным шнурам.

Помимо центров обработки данных проблема оптимальной организации соединений существует в системах диагностики и измерения параметров различных объектов. Примером может быть автоматизи-

рованная система контроля параметров информационных магистралей и их компонентов для систем управления космических аппаратов [4], в которой для осуществления диагностики каждого типа объекта требуется подключение специального многопроводного соединителя, что создает возможность ошибки выполнения диагностики тестовых объектов.

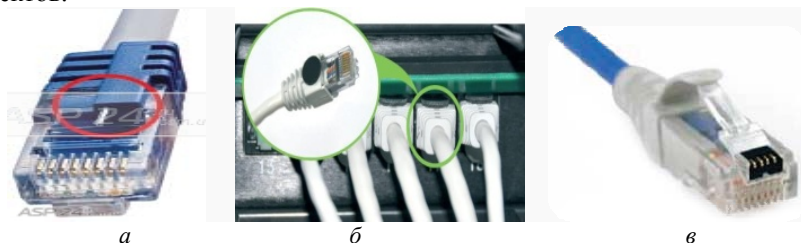


Рис. 1. Технологии систем

Решением в данной ситуации может быть встраивание в разъемы измерительных соединителей микросхем памяти для осуществления их идентификации в системе. Такой подход позволяет автоматизированной системе по идентификатору определять тип соединителя и автоматически осуществлять выбор типа диагностирования для подключенного тестового объекта.

В связи с дефицитом контактов на разьеме соединителя наиболее оптимальным является использование решений на базе One Wire, который использует только один сигнальный провод для передачи данных. Как правило, каждый соединитель обладает своими электрическими параметрами и при подключении требуется выполнять калибровку системы диагностики вместе с соединителем. Существующие микросхемы памяти с интерфейсом One Wire обладают достаточным объемом памяти для хранения калибровочной информации. Ориентировочно можно оценить требуемый объем памяти путем описания параметров, требуемых для калибровки провода соединителя. В таблице приведен вариант подобного описания.

**Структура хранения калибровочных данных
в микросхеме кабельного соединителя**

Калибровочные данные	Количество, байт
Идентификатор провода соединителя	2
Волновое сопротивление	2
Электрическое сопротивление	2
Эквивалентная емкость	2
Эквивалентная индуктивность	2

Тип микросхемы выбирается с учетом габаритных параметров, чтобы разместить внутри корпуса разъёма, и объема калибровочной информации. Так как в данном случае провод соединителя идентификатор и четыре калибровочных параметра, то весь соединитель при наличии, к примеру, 10 сигнальных линий требует объем памяти 100 байт для хранения информации проводов и четыре байта для хранения идентификатора и типа соединителя. Для хранения этих данных может быть использована микросхема DS2431 [5] с объемом 128 байт многократно перезаписываемой памяти EEPROM.

В результате проведенного анализа сделан вывод, что интеграция микросхем памяти с интерфейсом One Wire в соединители измерительных комплексов может повысить уровень автоматизации и уменьшить время диагностики тестовых объектов путём исключения обязательной калибровки соединителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системы управления Quareo и AMPTRAC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ampnetconnect.eu/neptun/neptun.php/oktopus/image/26807> (дата обращения: 04.03.2013).
2. .max – бесконтактная интеллектуальная система управления кабельными соединениями [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.sib.com.ua/arhiv_2010/2010_4/statia_4_6_2010/statia_4_6_2010.htm (дата обращения: 02.03.2015).
3. *Что такое 1 – Wire?* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/1W.pdf> (дата обращения: 01.03.2015).
4. Бомбизов А.А. Автоматизированная система контроля параметров информационных магистралей и их компонентов для систем управления космических аппаратов // А.А. Бомбизов, С.П. Караульных, М.А. Лазько и др. // Изв. вузов. Физика. 2012. № 9/3. С. 72–78.
5. *Устройства идентификации и хранения информации* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elin.ru/files/pdf/1-Wire/1W-chips4.pdf/> (дата обращения: 01.03.2015).

РАЗРАБОТКА БЛОКА НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННОГО НУЛЕВОГО МИКРОВОЛНОВОГО РАДИОМЕТРА

Е.В. Алексеев, Г.Г. Жук, студенты, А.В. Убайчин, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, egor123ea@mail.ru

Среди широкого класса радиометрических систем особое место занимают радиометры на основе модификации нулевого метода измерений. Модификация нулевого метода позволяет повысить метрологические характеристики радиометрических систем по сравнению с из-

вестными аналогами, описанными, например, в [1–4]. В основе функционирования нулевой модифицированной радиометрической системы заложен алгоритм синхронного выполнения двух видов импульсной модуляции – амплитудной и широтной. Данная особенность позволяет снизить влияние основных дестабилизирующих факторов работы микроволновых радиометров (дрейф, флуктуации собственной шумовой температуры и коэффициента усиления приемников) и выразить шумовую температуру антенны косвенно через длительность сигнала широтно-импульсной модуляции. Особенности выполнения алгоритма следящей системы авторегулирования нулевого баланса обуславливают структуру сверхвысокочастотной [5] и низкочастотной части прибора.

Большую роль в обеспечении заданного при проектировании уровня метрологических характеристик играет блок низкочастотной обработки сигналов [6]. В данной работе рассматривается структурная схема блока низкочастотной обработки сигналов для нулевого модифицированного микроволнового радиометра, предназначенного для дистанционного зондирования Земли с диапазоном рабочих длин волн 5...21 см.

В соответствии с алгоритмом функционирования радиометрической системы [7] была разработана структурная схема блока низкочастотной обработки сигналов. Структурная схема представлена на рис. 1.

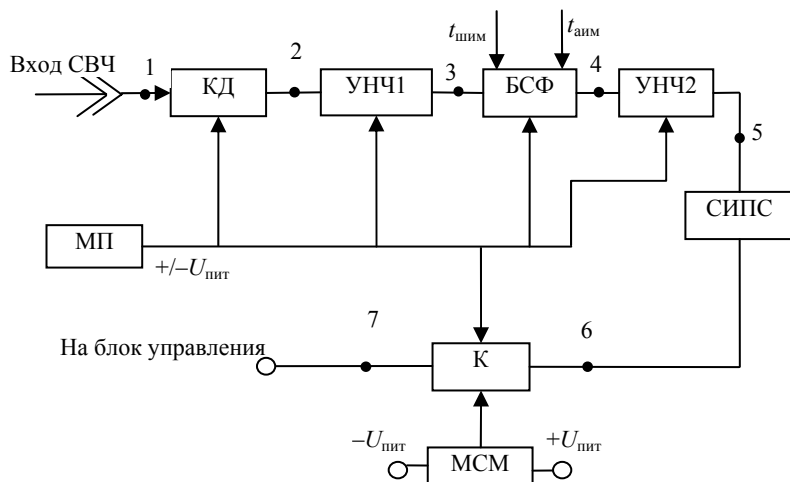


Рис. 1. Структурная схема блока низкочастотной обработки сигнала

В состав блока низкочастотной обработки сигналов входят: модуль питания (МП), квадратичный детектор (КД), усилители низкой частоты (УНЧ1 и УНЧ2), блок синхронных фильтров (БСФ), система исключения постоянной составляющей (СИПС), компаратор (К) и модуль смещения (МСМ).

Характерной особенностью блока низкочастотной обработки сигнала для указанных радиометрических систем является необходимость применения трех и более блоков динамического интегрирования (синхронных фильтров). В данной реализации они выполнены на основе аналогового мультиплексора.

Аналоговый мультиплексор подключает выходы S_1, S_2, S_3, S_4 к общему входу D в зависимости от состояния управляющего двоичного сигнала, который поступает через входы A_1 и A_0 , и анализируется цифровым входом P . Динамическое интегрирование осуществляется за счет последовательного подключения конденсаторов к общей точке. При этом происходит аналоговое усреднение принимаемого шумового сигнала соответствующего уровня [8].

Схема включения синхронных фильтров представлена на рис. 2. Усилитель низкой частоты выполнен на основе операционного усилителя AD8674 в неинвертирующем включении. Схема включения УНЧ на основе операционного усилителя показана на рис. 3.

В соответствии с алгоритмом модификации нулевого метода измерений для реализации блока низкочастотной обработки сигналов необходимы усилители низких частот (УНЧ1 и УНЧ2) с соответствующими коэффициентами усиления ($K_{y1} = 50$ и $K_{y2} = 25$).

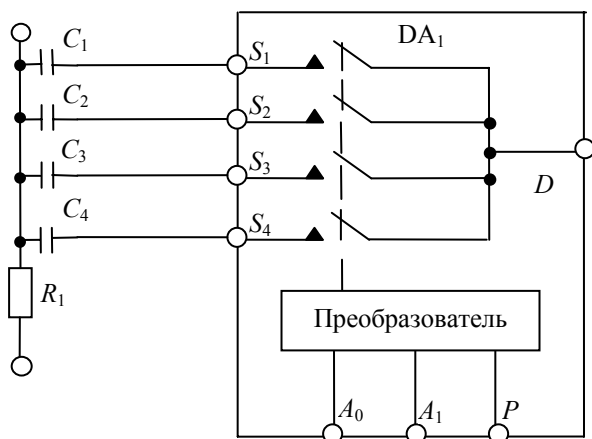


Рис. 2. Схема включения синхронных фильтров

На рис. 2 конденсаторы C_1, C_2, C_3, C_4 по 1 мкФ; резистор R_1 – 7 кОм, аналоговый мультиплексор DA_1 – ADG1204.

Проведены расчёты коэффициентов усиления [9] по (1):

$$K_y = 1 + \frac{R_3}{R_1}. \quad (1)$$

Проведя расчёты, были получены следующие значения для УНЧ1: $R_3 = 98$ кОм и $R_1 = 2$ кОм. Аналогично проведены расчёты номиналов резисторов для УНЧ2. Получены следующие значения: $R_3 = 48$ кОм и $R_1 = 2$ кОм. Выбор номиналов резисторов произведен в соответствии с критериями технической документации на операционный усилитель [10].

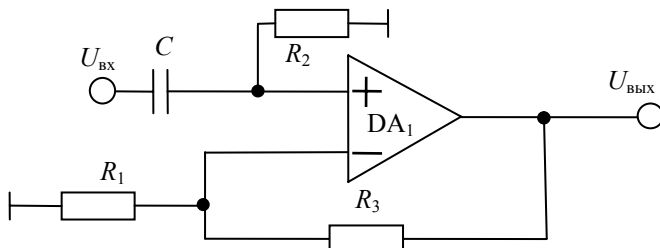


Рис. 3. Схема включения УНЧ на основе операционного усилителя

На рис. 3: $R_1 = 2$ кОм; $R_2 = 10$ кОм; $R_3 = 48$ кОм; $C = 1$ нФ, операционный усилитель DA_1 – AD8674.

Система исключения постоянной составляющей выполнена на основе фильтра верхних частот и представлена на рис. 4.

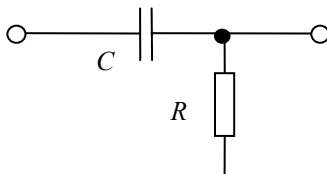


Рис. 4. Схема включения фильтра высоких частот

На рис. 4: $C = 1$ мкФ, $R = 7$ кОм.

Основным требованием к системе исключения постоянной составляющей являются динамические свойства в части минимальных искажений вольт-секундной площади импульсной последовательности и обеспечения требуемой скорости заряда-разряда [11]. Динамические свойства СИПС как фильтра верхних частот определяются параметром τ , характеризующимся частотой модуляции. Как правило, частота модуляции микроволновых радиометров составляет 1...5 кГц [12].

Известно, что параметр τ [5] должен быть в пределах 5...10 периодов модуляции. Так как период нижней границы диапазона частот модуляции равен 1 мс, то параметр τ , в соответствии с указанным выше условием, определим из критерия (2):

$$\tau = T \cdot 7, \quad (2)$$

где T – период модуляции.

В данном случае параметр τ равен 7 мс. Для выбора номиналов элементов СИПС используем формулу (3):

$$\tau = R \cdot C. \quad (3)$$

После расчёта номиналов элементов и их анализа были выбраны следующие значения: $R = 7$ кОм, $C = 1$ мкФ.

Модуль формирования питающего напряжения выполнен на основе двух параметрических стабилизаторов напряжения. Схема включения модуля формирования питающего напряжения показана на рис. 5. Конденсаторы выполняют функцию фильтров питания и сглаживают пульсации входного и выходного напряжений.

Квадратичный детектор блока низкочастотной обработки выполнен на основе диода HSMS-2862. Схема включения детекторной секции показана на рис. 6. Разделительный конденсатор C_1 обеспечивает развязку по постоянному току выходных цепей широкополосного усилителя [5] и цепей смещения диода. Конденсатор C_2 выполняет функцию разделения цепей детекторной секции по постоянному току.

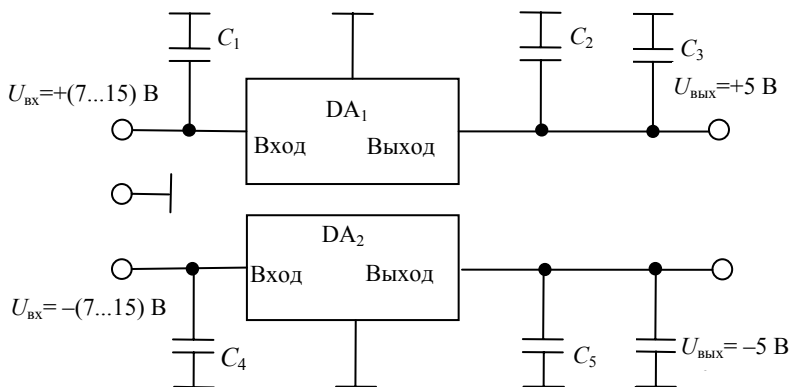


Рис. 5. Схема включения модуля формирования питающего напряжения

На рис. 5: $C_1 = 1$ нФ, $C_2 = 100$ нФ, $C_3 = 10$ мкФ, $C_4 = 1$ нФ, $C_5 = 100$ нФ, $C_6 = 10$ мкФ, стабилизаторы напряжения DA_1 – LM78L05 и DA_2 – LM79L05.

Резисторы R_1 и R_2 обеспечивают сглаживание высокого внутреннего сопротивления диода в рабочей точке с характеристическим сопротивлением, направляющей сверхвысокочастотной структуры.

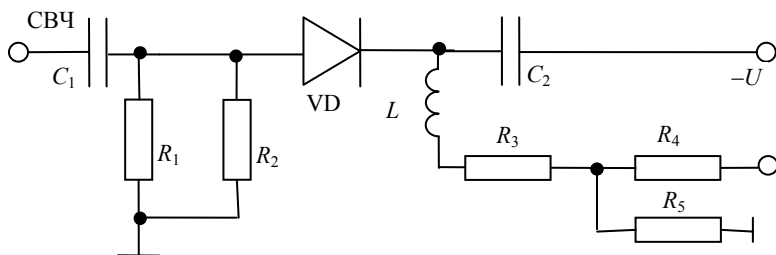


Рис. 6. Схема включения детекторной секции

На рис. 6: $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 100 \text{ Ом}$, $R_3 = 750 \text{ кОм}$, $R_4 = 670 \text{ Ом}$, $R_5 = 2 \text{ кОм}$, $C_1 = 100 \text{ нФ}$, $C_2 = 10 \text{ мкФ}$, диод VD – HSMS2862.

Резисторы R_4 и R_5 обеспечивают требуемое напряжение смещения для источника тока, формирующее ток смещения диода. Внутреннее сопротивление источника тока определяется номиналом резистора R_3 . Индуктивность L необходима для обеспечения высокого сопротивления для продетектированной шумовой огибающей входного сигнала.

Квадратичный детектор необходим для выделения огибающей высокочастотного сигнала по квадратичному закону для обеспечения линейной связи выходного напряжения и входной мощности. Диапазон рабочих длин волн для данного модуля лежит в периоде $5 \dots 57 \text{ см}$ (определяется технической документацией [13]).

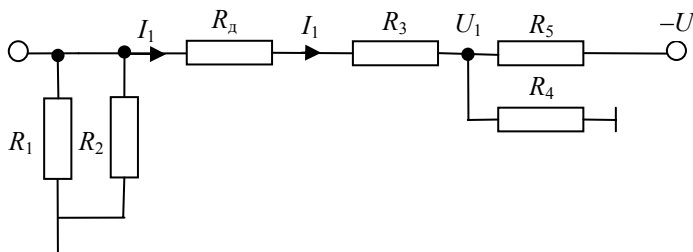


Рис. 7. Эквивалентная схема детекторной секции по постоянному току

Для реализации режима высокой чувствительности необходимо задать рабочую точку диода. В соответствии с технической документацией режим максимальной чувствительности обеспечивается при токе смещения $\approx 5 \text{ мкА}$. Так, например, при входной мощности минус 30 дБм·Вт , частоте $2,45 \text{ ГГц}$, сопротивлении нагрузки диода 100 кОм и

токе смещения 5 мкА на выходе детектора формируется напряжение 30...40 мВ.

Ввиду затруднительности определения номинала внутреннего сопротивления диода в рабочей точке было принято решение задать режим работы диода при помощи источника тока. Источник тока выполнен на резистивном делителе.

Расчёт делителя проведем в соответствии с условиями реализации источника тока. Условием вывода диода в рабочую точку является обеспечение стабильного тока смещения, формируемым источником тока, имеющим высокое внутреннее сопротивление. Внутреннее сопротивление источника тока должно быть намного больше предполагаемого сопротивления диода в рабочей точке.

$$R_1 \parallel R_2 + R_D \ll R_3. \quad (4)$$

В соответствии с технической документацией [13] известно, что сопротивление диода лежит в пределах 5...10 кОм.

$$R_D < 10 \text{ кОм.}$$

В соответствии со структурной схемой (см. рис. 1) получаем, что

$$R_D + R_1 \parallel R_2 \approx 10 \text{ кОм.}$$

Пусть внутреннее сопротивление источника тока определяется соотношением (5):

$$R_3 \geq 75 \cdot R_D. \quad (5)$$

Тогда, используя формулу (5), получим

$$R_3 = 750 \text{ кОм.}$$

Проведем расчет напряжения смещения, обеспечивающего ток 5 мкА. Для этого воспользуемся законом Ома (6):

$$U_1 = I_1 \cdot R_3. \quad (6)$$

По формуле (6) получим необходимое напряжение смещения

$$U_1 = 3,75 \text{ В.}$$

Исходя из напряжения питания ($-U_{\text{пит}} = -5 \text{ В}$), определим номиналы резисторов в делителе, создающих необходимое напряжение смещения.

$$\frac{U_{\text{п}}}{U_1} = \frac{R_4}{R_5}. \quad (7)$$

По формуле (7) найдем соотношение

$$\frac{R_4}{R_5} = 0,33.$$

Пусть $R_4 = 2 \text{ кОм}$, тогда получим, что $R_5 = 670 \text{ кОм}$.

Аналоговый компаратор определяет полярность напряжения на входе и генерирует сигнал TTL. Компаратор выполнен на интегральной микросхеме LM311.

Основная функция компаратора – это сравнение двух напряжений, одно из которых образцовое или опорное, а другое собственно измеряемое. Выходной сигнал компаратора может принимать лишь два значения: логический ноль и логическая же единица. Компаратор работает в режиме определения полярности напряжения (сравнения сигнала с нулевым напряжением) и является индикатором нулевого баланса. Схема включения компаратора представлена на рис. 8.

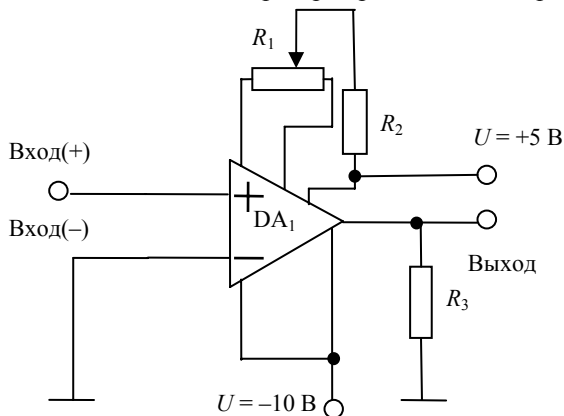


Рис. 8. Схема включения компаратора

На рис. 8: $R_1 = 3 \text{ кОм}$, $R_2 = 3 \text{ кОм}$, $R_3 = 10 \text{ кОм}$, аналоговый компаратор DA_1 – LM311.

Для пояснения алгоритма работы блока низкочастотной обработки сигналов представлен рис. 9.

Первая диаграмма (рис. 9, а) отображает широтно-импульсный управляющий сигнал $t_{\text{шим}}$. Данный сигнал управляет каналом подшумливания в системе [5], и совместно с сигналом амплитудно-импульсной модуляции $t_{\text{аим}}$ (рис. 9, б) задает режимы работы синхронного фильтра (см. рис. 1). Управляющий сигнал $t_{\text{аим}}$ задает частоту модуляции в радиометре и управляет поочередной коммутацией на вход приемника антенны и опорного источника шума.

Синхронное выполнение данных сигналов задает режим работы системы, при этом на вход детектора (место наблюдения сигнала отмечено точкой 1 на рис. 1) поступает амплитудно-модулированный шумовой сигнал (рис. 9, в) размах уровней которого пропорционален мощности источников шума на входе приемника.

В соответствии со структурной схемой (см. рис. 1) после операции квадратичного детектирования происходит выделение огибающей сигнала по квадратичному закону, что показано на рис. 9, г, соответст-

вующему точке 2 структурной схемы. После детектирования сигнал усиливается в первом УЧН, что помимо увеличения размаха сигнала приводит к увеличению шумов (рис. 9, *д*, соответствующий точке 3 структурной схемы). После операции усиления при помощи синхронных фильтров происходит усреднение сигнала (рис. 9, *е*, соответствующий точке 4 структурной схемы).

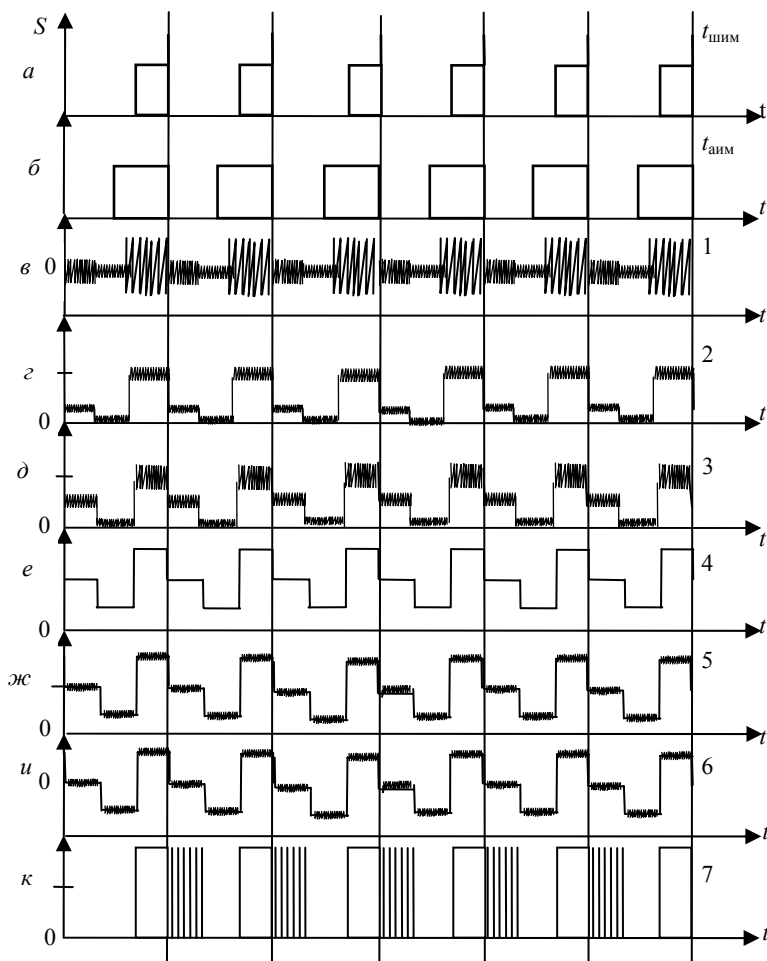


Рис. 9. Графическое отображение сигналов

Последующая операция усиления отображена на рис. 9, *жс*. В СИПС происходит исключение постоянной составляющей сигнала

(рис. 9, *и*, соответствует точке 5). Эта операция необходима для реализации режима определения полярности принятого сигнала относительно общей точки во втором полупериоде модуляции [11].

На рис. 9, *к* показан логический сигнал компаратора при установлении нулевого баланса в системе. Многократные переключения во втором полупериоде указывают на шумовой характер обрабатываемых сигналов. Критерием установления нулевого баланса в данном случае является равномерность распределения переключений компаратора во втором полупериоде модуляции.

Заключение. В результате проделанной работы создана реализация блока низкочастотной обработки сигнала микроволнового радиометра на основе модификации нулевого метода измерений для зондирования Земли. Приведена методика расчета номиналов компонентов детектора по постоянному току. Компоненты данной разработки позволяют работать в диапазоне температур $-50\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +50\text{ }^{\circ}\text{C}$. В настоящий момент проводится серия лабораторных испытаний блока. В дальнейшей работе планируется рассмотреть эффективность способов повышения динамических свойств блока синхронных фильтров для исследования возможности применения данной структуры при реализации системы передачи данных на основе недетерминированных радиосигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Camps A., Tarongi J.M.* Microwave radiometer resolution optimization using variable observation times // *Remote Sensing*. 2010. Vol. 2. P. 1826–1843.
2. *Хапин Ю.Б.* Микроволновый радиометр-спектрометр с предельными характеристиками для изучения Земли из космоса в диапазоне 6...220 ГГц / Ю.Б. Хапин, А.В. Кузьмин, А.Г. Семин, Е.А. Шарков // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т. 10, № 4. С. 64–75.
3. *Первушин Р.В.* Спектральный анализ при поляризационных измерениях в радиотеплолокации // *Радиотехнические и телекоммуникационные системы*. 2011. № 1. С. 53–55.
4. *Калинин В.А.* Корреляционный радиометр для антенных и интерферометрических измерений / В.А. Калинин, В.С. Беагон, А.В. Калинин // *Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского*. 2011. №5(3). С. 88–94.
5. *Филатов А.В.* Радиометрические системы нулевого метода измерений: монография / А.В. Филатов. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. 276 с.
6. *Филатов А.В.* Микроволновый четырехканальный нулевой радиометр L-диапазона / А.В. Филатов, А.В. Убайчин, Д.Е. Параев // *Приборы и техника эксперимента*. 2012. № 1. С. 67–72.
7. *Filatov A.V., Ubaichin A.V.* The dynamic properties of a digital radiometer system and its operating efficiency // *Measurement Techniques*. 2012. Vol. 54, № 10. P. 1–6.

8. *Filatov A.V.* A two-receiver microwave radiometer with high transfer characteristic linearity / A.V. Filatov, A.V. Ubaichin, A.A. Bombizov // *Measurement Techniques*. 2013. Vol. 55, № 11. P. 1281–1286.

9. *Мамий А.Р.* Операционные усилители / А.Р. Мамий, В.Б. Тлячев. Майкоп: АГУ, 2005. 192 с.

10. *Техническая* документация на операционный усилитель AD8674 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/225208/AD/AD8674.html> (дата обращения: 06.03.15).

11. *Филатов А.В.* Микроволновый нулевой радиометр с комбинированной импульсной модуляцией / А.В. Филатов, Н.А. Каратаева, В.Д. Дмитриев. *Измерительная техника*. 2007. № 03. С. 65–68.

12. *Краус Д.Д.* Радиоастрономия // Д.Д. Краус. М.: Сов радио, 1973. 456 с.

13. *Техническая* документация на детекторный диод HSMS2862 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/H/S/M/S/HSMS-2862.shtml (дата обращения: 06.03.15).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕННОСТИ КАПИЛЛЯРА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОЗАТОРА ПО ЧАСТОТНЫМ ЗАВИСИМОСТЯМ ЕГО КОМПЛЕКСНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

А.М. Аллануров, студент каф. РЭТЭМ,

А.Е. Здрок, инженер СКБ «Смена»

Научный руководитель А.Г. Лоцилов, зав. каф. КУДР,

начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР

Коллективом СКБ «Смена» в рамках ОКР «Органика» [1] выполнялись работы по изучению технологии печати проводящих, светоизлучающих и изолирующих слоев с использованием плоттерного принципа нанесения. В качестве печатного оборудования была выбрана система плоттерной печати – микроплоттер GIX Microplotter II [2].

В ходе эксплуатации плоттерной системы печати были обнаружены некоторые недостатки, влияющие на качество получаемых образцов и воспроизводимости печати. В частности, было обнаружено, что толщина пленок, полученных путем плоттерной печати, неодинакова по длине. Это связано с тем, что объем капли на кончике капилляра уменьшается по мере снижения уровня чернил. Также нередко происходил сбой печати по причине того, что раствор в капилляре заканчивался раньше, чем необходимо для нанесения рисунка.

Данные наблюдения привели к выводу, что для повышения стабильности и повторяемости печати с использованием плоттерного принципа нанесения необходимо осуществлять постоянный контроль уровня раствора в дозаторе.

Целью данной работы является экспериментальное исследование возможности оценки степени наполненности капилляра ультразвукового дозатора по частотным характеристикам его комплексного сопротивления.

Экспериментальная часть. Ранее были проведены экспериментальные исследования зависимости степени наполненности капилляра от частотной характеристики комплексного сопротивления дозатора [3]. В результате этих исследований было выявлено, что с изменением уровня наполненности изменяется частота резонанса пьезоэлектрического дозатора, однако вследствие взятия малого количества экспериментальных точек связи между численными значениями исследуемых параметров получить не удалось. Исходя из этого, было решено повторить исследование с целью уточнения результатов и получения конкретной зависимости уровня наполненности капилляра ультразвукового дозатора от частотной характеристики его комплексного сопротивления.

Для проведения исследований был собран экспериментальный макет, структурная схема которого изображена на рис. 1.

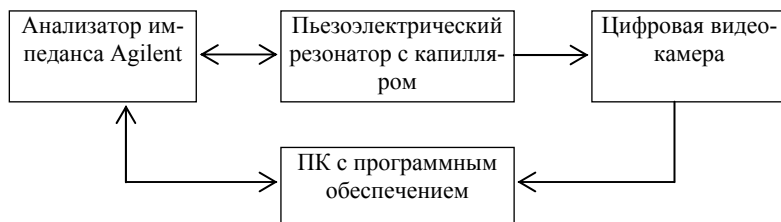


Рис. 1. Структурная схема экспериментального макета

Эксперимент заключался в следующем: капилляр пьезоэлектрического дозатора полностью заполнялся тестовой жидкостью. В качестве тестовой жидкости был выбран толуол как один из наиболее часто применяемых органических растворителей для чернил в принтерной печати. С течением времени толуол испарялся, и одновременно с этим в автоматизированном режиме снимались данные с анализатора импеданса и велась запись испарения толуола на видеокамеру. Была получена зависимость изменения уровня наполненности капилляра в результате испарения с течением времени (рис. 2). Для автоматизированного съема и обработки экспериментальных данных было разработано программное обеспечение «Ink Dispenser Research».

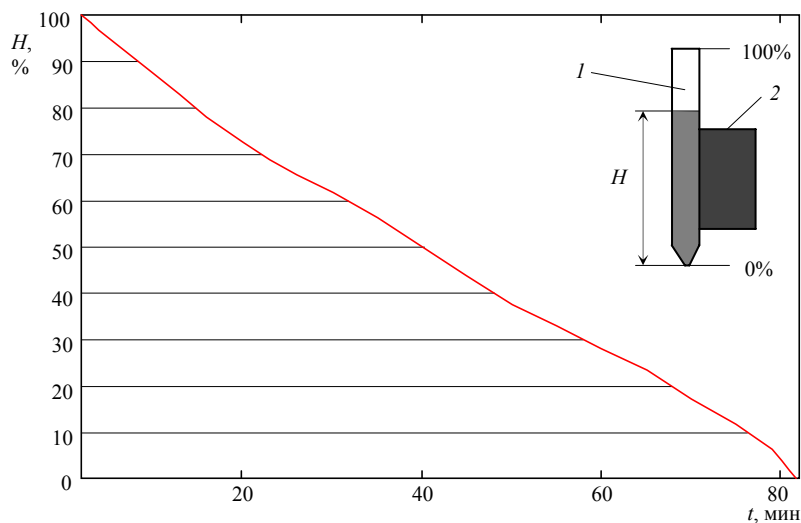


Рис. 2. Зависимость изменения уровня наполненности капилляра в результате испарения от времени: 1 – капилляр пьезоэлектрического дозатора; 2 – пьезоэлектрический резонатор

Полученная зависимость модуля импеданса пьезоэлектрического дозатора от частоты для выборочных значений уровня наполненности капилляра приведена на рис. 3.

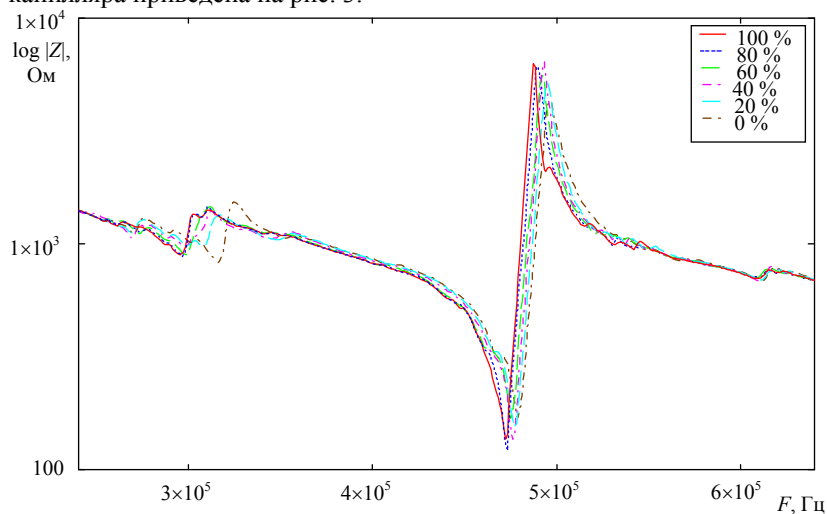


Рис. 3. График зависимости модуля импеданса пьезоэлектрического дозатора от частоты

Как видно из графика, изменение частотной характеристики происходит в двух диапазонах: в диапазоне частот 240–320 кГц и в диапазоне 450–520 кГц. Данные диапазоны были взяты с учетом того, чтобы полностью были видны параллельный резонанс и последовательный.

Для получения четко выраженной зависимости было решено исследовать полученные характеристики в частотном диапазоне 450–520 кГц. Такой выбор объясняется тем, что у пьезоэлектрического резонатора наблюдается два вида вибраций – продольные и поперечные. Продольные вибрации соответствуют диапазону 240–320 кГц, а поперечные – диапазону 450–520 кГц. При подключении к резонатору капилляра так, как показано на рис. 2, только продольные вибрации смещаются по частоте. Это означает, что пьезоэлектрический резонатор все еще свободно вибрирует в поперечном сечении, однако в продольном этого не наблюдается [4].

Частотная характеристика комплексного сопротивления ультразвукового дозатора в диапазоне 450–520 кГц для выборочных значений уровня наполненности приведена на рис. 4.

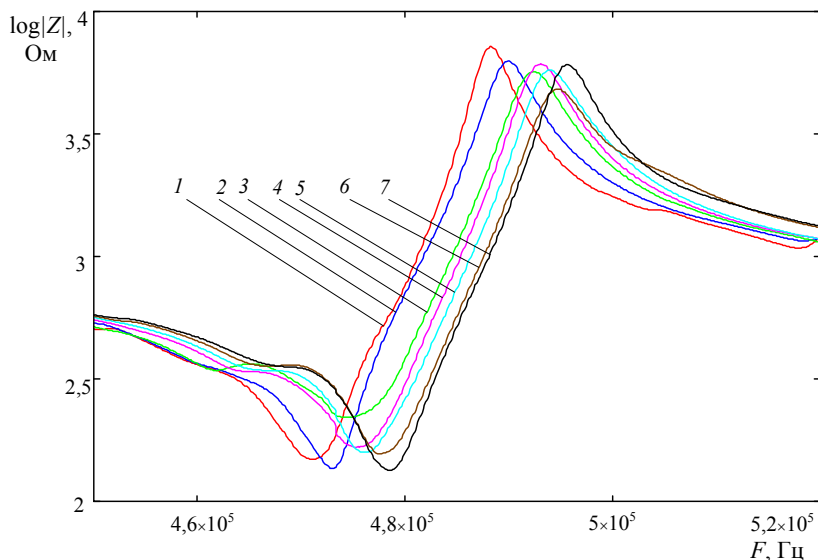


Рис. 4. График зависимости модуля импеданса пьезоэлектрического дозатора от частот в диапазоне 420–520 кГц при различной степени наполненности капилляра: 1 – 100%; 2 – 85%; 3 – 70%; 4 – 50%; 5 – 35%; 6 – 15%; 7 – 0%

Для данного диапазона (см. рис. 4) было выявлено, что с уменьшением наполненности капилляра частота последовательного резонанса и частота параллельного резонанса увеличиваются.

На основании данных, полученных из рис. 2 и рис. 4, были построены зависимости уровня наполненности капилляра от частоты последовательного резонанса и от частоты параллельного резонанса (рис. 5).

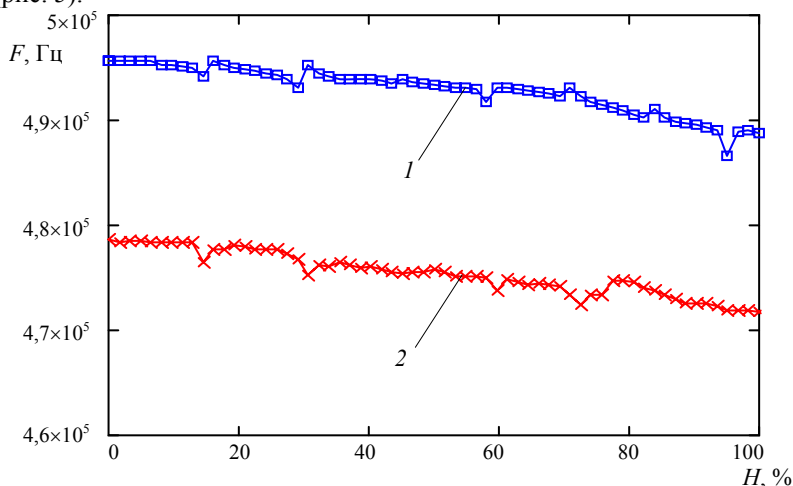


Рис. 5. График зависимости частот последовательного резонанса и параллельного от уровня наполненности капилляра H :
1 – частота параллельного резонанса; 2 – частота последовательного резонанса

Как видно из графика, в первом приближении данные зависимости можно аппроксимировать прямой линией, и для практического применения такой аппроксимации достаточно. Таким образом, зависимость уровня наполненности капилляра от частоты последовательного или параллельного резонанса $H(f)$ примет вид

$$H(f) = (\alpha \cdot f + \beta) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $\alpha = -\frac{1}{f_{\max} - f_{\min}}$ – угловой коэффициент характеристики $H(f)$;

$\beta = \frac{f_{\max}}{f_{\max} - f_{\min}}$ – коэффициент смещения; $f_{\max}$ – значение частоты для уровня наполненности 100%; $f_{\min}$ – значение частоты для уровня наполненности 0%.

Закключение. В результате проведенных исследований было установлено, что с уменьшением уровня наполненности капилляра увеличиваются частоты последовательного и параллельного резонанса в диапазоне частот 420–520 кГц. Также было выявлено, что для получения информации о наполненности капилляра достаточно знать одну из

двух данных частот. В первом приближении зависимость уровня наполненности капилляра от частоты последовательного или параллельного резонанса можно аппроксимировать прямой линией.

В дальнейшем планируется разработка программного обеспечения для получения уровня наполненности капилляра дозатора по частотной характеристике его комплексного сопротивления, а также внедрение результатов данных исследований в плоттерную систему Sonoplot GIX Microplotter II с целью её модификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Разработка базовой технологии изготовления особо плоских полноцветных ОСИД-дисплеев методом принтерной печати: отчет по ОКР: х/д № 50/12 / рук. работы В.И. Туев. Томск: ТУСУР, 2013. 99 с.*

2. *GIX Microplotter II* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sonoplot.com/products/gix-microplotter-ii>, свободный (дата обращения: 25.02.14).

3. *Здрок А.Е., Лоцилов А.Г., Артищев С.А.* Исследование электрических характеристик пьезоэлектрического дозатора плоттерной системы печати // Электронные средства и системы управления: матер. докл. X Междунар. науч.-практ. конф. 12–14 ноября 2014 г.: в 2 ч. Ч. 2. Томск, 2014. С. 214–217.

4. *Larson B.J.* New technologies for fabricating biological microarrays: Dissertation. Wisconsin, 2005. 216 p.

ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОНЕЛИНЕЙНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ

С.А. Артищев, аспирант каф. РЗИ

*Научный руководитель Э.В. Семенов, проф. каф. РЗИ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, 824tusur@mail.ru*

В работе [1] описан модифицированный метод диагностики электрических контактов на основе метода нелинейной рефлектометрии, учитывающий влияние термоэлектрических эффектов в контакте. Для разработки средств измерений, реализующих метод термонелинейной рефлектометрии, необходимо сформировать ряд требований к метрологическим характеристикам рефлектометра. Данная работа посвящена определению требований к чувствительности регистрирующего устройства для обнаружения некачественного электрического контакта.

Метод [1] основан на измерении изменения сопротивления контакта ΔR_K под действием постоянного электрического тока. Анализируя техническую документацию на НЧ- и ВЧ-разъёмные соединения

[2], можно сделать вывод, что при среднем сопротивлении качественного контакта около 5 мОм допустимо изменение контактного сопротивления не более чем в два раза. Таким образом, при использовании термонелинейной рефлектометрии необходимо регистрировать изменение сопротивления $\Delta R_k = 5$ мОм.

В работе [3] разработан термонелинейный рефлектометр с использованием измерительного оборудования компании National Instruments. На рис. 1 представлена структурная схема измерения термонелинейной рефлектограммы кабеля, содержащего электрические контакты.

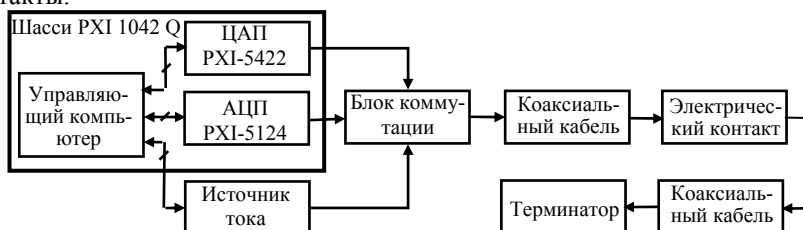


Рис. 1. Структурная схема подключения исследуемого кабеля к термонелинейному рефлектометру

Для проверки чувствительности были проведены экспериментальные исследования АЦП NI PXI-5124, используемого в составе рефлектометра в качестве регистрирующего устройства. Использование рефлектометра предполагает регистрацию как тестового сигнала, так и сигналов-откликов. Поэтому масштаб вертикальной развертки АЦП определяется амплитудой тестового сигнала 5 В. Создав на входе устройства режим короткого замыкания, измерим осциллограмму и рассчитаем значение среднеквадратического отклонения. Для оценки уровня шума U_0 используем удвоенное значение СКО. Значения уровня шума приведены в таблице.

Уровень шума термонелинейного рефлектометра

Диапазон измерения, В	5	1	0,1
U_0 , мВ	8,34	1,61	0,19

В режиме измерения одним каналом и тестового сигнала, и сигнала-отклика необходимо использовать большой масштаб вертикальной развертки, что не обеспечивает достаточной чувствительности приемника, так как уровень шума составляет порядка 8 мВ. В связи с этим в рефлектометре реализован метод регистрации рефлектограмм с применением двух каналов [4]. В данном режиме первый канал регистрирует тестовый сигнал в диапазоне до 5 В, а второй канал регистрирует отклик контакта. При этом масштаб второго канала допускается на-

строить значительно меньше, но не допуская частичной регистрации отклика. Из таблицы видно, что уменьшение масштаба вертикальной развертки канала позволяет уменьшить уровень шума до $U_0 \approx 0,2$ мВ. В этом случае становится возможным обнаружение неоднородностей с малым сопротивлением.

Однако если контакт расположен в кабеле, то с увеличением длины кабеля отклик контакта уменьшается за счет затухания. Представляет интерес оценка дальности обнаружения некачественного контакта в кабеле при данном уровне шума рефлектограммы. С учетом затухания сигнала в кабеле и прохождения двойного расстояния кабеля сигнал-отклика от контакта можно рассчитать следующим образом:

$$U_K(t) = U_T(t) K_3^2 \Gamma, \quad (1)$$

где $U_T(t)$ – тестовый сигнал; K_3 – коэффициент затухания; Γ – коэффициент отражения.

Для упрощения расчета примем допущение, что потери в кабеле являются частотно-независимыми. Тогда коэффициенты затухания и отражения определяются по формулам (2) и (3) соответственно:

$$K_3 = 10^{-\frac{1}{20} A \cdot L}, \quad (2)$$

где A – потери в кабеле на единицу длины, дБ/м; L – длина кабеля, м.

$$\Gamma = \frac{R_K + R_0 - R_\Gamma}{R_K + R_0 + R_\Gamma}, \quad (3)$$

где R_Γ – выходное сопротивление генератора, Ом; R_0 – волновое сопротивление кабеля, Ом; R_K – сопротивление контакта, Ом.

Если подставить формулы (2) и (3) в (1) и учесть $R_0 = R_\Gamma = 50$ Ом, то получим выражение, описывающее зависимость отклика некачественного контакта от расстояния до него:

$$U_K(L) = \frac{U_T R_K}{R_K + 100} \cdot 10^{-0,1 A \cdot L}. \quad (4)$$

Зная параметры кабеля, можно определить максимальное расстояние, на котором обнаруживается некачественный контакт, с помощью разработанного термонелинейного рефлектометра. Некачественный контакт с сопротивлением $R_K = 10$ мОм в нагретом состоянии имеет зависимость амплитуды отклика от длины, представленную на рис. 2.

Пороговое значение обнаружения отклика определяется условием

$$U_K(L_{\max}) = K U_0, \quad (5)$$

где U_0 – уровень шума АЦП; K – коэффициент, определяющий, во сколько раз амплитуда отклика должна быть больше уровня шума для обеспечения возможности выделения отклика на фоне шумов.

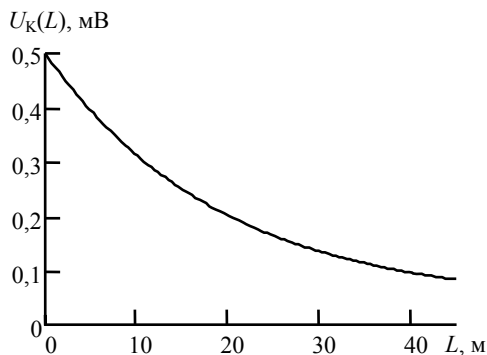


Рис. 2. Зависимость амплитуды отклика контакта $R_K = 10$ мОм от дальности расположения его в кабеле RG-58

Таким образом, показано, что применение двухканального способа регистрации сигналов в термонелийном рефлектометре, реализованном ранее с помощью оборудования National Instruments, позволяет использовать данный рефлектометр для обнаружения некачественных контактов в кабельных линиях передачи (длиной в десятки метров). Представляет интерес увеличение дальности обнаружения дефектов. Это достигается увеличением амплитуды тестового сигнала и повышением чувствительности измерительных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артищев С.А. Диагностика качества электрических контактов методом нелинейной видеоимпульсной рефлектометрии с учетом термоэлектрических эффектов / С.А. Артищев, Э.В. Семенов // Изв. вузов. Физика. 2013. № 9. С. 60–65.
2. Джуринский К.Б. Миниатюрные коаксиальные радиокомпоненты для микроэлектроники СВЧ / К.Б. Джуринский. 2-е изд., испр. и доп. М.: Техносфера, 2006. 214 с.
3. Артищев С.А. Термонелийный рефлектометр // Инженерные и научные приложения на базе технологий National Instruments – 2013: сб. трудов XII Междунар. науч.-практ. конф., Москва 28–29 ноября 2013 г. М.: ДМК-Пресс, 2013. С. 200–202.
4. Лазько М.А. Способ регистрации откликов объекта для повышения чувствительности сверхширокополосного нелинейного измерителя характеристик цепей / М.А. Лазько, Э.В. Семенов // Доклады ТУСУРа. 2013. № 2 (28). С. 40–45.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПЕЧАТАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА FDM 3D-ПРИНТЕРА

В.С. Дойчев, студент РКФ, техник СКБ «Смена»

*Научный руководитель А.Г. Лоцников, зав. каф. КУДР, начальник СКБ
«Смена» ТУСУР, к.т.н.*

г. Томск, ТУСУР, doychevvs@gmail.com

В ходе эксплуатации систем FDM (Fused deposition modeling) печати были обнаружены некоторые недостатки, которые, как мы полагаем, присущи большинству бюджетных FDM-3D-принтеров.

Среди которых – отсутствие в таких принтерах устройств, реагирующих на ошибки, возникающие при подаче печатающего материала в экструдер 3D-принтера.

В связи с них возникла задача: проанализировать возможность модернизации бюджетных систем 3D-печати, включив в их состав устройство контроля печатающего материала.

В качестве опытного образца был использован 3D-принтер, изображенный на рис. 1.

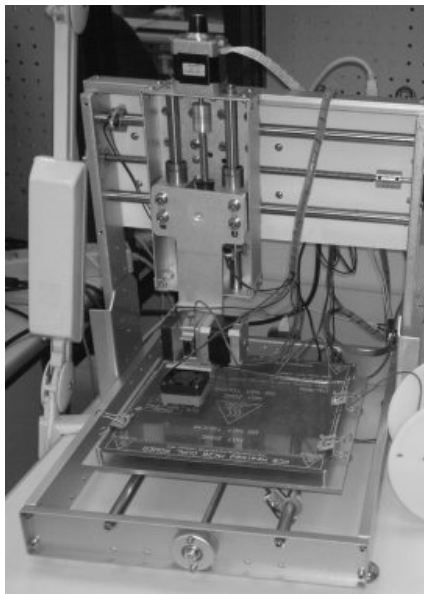


Рис. 1. Изготовленный 3D-принтер

Представленный принтер изготовлен на базе платформы управления RAMPS v 1.4 [1]. Процессом печати управляет программа на базе прошивки Marlin [2].

Аппаратная модернизация. Для решения проблемы контроля подачи печатающего материала было предложено использовать оптопару [3] таким образом, чтобы нить печатающего материала протягивалась между излучающим диодом и фотоприемником, размыкая тем самым цепь оптопары. При этом при окончании материала печати цепь оптопары перейдет в замкнутое состояние.

Изменение состояния оптопары предлагается фиксировать микроконтроллером путем подключения фотоприемника оптопары к входам выполняющих аппаратную обработку внешних прерываний. Для этих целей может использоваться функция Arduino – `attachInterrupt (interrupt, function, mode)` [4].

На рис. 2 представлена схема подключения платформы RAMPS v 1.4 [1].

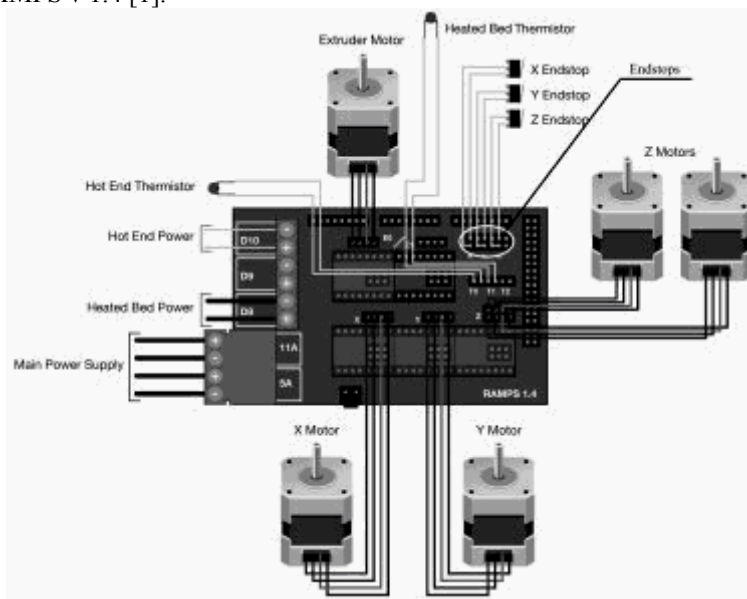


Рис. 2. Схема подключения платформы RAMPS v 1.4 [1]

В ходе эксплуатации опытного образца выяснилось, что из шести пинов платформы RAMPS v 1.4, выделенных на датчики крайнего положения шаговых двигателей (рис. 2 – Endtops), используются по одному на каждую из осей перемещения. Анализ микроконтроллера ATmega 2560 [5], на котором построена платформа RAMPS v 1.4, показал, что обнаруженные свободные пины можно использовать на внешние прерывания. К одному из этих пинов было решено подключить оптопару.

Программная модернизация. Использовался файл «Marlin_main.cpp» прошивки Marlin, являющийся ее основным блоком. В участок кода, содержащий функцию «Setup», была добавлена функция обработки внешних прерываний «attachInterrupt».

attachInterrupt – это функция обработки внешних прерываний. Она срабатывает автоматически при наступлении какого-либо внешнего воздействия, все остальное время будет выполняться основная программа.

Параметры функции attachInterrupt:

Interrupt: номер прерывания (int) – для Atmega 2560 [5] использовалось прерывание int.0 на втором пине.

Function: функция, вызываемая прерыванием, функция должна быть без параметров и не возвращать значений.

Mode: задает режим обработки прерывания. В данной задаче использовался режим FALLING – прерывание вызывается только при смене значения на порту с HIGH на LOW.

В условиях данной задачи внешнее воздействие – отсутствие печатающего материала. На рис. 4 показан участок прошивки 3D-принтера с функцией attachInterrupt.

Как видно на рис. 4, функция «attachInterrupt» в качестве режима обработки прерывания ссылается на функцию «kill». Функция «kill» является функцией библиотеки Marlin, вызывающей аварийную остановку печати [2].

```
void setup()  
{  
    attachInterrupt(0, kill,FALLING);
```

Рис. 4. Измененный участок прошивки с функцией attachInterrupt

На рис. 5 представлен фрагмент журнала Repieter Host [6] при срабатывании прерывания во время печати. Сообщение на рис. 5 является стандартным сообщением во время аварийной остановки печати [2].

```
11:25:28.566 Error:Printer halted. kill() called!
```

Рис. 5. Фрагмент журнала Repieter Host

Закключение. В ходе настоящей работы был разработан макет устройства контроля печатающего материала 3D-принтера, модифицирована программа управления 3D-принтером Marlin и произведено предварительное тестирование.

Планируется на базе протестированного макета спроектировать и изготовить конструктивно законченное устройство контроля, которое может быть установлено в любой бюджетный 3D-принтер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *RAMPS v 1.4* [Электронный ресурс]. URL: http://reprap.org/wiki/RAMPS_1.4/ru (дата обращения: 5.04.2015).
2. *Marlin* [Электронный ресурс]. URL: <http://reprap.org/wiki/Marlin/ru> (дата обращения: 5.04.2015).
3. *Оптроп* [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптроп> (дата обращения: 5.04.2015).
4. *AttachInterrupt* [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Reference/AttachInterrupt> (дата обращения: 5.04.2015).
5. *Arduino Mega 2560* [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560> (дата обращения: 5.04.2015).
6. *Repieter Host* [Электронный ресурс]. URL: <http://www.repieter.com> (дата обращения: 5.04.2015).

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ZIGBIT МОДУЛЕЙ ATMEL ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ШАХТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

В.Д. Фисюк, студент каф. КУДР

Научный руководитель А.А. Бомбизов, м.н.с. СКБ «Смена»

г. Томск, ТУСУР, slacool@mail.ru

В технологии добычи полезных ископаемых является распространенным использование буровзрывных работ, которые подразумевают собой подрыв горного пласта, подготовку инфраструктуры и отгрузку породы. Затем цикл повторяется заново. При массовых взрывах происходит перераспределение напряженно-деформированного состояния на большие расстояния от области взрыва. В связи с необходимостью выжидания релаксации горных пластов работы начинаются спустя несколько дней после взрыва. Время выжидания релаксации пластов строго не определено, поэтому процессы разрушающего характера могут произойти во время начала работ, что может повлечь за собой человеческие жертвы [1].

Диагностирование горных массивов может осуществляться по сейсмическим признакам, которые в связи с дороговизной и сложностью разворачивания сейсмостанции и датчиков в шахтном поле редко используются; по акустическим, которые в свою очередь обладают низкой проникающей способностью в толще пород, и по признакам электромагнитного излучения от рудных тел, которые могут нести информацию о готовящемся геодинамическом событии.

В связи с этим является актуальным создание и размещение в шахтном поле регистрирующих устройств для получения объемной картины электромагнитной активности рудных тел и объединение их в информационную систему с центром обработки входной информации и принятия решений.

Развертывание проводной системы связи по аналогии с сейсмостанциями является затратным и трудоёмким процессом. Поэтому использование радиопередачи является наиболее доступным для реализации информационной системы мониторинга электромагнитного излучения горных пород. Построение информационной системы порождает следующие задачи.

1. Обмен информацией в системе должен производиться на относительно высокой скорости, с максимальной достоверностью и дальностью.

2. Радиомодули должны иметь малое энергопотребление, потому как существует необходимость их автономной эксплуатации.

Строение шахты и невозможность прохождения радиоволн сквозь горную породу обуславливают необходимость развертывания древовидной либо ячеистой топологии сети. Одним из вариантов решения данной задачи может быть использование технологии ZigBee. Среди ее плюсов можно выделить: низкое энергопотребление по сравнению с технологией Wi-Fi, самовосстановление сети, самоорганизацию, компактность, а также относительно невысокую стоимость. Рабочий диапазон частот составляет 2,4–2,48 ГГц.

Одним из возможных решений на основе этой технологии является модуль ATZB-X0-3-0-С компании Atmel на основе приемопередатчика AT86RF233 и микроконтроллера ATxmega256A3U. Он позволяет обеспечить скорость передачи от 256 кбит/с до 2 Мбит/с, имеет высокую чувствительность приемника, равную -96 дБм, и программируемую память flash размером 256 кБ. Емкость буфера составляет 128 кБ. Обеспечивает передачу данных на расстояние 48–178 м в стандартной комплектации.

В рамках данной работы выполнена оценка модуля как структурной единицы информационной системы для мониторинга горных пород. Для проведения испытаний была использована отладочная плата ATZB-X-233USB, приведенного выше модуля (рис. 1).



Рис. 1. Отладочная плата ATZB-X-233USB

Компания Atmel предоставляет средство разработки программного обеспечения Atmel Studio, среди инструментов которого имеется расширение Performance Analyzer, позволяющее производить анализ возможностей данного модуля.

В связи с использованием при обмене данных служебной информации, определенной протоколом технологии ZigBee, скорость передачи полезной информации снижается. Оценка полезной скорости была выполнена при помощи предложенного программного обеспечения (таблица).

Отношение общей скорости передачи к полезной

Скорость приема-передачи	256 кбит/с	512 кбит/с	1 Мбит/с	2 Мбит/с
Полезная скорость передачи	~150 кбит/с	~250 кбит/с	~325 кбит/с	~400 кбит/с

Результаты анализа показывают, что максимальная скорость передачи данных составляет порядка 400 кбит/с (без учета передачи системной информации при общей скорости 2 Мбит/с).

Для оценки дальности были проведены тесты в условиях прямой видимости. Алгоритм заключался в следующем:

- 1) первый модуль был установлен в точке А, второй – в точке Б;
- 2) с первого модуля на второй периодически отправлялись тестовые сообщения, на которые первый модуль посылал ответ по принципу маяк-ответ;
- 3) расстояние между точками А и Б увеличивалось до тех пор, пока не прекращалась передача сигнала;
- 4) изменялась скорость передачи, и тест повторялся.

Тест оценки дальности передачи данных показал, что модуль способен обеспечивать связь на расстоянии порядка 150 м при скорости 256 кбит/с, около 50 м на скорости 2 Мбит/с с собственной чип-антенной.

В результате теста было установлено, что за счет узкой направленности антенны прием и передача осуществляются только при ориентации антенн модулей друг другу при чувствительности приемопередатчика ниже –70 дБм, что обуславливает необходимость применения внешней антенны с более широкой диаграммой направленности.

На данный момент существует регистратор электромагнитных сигналов для осуществления продолжительного мониторинга изменения напряженно-деформированного состояния в шахтных сооружениях [2], который может использоваться для регистрации и первичной обработки электромагнитного излучения горных пород, а также служить окончательным устройством распределенной системы мониторинга.

Скорость выходного потока информации с учетом первичной обработки составляет ~100 кбит/с. Исходя из этого, представленный модуль может обеспечить корректную передачу данных с учетом обратной связи от трех регистраторов. Построение ячеистой сети может позволить разделить поток данных на несколько ветвей, тем самым увеличивая пропускную способность. По проведенной оценке наиболее оптимальным может быть построение гибридной сети, состоящей из представленных модулей для сбора информации от регистраторов и её доставки к более скоростному каналу, основанному, например, на технологии Wi-Fi.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Козырев С.А.* Проявление техногенной сейсмичности при производстве массовых взрывов на подземных рудниках ОАО «Апатит» / С.А. Козырев, Е.А. Усачев // Вестник Моск. гос. техн. ун-та. 2014. №2, Т. 17. С. 238–245
2. *Бомбизов А.А.* Разработка прибора для мониторинга напряженно-деформированного состояния горных пород по косвенным признакам электромагнитного и акустического излучения / А.А. Бомбизов, А.А. Беспалько, А.Г. Лощилов, А.В. Филатов // Доклады ТУСУРа. 2012. №2(26). Ч. 1. С. 141–143.
3. *Технологии и средства связи* [Электронный ресурс]. Электронный журнал. Режим доступа: http://www.tssonline.ru/articles2/fix-op/mesh_seti_tech_n_prilozh_oborud
4. *Atmel ZigBit 2.4 GHz Wireless Modules. ATZB-X0-256-3-0-C Datasheet* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.atmel.com/Images/Atmel-42172-Wireless-ZigBit-ATZB-X0-256-3-0-C_Datasheet.pdf
5. *Atmel ZigBit USB Stick User Guide* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atmel.com/Images/Atmel-42194-ZigBit-USB-Stick-User-guide.pdf>

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NEAR FIELD COMMUNICATION

В.М. Кобзев, студент каф. КУДР

Научный руководитель А.Г. Лощилов, зав. каф. КУДР,

начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, redyard@gmail.com

В настоящий момент такие сферы, как логистика, банковское дело, деятельность частных и госучреждений, испытывают потребность в обеспечении безопасности контроля доступа. Одним из направлений решения данной задачи является обеспечение автоматизации хранения и выдачи ключей.

Среди имеющихся на рынке решений в области администрирования ключевого хозяйства можно выделить производителей [1–4].

Принцип действия предлагаемых решений во многом схож и отличается зачастую конструктивной реализацией защищенных хранилищ, элементов крепежа ключей, системой аутентификации и ведения баз данных.

Пример реализации одной из таких систем хранения приведен на рис. 1.



Рис. 1. Пример организации хранения в продукции фирмы Ecos

Система представляет собой защищенное хранилище, содержащее группу слотов, в каждый из которых может быть установлен штекер с закрепленными на нем ключами. В каждом штекере системы содержится информация о его параметрах. Все штекеры программно привязаны к своим слотам и заблокированы в них. Система ведет базу данных лиц, имеющих право доступа к определенным ключам.

В результате анализа таких систем был существенный, на наш взгляд, недостаток, который заключается в том, что хотя все ключи системы заблокированы в своих слотах и получить каждый из них можно только пройдя процедуру аутентификации, это не мешает злоумышленнику, имеющему доступ хотя бы к одному из ключей системы или имеющему возможность открыть хранилище, беспрепятственно снять слепки с остальных ключей, тем самым сведя уровень безопасности к нулю.

В связи с этим было предложено разработать систему хранения ключей, лишенную данного недостатка. Принцип действия предлагаемой системы основан на беспроводном контроле параметров ключей на базе технологии Near Field Communication [5], при этом предполагается, что на каждый из ключей либо связку ключей закрепляется NFC-метка, после чего ключи с меткой помещаются в радиопрозрачные пеналы, которые могут храниться в защищенном хранилище по аналогии с тем, как это реализовано сейчас.

На начальном этапе работы была поставлена задача изготовления макета считывателя NFC-меток. Структурная схема разработанного макета приведена на рис. 2.

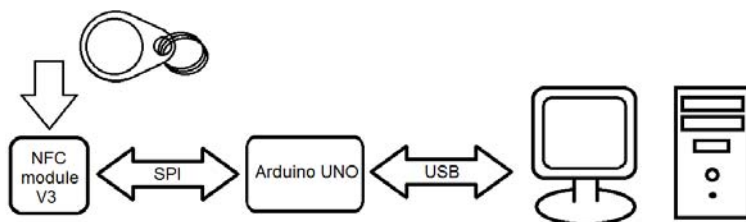


Рис. 2. Структурная схема макета

Схема содержит отладочную плату считывателя на базе микросхемы NFC-приемопередатчика Philips PN532. Управление работой платы осуществляется по интерфейсу SPI. Для согласования интерфейса SPI отладочной платы и интерфейса USB персонального компьютера использовалась плата сопряжения Arduino UNO.

Для этих целей была разработана программа для Arduino UNO, функционирующая по алгоритму, схема которого приведена на рис. 3.

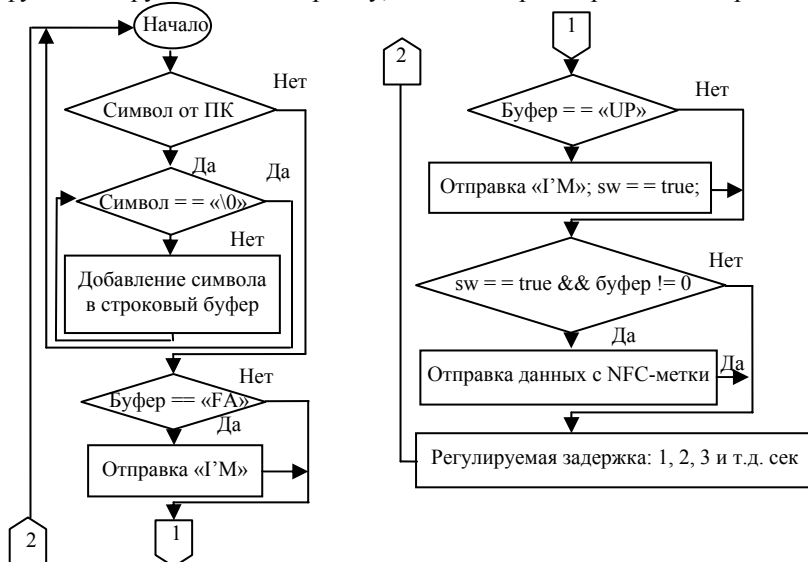


Рис. 3. Схема алгоритма прошивки «нижнего» уровня – Arduino UNO

После подачи питания программа Arduino UNO находится в замкнутом цикле ожидания команды инициализации с персонального ком-

пьютера. После получения команды инициализации программа переходит в режим «запрос-ответ», в котором она передает на компьютер данные, считанные с NFC-меток, находящихся в зоне приема.

Разработано программное обеспечение ПК, предназначенное для управления работой NFC-считывателя посредством платы сопряжения. Основной интерфейс программы приведен на рис. 4.

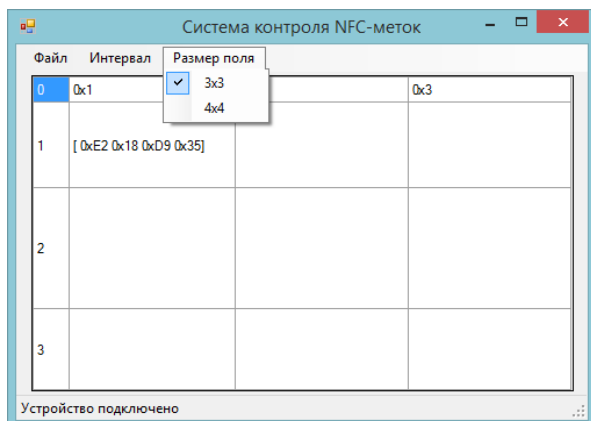


Рис. 4. Программа для учета и контроля данных NFC-метки

Программа циклически, с заданной пользователем частотой, выполняет опрос NFC-меток и помещает полученные данные в таблицу. Представление рабочей области программы в виде таблицы имитирует последовательный опрос нескольких NFC-меток, что может быть реализовано либо подключением группы NFC-приемопередатчиков к одной плате сопряжения, либо организацией работы одного NFC-приемопередатчика на группу антенн, с их последовательным переключением.

Второй вариант представляется более экономически оправданным. В связи с этим возникает задача изучения вопросов расчета NFC-антенн с последующей разработкой NFC-антенны матричного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Модульные системы для хранения ключей и небольших предметов* KeyWatcher [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.key-watcher.ru> (дата обращения: 15.12.2014).
2. *Автоматические камеры хранения* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://violanta.com/ru/elektronnye-klyuchnicy-dlya-predpriyatiy> (дата обращения: 15.12.2014).
3. *Системы хранения ключей*. Ecos Security [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ecos-security.ru/key_storage (дата обращения: 15.12.2014).

4. *Комплексные системы безопасности* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ada-sb.ru> (дата обращения: 15.12.2014).

5. *Near field communication* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication (дата обращения: 15.12.2014).

6. PN532 NFC RFID Module: руководство пользователя [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dangerousthings.com/wp-content/uploads/2013/12/PN532_Manual_V3.pdf (дата обращения: 19.12.2014).

7. PN532 User Manual: руководство пользователя, техническое описание. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.nxp.com/documents/user_manual/141520.pdf (дата обращения: 21.12.2014).

РАЗРАБОТКА АНТЕННЫ ДЛЯ NFC-ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА

В.М. Кобзев, студент каф. КУДР

Научный руководитель А.Г. Лоцилов, зав. каф. КУДР,

начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, reddyard@gmail.com

В рамках разработки системы хранения ключей [1] предложено использовать технологию NFC для бесконтактного дистанционного учета ключей в хранилище. При этом систему хранения ключей предполагается реализовать в виде защищенного хранилища, построенного по матричному принципу, в каждой из ячеек которого содержится ключ (или группа ключей), содержащий NFC-метку.

В связи с этим возникла задача создания NFC-антенны матричного типа с возможностью последовательного переключения между сканируемыми ячейками. В настоящей работе рассмотрены вопросы расчета и настройки NFC-антенн.

На рис. 1 приведена принципиальная схема подключения NFC-антенны согласно спецификации микросхемы Philips PN532 [2].

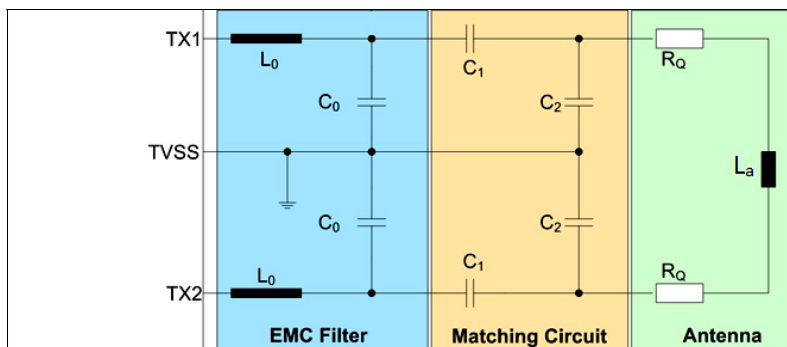


Рис. 1. Принципиальная схема включения NFC-антенны

Как показано на рис. 1, подключение антенны выполняется к выходам передатчика (TX_1, TX_2) по симметричной схеме. Каждое из плеч схемы содержит фильтр нижних частот, выполненный на элементах L_0 , C_0 , цепь согласования на элементах C_1 и C_2 и антенну, представляющую собой последовательное включение резистора R_Q , обеспечивающего заданную добротность контура, и катушки индуктивности L_0 .

Основные требования к цепи согласования и антенне также определены в спецификации микросхемы Philips PN532 [2]:

$L_a = 1,3 \text{ мкГн} \dots 1,6 \text{ мкГн}$;

$L_0 = 390 \text{ нГн} \dots 1 \text{ мкГн}$;

$f_c = 13,56 \text{ МГц}$ – центральная частота антенны;

$Z_{вх} = 40 \dots 50 \text{ Ом}$ – входное сопротивление на центральной частоте;

$Q = 35$ – добротность антенны;

$f_{\text{ЕМС}} = 14,1 \dots 14,5 \text{ МГц}$ – частота среза фильтра нижних частот.

Учитывая, что питание антенны выполняется по симметричной схеме, для выполнения анализа произведем упрощение и дальнейший анализ выполним для одного из плеч схемы (см. рис. 1). С эквивалентного представления паразитных параметров катушки $C_{\text{ра}}$ (паразитная емкость), $R_{\text{ра}}$ (сопротивление потерь), схема примет вид, изображенный на рис. 2.

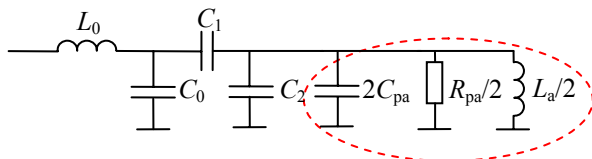


Рис. 2. Схема плеча NFC-антенны

Пунктирной линией показаны элементы параллельной схемы замещения катушки, которые определялись следующим образом:

$$R_{\text{ра}} = \frac{(\omega_p L_a)^2}{R_a + 2R_Q}, \quad (1)$$

где $R_{\text{ра}}$ – сопротивление катушки; ω_p – круговая резонансная частота ($\omega_p = 2\pi f_c$); R_a – последовательное сопротивление (см. рис. 1), регулирующее добротность антенны.

Сопротивление R_Q вычисляется по формуле

$$R_Q = \frac{1}{2} \left(\frac{\omega_p L_a}{Q} - R_{\text{ра}} \right). \quad (2)$$

Сопротивление потерь ($R_{\text{ра}}$) и индуктивность катушки (L_a) определялись измерителем иммитанса Е7-20. Паразитную емкость катушки

определяли по частотной характеристике входного сопротивления, измеренной векторным анализатором цепей «Обзор-103» ($f_p = 480$ МГц).

Емкость C_0 вычисляется исходя из требований к частоте среза фильтра нижних частот $f_{\text{ЕМС}}$ и номиналу дросселя L_0 :

$$C_0 = \frac{1}{\omega_p^2 L_0} . \quad (3)$$

Для расчета элементов цепи согласования, выполненной на конденсаторах C_1 и C_2 , необходимо определить значение комплексного сопротивления источника сигнала Z_L , образованного выходным сопротивлением передатчика Philips PN532 ($R_M = 40$ Ом) и фильтром нижних частот на элементах L_0 , C_0 :

$$Z_L = \frac{\left(\frac{R_M}{2} + i\omega_p L_0 \right) \frac{1}{i\omega_p C_0}}{\frac{R_M}{2} + i\omega_p L_0 + \frac{1}{i\omega_p C_0}} . \quad (4)$$

Расчет элементов C_1 и C_2 выполним по формулам [2]

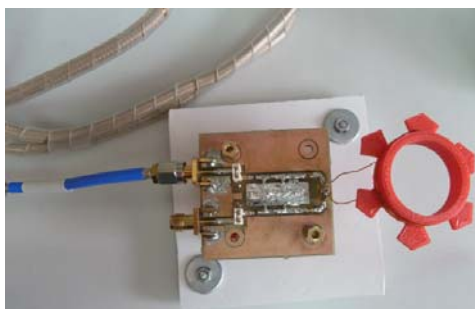
$$C_1 = \frac{1}{\omega_p \left(\sqrt{\text{Re}(Z_L) \frac{R_{pa}}{2}} + \text{Im}(Z_L) \right)} , \quad (5)$$

$$C_2 = \frac{1}{\left(\frac{\omega_p^2 L_a}{2} \right)} - \frac{1}{\omega \sqrt{\text{Re}(Z_L) \frac{R_{pa}}{2}}} - 2C_{pa} . \quad (6)$$

С использованием выражений (1)–(6) был произведен расчет номиналов элементов схемы согласования NFC-антенны. Для катушки с индуктивностью $L_a = 1,4$ мкГн, паразитной емкостью $C_a = 0,075$ пФ и сопротивлением $R_{pa} = 1,2$ Ом были получены следующие значения элементов схемы: $L_0 = 560$ нГн; $C_0 = 220$ пФ; $C_1 = 20$ пФ; $C_2 = 180$ пФ; $R_Q = 1,15$ Ом.

Изготовлена отладочная плата схемы согласования NFC-антенны, фотография которой приведена на рис. 3.

Рис. 3. Отладочная плата в комплекте с проволоочной катушкой-антенной



На рис. 4 приведены кривые измеренной экспериментально и расчетной частотных характеристик модуля входного сопротивления плеча разработанной NFC-антенны.

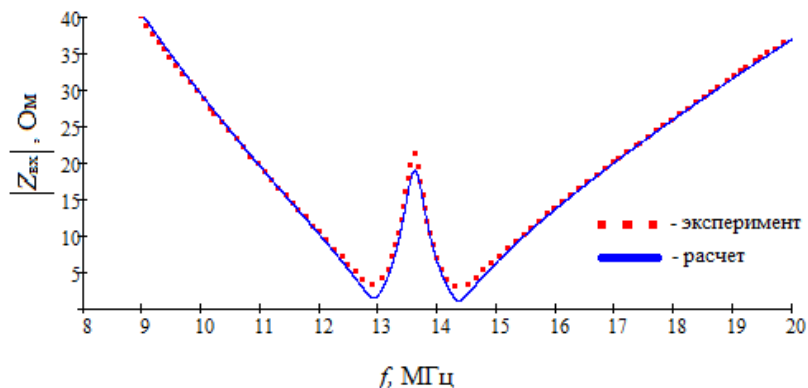


Рис. 4. Частотные зависимости модуля входного сопротивления плеча NFC-антенны

Заключение. Частотная характеристика имеет экстремум на частоте 13,56 МГц, что соответствует рабочей частоте стандарта NFC. Входное сопротивление плеча антенны равно около 21 Ом, что соответствует полному входному сопротивлению антенны 42 Ом. Наблюдается хорошее, с практической точки зрения, совпадение расчетных и экспериментальных характеристик. Опыт построения модели будет использован при конструировании NFC-антенны матричного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобзев В.М. Разработка системы хранения ключей с использованием технологии Near Field Communication: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2015» (В настоящем сборнике).
2. AN1445. Antenna design guide for MFRC52x, PN51x and PN53x [Электронный ресурс]. Электрон. журн. 2010. URL: http://www.nxp.com/documents/application_note/AN1445_An1444.zip (дата обращения: 18.02.2015).
3. Настройка и согласование антенн [Электронный ресурс]. Электрон. статья. 2001. URL: <http://www.qrz.ru/schemes/contribute/antenns/ua4hul.phtml> (дата обращения: 1.03.2015).
4. PN532 NFC/RFID reading multiple tags [Электронный ресурс]. 2012. URL: <http://forums.adafruit.com/viewtopic.php?f=31&t=35050> (дата обращения: 25.02.2015).

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

А.В. Лавринович, аспирант, А.А. Эрфорт, м.н.с.

г. Томск, ИСЭ СО РАН, lavrinovich86@yandex.ru

Оперативная диагностика силовых трансформаторов без снятия их с объекта и разборки – крайне важная задача в энергетике. Учёные из Томского политехнического университета на основе многолетних исследований данной задачи создали опытный образец прибора, позволяющий проводить такую диагностику методом подачи диагностических импульсов и анализа ответных от объекта [1].

Безусловно, для анализа получаемых осциллограмм требуется специальное программное обеспечение. Первый вариант такой программы описан в [2]. Однако в процессе работы выявилось много недостатков первой версии и потребовались дополнительные функции.

Для оптимизации процесса сбора данных в процессе диагностики трансформатора и последующего их анализа в среде разработки приложений LabView [3] была создана специальная программа. Разработка собственного программного обеспечения была обусловлена необходимостью создания простого для оператора комплекса, который позволял бы выполнять несколько различных задач. В противном случае испытателю пришлось бы выполнять несколько работ в разных программах, не совместимых между собой, требующих специальных знаний и финансовых затрат на приобретения лицензий для них. Далее опишем функциональные возможности программы и методы их реализации.

Первое, с чего начинается исследование состояния объекта (высоковольтного трансформатора), это подключение к различным его обмоткам в разной последовательности генератора импульсов и регистратора ответных сигналов (осциллографа). Поскольку трансформаторы бывают разных типов, с разным количеством обмоток, количество комбинаций подключения к ним может варьироваться от 18 до 216. Чтобы оператор не сбился при работе, в программе он заранее выбирает соответствующую исследуемому трансформатору схему. Все возможные варианты схем с кратким описанием заложены в памяти программы, и выбор производится простым переключением между ними. На экране появляются графическая картинка схемы трансформатора и таблица, в которой построчно расписаны последовательности подключения диагностического комплекса. Оператору остаётся последовательно в соответствии с этой таблицей подключать оборудование, снимать сигналы и вносить в последнюю графу таблицы номер снятой для данного подключения осциллограммы. Заполнив все графы и впи-

сав дополнительные сведения о проведении эксперимента в специальные поля программы, исследователь нажимает кнопку «Создать отчёт» и на жёстком диске компьютера создаётся файл в формате MS Word с протоколом обследования трансформатора.

Вторая, главная задача программного комплекса, – это анализ полученных данных. Суть её заключается в сравнении полученных осциллограмм с аналогичными, снятыми с рабочего (эталонного) трансформатора. Для этого пользователю нужно произвести несколько действий. Вообще вся программа на LabView создана на основе структуры «Событие» (Event Structure), которая ожидает наступления события на лицевой панели (какого-то действия со стороны пользователя), после чего выполняет соответствующий вариант с целью обработки этого события. Так вот, сравнение осциллограмм и получение результата требуют от исследователя нажатия последовательно следующих кнопок:

1. После нажатия кнопки «Прочитать осциллограммы» выдаётся диалог выбора двух файлов осциллограмм, сохранённых в текстовом формате *.csv. Далее запускается блок считывания текстовой информации из файлов и преобразование значений осциллограмм в двумерные массивы точек времени и амплитуды. В LabView есть отдельный класс для работы с подобными данными – осциллограмма и специальная библиотека SignalExpress, однако это платное ПО, и нашем случае для снижения бюджета разработки удалось все функции реализовать в самой простой и дешёвой студенческой версии LabView.

2. Программа позволяет применить к обеим осциллограммам коэффициенты сдвига и умножения (по времени и амплитуде), введённые пользователем для того, чтобы максимально точно наложить один график на другой, чего не было в версии, описанной в [2]. После введения поправочных коэффициентов пользователь должен нажать кнопку «Обновить», и кривые на графиках изменятся соответственно установленным значениям.

3. Нажатие кнопки «Вычислить разность» приведёт к выполнению программой операции вычитания значений амплитуд второго графика из первого в совпадающих временных точках. Осциллограммы могут пересекаться частично (в результате сдвига по времени), в этом случае вычитание будет проведено только на участке пересечения. График сигнала разности будет отображён на соответствующем индикаторе.

4. Как правило, в получившемся итоговом графике для анализа важна какая-то часть сигнала и не нужны предыстория и «хвост» осциллограммы. Поэтому, используя курсоры на графике, оператор выбирает нужную часть сигнала по временной шкале и нажимает кнопку

«Вычислить интеграл». В результате этого программа берёт абсолютные значения сигнала и вычисляет итоговое значение интеграла под кривой одним из трёх, по выбору пользователя, методов. Значение и модуль выбранного участка кривой отображаются на соответствующих индикаторах.

Кроме описанных, в программе много сервисных функций. Например, есть возможность сохранять все графики на любом этапе анализа в виде файла данных, либо в виде картинки, динамически, двигая курсоры на графике, получать значения амплитуды и времени и др. В итоге полученные и сохранённые в виде графических картинок результаты анализа с комментариями можно сохранить в итоговый отчёт из этой же программы.

На рис. 1 представлены осциллограммы тестового и ответного от трансформатора сигналов (а), эти же сигналы, совмещённые в программе на одном графике при помощи введения поправочных коэффициентов (б), и разность между сигналами. В данном случае получено отличное совпадение (разность сигналов минимальна), что говорит о правильной передаче сигнала трансформатором, и можно сделать заключение о его исправности.

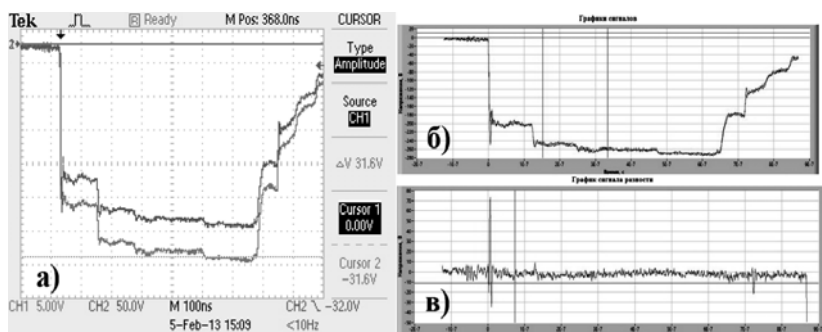


Рис. 1. Осциллограммы исходных и обработанных сигналов

Итогом работы явилось создание программного комплекса, объединяющего в себе функции, упрощающие процесс сбора данных, их анализа с выдачей числовых значений отклонения от нормы и позволяющего создавать текстово-графические отчёты по работе.

Дальнейшим развитием программы видится: автоматизация процесса наложения начал одного полезного сигнала на другой, добавление дополнительных функций для анализа к уже имеющимся вычитанию и интегрированию, а также автоматическое принятие решения программой с выдачей заключения о техническом состоянии трансформатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лавринович В.А.* Разработка технологии диагностики состояния обмоток трансформаторов и электродвигателей на основе импульсного метода, В.А. Лавринович, А.В. Мытников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2011. № 2. С. 286–292.

2. *Васильева О.В., Лавринович А.В.* Цифровая обработка осциллограмм по результатам диагностики силового трансформатора в среде LabView // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 1–6.

3. *Автоматизация* физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 / Под ред. П.А. Бутырина. М.: ДМК-Пресс, 2005. 264 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ НА БАЗЕ NI USB-6009

В.С. Ошлаков, студент каф. РФУТФ

*Научный руководитель А.Я. Суранов, к.т.н. доцент каф. РФУТФ, АлтГУ
г. Барнаул, АлтГУ, voshlakov@mail.ru*

При серийном выпуске многоканальных прецизионных источников питания возникает проблема допускового контроля параметров таких источников. Набор контролируемых параметров включает: уровни напряжения и пульсаций под нагрузкой и без нагрузки, проверку срабатывания блоков защиты при коротком замыкании и загорания соответствующих индикаторов, сохранение рабочих параметров при изменении уровня сетевого напряжения и тока нагрузки. Все перечисленные параметры должны быть оформлены в виде протокола по установленной форме.

В настоящее время такие проверки осуществляются вручную, что приводит к появлению субъективных ошибок и удлиняет время тестирования.

Целью данной работы является создание аппаратно-программного комплекса, позволяющего автоматизировать проверку характеристик источников питания. В качестве основного элемента системы был выбран сравнительно недорогой интерфейс NI USB-6009 [1], поддерживаемый средой графического программирования LabVIEW [2]. Структурная схема системы тестирования приведена на рис. 1. Из рисунка видно, что в состав системы входят два коммутатора, первый из которых осуществляет коммутацию выходных напряжений на входы интерфейса, а второй – выполняет подключение блока нагрузок или имитирует короткое замыкание на выходах. Необходимость использования первого коммутатора обусловлена тем, что число дифференциальных

входов интерфейса равно 4, а число выходов блока питания значительно превышает эту величину. Кроме того, должно измеряться как номинальное значение напряжения, так и величина пульсаций, что удваивает количество измеряемых напряжений.

Первый коммутатор может подавать напряжение напрямую на входы интерфейса, если его величина не превышает диапазон ± 20 В, или через блок аттенюаторов, если напряжение превышает указанное значение. Также этот коммутатор подаёт на входы интерфейса напряжение пульсаций, усиленное в 1000 раз.

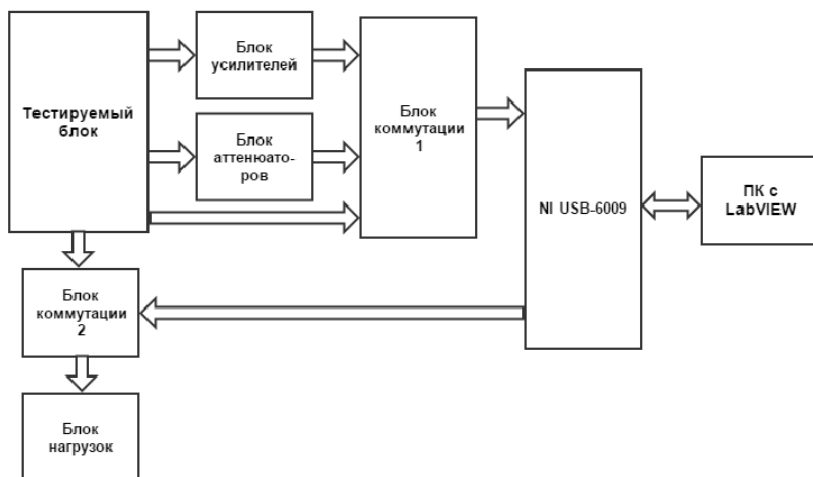


Рис. 1. Структурная схема тестирования блоков питания

Второй коммутатор служит для подключения нагрузок, потребляющих ток от 0,2 до 2 А.

Оба коммутатора управляются кодами, формируемыми на цифровых выходах интерфейса. 12 цифровых каналов в сочетании со схемой сдвигового регистра позволяют сформировать все необходимые коды и тактовые импульсы.

Время проверки одного источника напряжения составляет не более 5 мин. После завершения проверки создается отчет в Microsoft Word, содержащий все измеренные параметры.

Таким образом, предложенное и описанное в данной статье решение по использованию системы сбора данных NI USB-6009 для контроля характеристик многоканальных источников питания позволяет существенно повысить надёжность тестирования и сократить его продолжительность.

ЛИТЕРАТУРА

1. NI USB-6009 [Electronic resource]. URL: <http://www.ni.com/pdf/manuals/371303m.pdf>, свободный.
2. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20: Справочник по функциям. М.: ДМК-Пресс, 2007. 536 с.

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗАТОР ВОСКОВ И ВОСКОПОДОБНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ

О.А. Радаев, студент, А.М. Низаметдинов, аспирант каф. РОН

г. Ульяновск, Ульяновский государственный технический университет, anizametdinov@yandex.ru

Одним из важных параметров, характеризующих качество растительных масел, является содержание в них восков и воскоподобных веществ. Избыточное содержание восков в сыром масле негативно влияет на качество производимых на его основе продуктов. Для удаления восков применяется операция вымораживания с добавлением специального реагента-сорбента. При этом точное знание концентрации воска в пробе масла позволяет эффективно использовать данный дорогостоящий реагент. К сожалению, на сегодняшний день не существует стандартных автоматизированных методов количественного определения содержания восков и воскоподобных веществ в растительных маслах.

При реализации автоматизированного экспресс-метода количественного определения содержания восков в растительном масле авторами было выдвинуто предположение, что наличие восков в масле должно проявляться в изменении оптических свойств пробы масла при ее динамичном охлаждении.

Для аппаратной реализации метода авторами изготовлен лабораторный стенд на основе миниатюрной кюветы с вмонтированными в ее стенки оптическими волокнами. Одно из волокон используется для подвода к пробе масла оптического излучения. Прошедшее через пробу и рассеянное ей излучение поступает в волокна, расположенные, соответственно напротив излучающего волокна и под углом к нему. Охлаждение и нагрев кюветы осуществляются элементами Пельтье. Измерительным процессом управляет микроконтроллер по командам с компьютера. По окончании измерения полученные данные обрабатываются специализированной компьютерной программой.

На основе проведенных исследований авторами предложен оригинальный экспресс-метод определения концентрации восков [1], основанный на одновременном измерении изменения мощности оптического сигнала, прошедшего и рассеянного пробой масла, на характерных длинах волн в процессе понижения температуры от +70 °С до

температуры застывания пробы (примерно $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Экспериментально установлено, что максимум отношения мощности прошедшего к мощности диффузно рассеянного оптического излучения пропорционален процентному содержанию восков в широком диапазоне их концентраций. Для изготовленного лабораторного стенда получена калибровочная зависимость, позволяющая определить концентрацию восков в подсолнечном растительном масле по измеренной величине максимального значения отношения нормированных оптических сигналов (рис. 1).

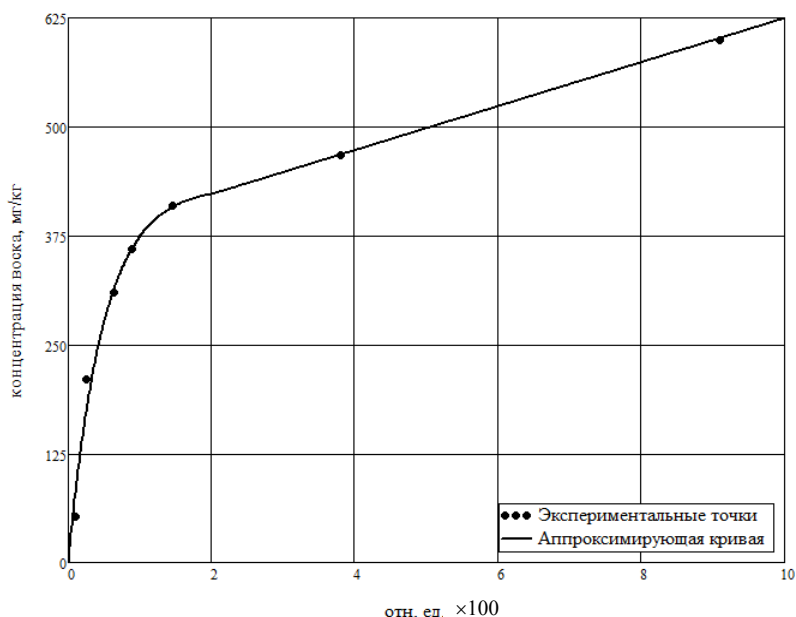


Рис. 1. Калибровочная кривая для определения концентрации восков в подсолнечном масле по величине максимального значения отношения нормированных оптических сигналов

В настоящее время при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере ведутся работы по созданию лабораторного макета автономного автоматического экспресс-анализатора восков и воскоподобных веществ в растительных маслах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Низаметдинов А.М. Метод количественного определения содержания восков в растительных маслах / А.М. Низаметдинов, Б.А. Соломин, А.А. Черторийский и др. Самара: Изв. Самар. науч. центра РАН. 2013. Т. 15. С. 42–46.

ПРОЕКТ КОМПАКТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

А.А. Сало, Е.И. Цымбалова, Ж.Б. Садыков, студенты
Научный руководитель А.П. Аверченко, ассистент каф. ССиИБ
г. Омск, ОмГТУ, omgtu_it@mail.ru

На рынке измерительных приборов широко распространены осциллографы. Осциллографы можно разделить на: осциллографы со встроенным дисплеем (ОВД); осциллографы, подключаемые к компьютеру (ОПК), и профессиональные осциллографы (ОПр). Данным измерительным комплексам (ИК) присущи как достоинства, так недостатки: ОВД имеет малую диагональ дисплея, а это – низкая информативность, также встроенный дисплей ограничивает использование ИК в низком температурном диапазоне; ОПК не всегда совместимы с ОП, а ОПр дороги и габаритны.

Итак, существует необходимость разработать малогабаритный многофункциональный измерительный комплекс для решения широкого спектра задач как в области дистанционных измерений на удалённых объектах, так и для применения в радиолюбительской лаборатории. Целью создания данного измерительного комплекса является избавление от недостатков, присущих существующим аналогам, а также создание импортозамещающего устройства, максимально использующего современную техническую базу.

ИК, представленный в проекте, предназначен для измерений и контроля функционального состояния устройств как в лабораторных, так и в полевых условиях, т.к. позволяет архивировать полученные данные и использовать их далее в процессе анализа. Такой ИК будет интересен учебным заведениям, отдельным радиолюбителям и специалистам радиотехнического профиля.

Основные технические параметры данного ИК: наличие автономного питания, отсутствие элементов с высоким температурным коэффициентом и дорогостоящих жидкокристаллических экранов, использование памяти, установленной внутри ПЛИС, малые габариты, отсутствие необходимости персонального компьютера или ноутбука.

Первая особенность данного цифрового ИК – использование ПЛИС, что позволяет значительно упростить и ускорить процесс обработки информации, а это положительно скажется на энергопотреблении и увеличит время работы от автономного источника питания. Вторая особенность – возможность использовать в качестве индикатора любые VGA-мониторы, портативные устройства (планшет, смартфон), а также возможность подключения по беспроводным каналам связи.

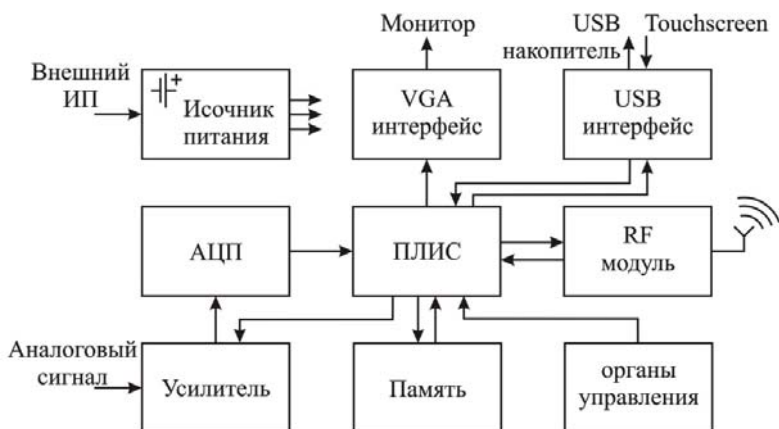


Рис. 1. Схема универсального цифрового осциллографа

Разработка данного измерительного комплекса ведется на ПЛИС Cyclone 4 фирмы Altera. В дальнейшем планируется использовать отечественную элементную базу.

Для реализации данного проекта был выбран АЦП конвейерного типа AD9481 с частотой дискретизации 250 МГц и разрядностью 8 бит. Он позволит проводить работу с сигналами до 125 МГц.

Конструктивно устройство будет иметь размеры не более 120×100×25 мм в виде закрытого пластмассового корпуса с классом защиты IP-65. Диапазон рабочих температур такого класса защиты от –40 до +100 °С. На верхней стенке комплекса будут установлены органы управления, на боковой стенке будут располагаться разъёмы для подключения датчиков, USB-разъём, разъём подключения внешнего источника питания и VGA-разъём.

Итак, предложенный компактный цифровой ИК объединит достоинства существующих осциллографов, при этом будет иметь преимущества за счет устранения их недостатков, и стоимость такого ИК будет доступна не только для отдельных лиц и учебных заведений, но и для простых радиолюбителей.

В процессе выполнения НИР предполагается получение патентов на изобретение и авторского свидетельства на программу.

РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ СШП БИОРАДИОЛОКАЦИИ

Е.С. Семенов, студент каф. КУДР

Научный руководитель А.Г. Лоцилов, зав. каф. КУДР,

начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, qwersem@gmail.com

В настоящее время одной из перспективных областей применения сверхширокополосной (СШП) радиолокации является биорадиолокация. Биорадиолокация – это метод дистанционного обнаружения и диагностики людей или животных, в том числе за оптически непрозрачными препятствиями, основанный на анализе модуляции радиолокационного сигнала колебательными движениями и перемещениями органов биологического объекта [1]. К основным областям использования биорадиолокации относят:

- бесконтактное определение дыхания и сердцебиения человека и животных;
- применение в определении ранних стадий сердечно-сосудистых заболеваний;
- обнаружение живых людей и животных в завалах;
- применение в охранных системах;
- применение в антитеррористических и военных операциях.

Задачей настоящей работы является разработка дыхания человека, предназначенная для исследования параметров перемещения грудной клетки с использованием сверхширокополосной короткоимпульсной радиолокации [2]. Учитывая, что к основным анализируемым параметрам относятся частота и амплитуда перемещения грудной клетки человека в процессе дыхания, было предложено разработать устройство, с заданными параметрами, имитирующее данный процесс. Из [1] известно, что процесс дыхания при относительно неподвижном состоянии человека характеризуется перемещением грудной клетки с амплитудой 5–15 мм, частотой дыхания – 0,2–0,5 Гц.

Были определены следующие требования к имитатору дыхания человека:

- конструктивное исполнение устройства должно учитывать возможность установки исследуемого объекта, имитирующего грудную клетку, на несущую конструкцию, осуществляющую поступательное движение с заданной частотой и амплитудой;
- максимальная амплитуда перемещения не менее 50 мм;
- шаг установки амплитуды – не более 0,1 мм;
- максимальная частота дыхания при амплитуде перемещения грудной клетки 15 мм должна составлять не менее 1 Гц;

- возможность программирования нескольких режимов «дыхания»;
- возможность работы как под управлением персонального компьютера (ПК), так и автономно.

На рис. 1 представлена разработанная структурная схема имитатора дыхания человека.

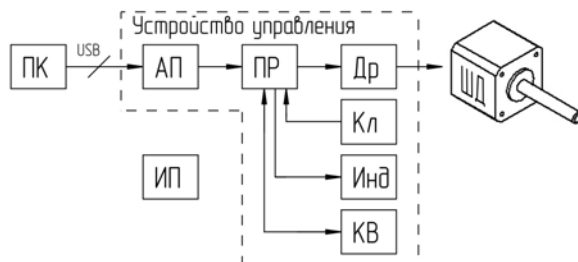


Рис. 1. Структурная схема имитатора дыхания человека

Персональный компьютер подключен по USB-интерфейсу к аппаратной платформе «Arduino UNO» (АП), реализованной на базе микросхемы «ATMEGA-328» [3].

В качестве шагового двигателя (ШД) используется двигатель модели Casun 42SHD0217-150NK, длина вала с резьбой 150 мм. Вращательное движение двигателя преобразуется в поступательное движение перемещаемого объекта посредством передачи винт-гайка. Управление шаговым двигателем осуществляется с помощью драйвера (ДР). Минимальный шаг поворота двигателя – $1,8^\circ$, отклонение от начального положения при повороте двигателя на 360° составляет 8 мм. Такие характеристики позволяют достигать разрешающей способности амплитуды перемещения при имитируемом дыхании порядка 40 мкм.

Драйвер биполярного шагового двигателя реализован на базе микросхемы A4988 [4]. Управление драйвером осуществляется аппаратной платформой. Использование драйвера в разработанном устройстве позволяет реализовать режим последовательного воздействия на обмотки шагового двигателя, а также реализует функцию дробного шага. Это позволяет обеспечить большую плавность хода, а также уменьшить шаг позиционирования до единиц микрометров.

В ходе разработки устройства управления шаговым двигателем для удобства установки и компактности было предложено разработать плату расширения для аппаратной платформы (ПР). В плате расширения реализован разъем для драйвера шагового двигателя. Помимо драйвера, в плате расширения реализована клавиатура управления (Кл), отвечающая за включение/выключение шагового двигателя, вы-

бор скорости и количества шагов вращения шагового двигателя. Также в плате расширения реализована индикация режимов работы имитатора дыхания (Инд), идентифицирующая значения основных анализируемых параметров.

В целях исключения возможности столкновения перемещаемого объекта с корпусом шагового двигателя или полного выкручивания с вала соединенной с перемещаемым объектом гайки в устройстве управления используются размыкающие концевые выключатели (КВ), сигнализирующие микроконтроллеру о конечном положении перемещаемого объекта.

Внешний вид разработанной платы расширения представлен на рис. 2.

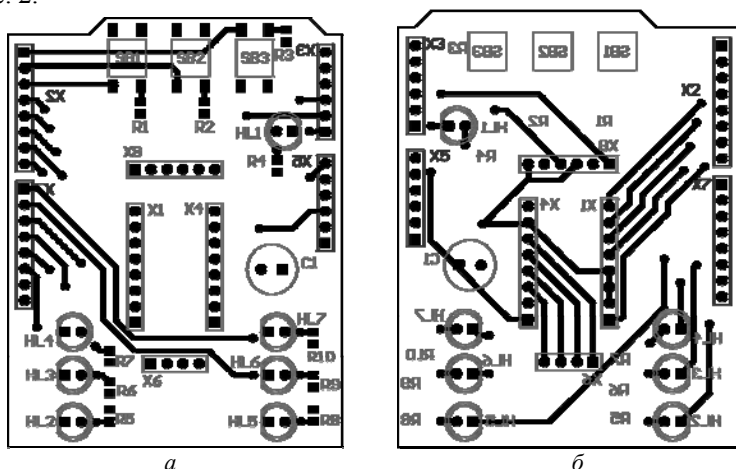
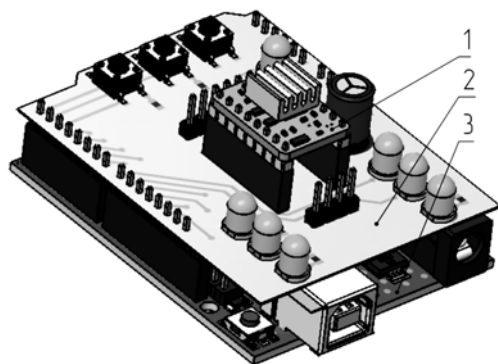


Рис. 2. Внешний вид отладочной платы расширения (земляной полигон условно не показан): а – верхняя сторона; б – нижняя сторона



На рис. 3 представлен внешний вид модели разработанного устройства управления шаговым двигателем.

Рис. 3. Модель устройства управления шаговым двигателем: 1 – драйвер шагового двигателя; 2 – плата расширения для «Arduino UNO»; 3 – «Arduino UNO»

Разработка имитатора дыхания и платы расширения для «Arduino UNO» выполнялись в системах автоматизированного проектирования «Solid Works» и «Altium Designer» [5]. Внешний вид разработанного имитатора дыхания представлен на рис. 4.

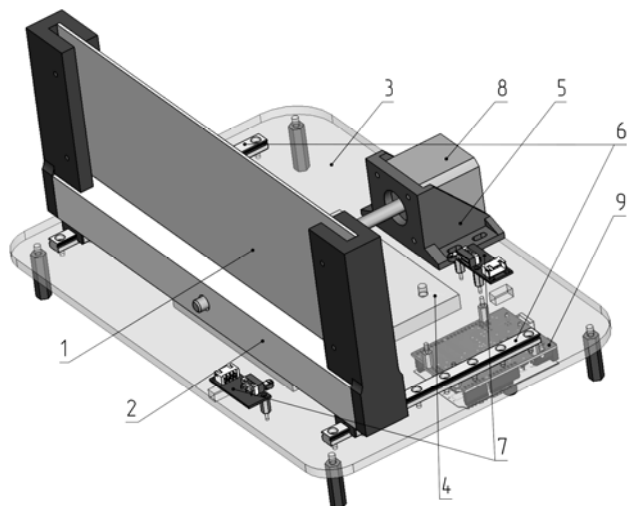


Рис. 4. Внешний вид разработанного имитатора дыхания:
 1 – пластина-имитатор грудной клетки; 2 – держатель; 3 – основание устройства; 4 – крепеж; 5 – подставка для двигателя; 6 – линейные направляющие; 7 – концевые выключатели; 8 – шаговый двигатель; 9 – устройство управления шаговым двигателем

В результате проделанной работы было разработано устройство, имитирующее дыхание человека, разработана плата расширения для аппаратной платформы «Arduino UNO» и разработано встроенное программное обеспечение для устройства управления шаговым двигателем. В дальнейшем планируется провести эксперимент по исследованию имитируемого дыхания и разработать алгоритм обработки данных СШП радиолокатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаев А.С., Ивашиов С.И., Иммореев И.Я. Биорадиолокация. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 396 с.
2. Семенов Е.С. Конференция участников ГПО ТУСУР–2014 [Электронный ресурс]. Сверхширокополосный радиолокатор // Электрон. журн. Томск: ТУСУР, 2014. Режим доступа: https://storage.tusur.ru/files/11321/КУДР-1302_Семенов.pdf
3. *Arduino.ru* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.ru/>

4. A4988. DMOS Microstepping Driver with Translator and Overcurrent Protection [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://datasheet.eeworld.com.cn/pdf/ALLEGRO/316432_A4988.pdf.

5. Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. М.: Солон-Пресс, 2009. 432 с.

РАЗРАБОТКА СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛОГРАФА НА ПЛАТФОРМЕ NI FLEXRIO

Е.И. Тренкаль, студент, техник, С.П. Караульных, инженер

Научный руководитель А.Г. Лоцилов, зав. каф. КУДР,

начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, СКБ «Смена», trenkal@mail.ru

Создание осциллографических устройств, сочетающих широкую полосу пропускания с высокой чувствительностью, считается проблемой радиоизмерительной техники [1]. Обычный осциллограф не в состоянии удовлетворить этим противоречивым требованиям, поэтому привлекают внимание стробоскопические методы исследования. Основным преимуществом стробоскопического осциллографа перед аналоговым и цифровым запоминающими осциллографами является его широкая полоса пропускания с сохранением высокой чувствительности, что позволяет исследовать периодические сигналы с малой длительностью. Но высокая стоимость таких осциллографов ограничивает их использование.

В связи с высокой стоимостью и малой распространенностью, в особенности отечественных стробоскопических осциллографов, было решено начать разработку собственного стробоскопического осциллографа, схожего по характеристикам с отечественными и имеющего значительно меньшую стоимость.

В связи с постоянно растущей в России популярностью продукции компании National Instruments [2] в сфере контрольно-измерительной аппаратуры было решено разрабатывать стробоскопический осциллограф не в виде самостоятельного устройства с собственным устройством обработки и вывода, а в виде модуля к платформе NI FlexRIO [3]. Это решение понизит сложность разработки и многократно уменьшит его стоимость.

Принцип работы стробоскопического осциллографа (рис. 1) основан на измерении мгновенных значений повторяющихся сигналов, поступающих на его вход, с помощью коротких стробирующих импульсов (стробимпульсов) [1]. Стробимпульсы автоматически сдвигаются во времени относительно сигнала при каждом повторении и, таким образом, последовательно считывают его по точкам.

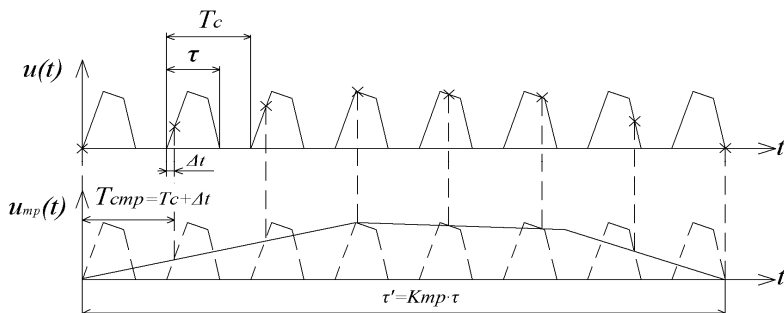


Рис. 1. Принцип работы стробоскопического осциллографа

На экране осциллографа появляется изображение, по форме подобное исследуемому сигналу, но в увеличенном (трансформированном) временном масштабе. Коэффициент трансформации равен

$$K_{\text{тр}} = \frac{n \cdot T_{\text{стр}}}{T_c},$$

где $T_{\text{стр}}$ – период повторения стробимпульсов (должен быть равен либо кратен одному периоду сигнала); n – число точек считывания сигнала; T_c – длительность сигнала.

Период считывания сигнала равен

$$T_{\text{стр}} = T_c + \Delta t,$$

где Δt называется шагом считывания.

Длительность Δt выбирают из условия $\Delta t = \tau / n$. В результате этого преобразования оказывается, что первое считывание совпадает с началом первого импульса $u(t)$, 2-е – сдвинуто от начала 2-го импульса $u(t)$ на Δt , 3-е сдвинуто от начала 3-го импульса $u(t)$ на $2\Delta t$ и т.д.

Структурно стробоскопический осциллограф можно разделить на следующие составляющие: устройство выборки и хранения (УВХ), аналого-цифровой преобразователь (АЦП), генератор синхронизирующих импульсов (ГСИ) и устройство обработки и вывода. В данной разработке структурная схема приобретает вид, изображенный на рис. 2.

Блок УВХ предназначен для того, чтобы в определенный момент времени фиксировать мгновенное значение напряжения и сохранить его на время, достаточное для преобразования АЦП. Ролью блока АЦП является преобразование аналогового сигнала в цифровой вид. Главная роль в данном устройстве отводится блоку ГСИ – организации стробоскопического режима. Помимо этого, ГСИ также отвечает за синхронизацию в устройстве. Исходя из этого, проектирование блока ГСИ имеет особое значение в проектировании всего устройства.

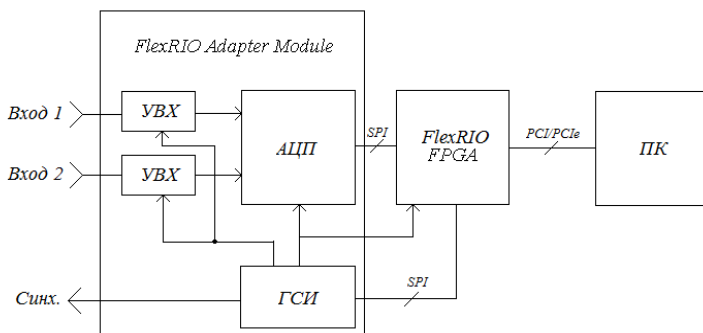


Рис. 2. Структурная схема стробоскопического осциллографа на платформе NI FlexRIO

К этому блоку обычно предъявляются следующие требования: выходной сигнал должен иметь стабильную и точную частоту, минимальный уровень фазовых шумов и малый джиттер [4]. В настоящее время наиболее популярны два способа реализации стробоскопического режима.

Первый способ [1] заключается в наличии двух генераторов формирования пилообразных сигналов («медленный» и «быстрый») и схемы сравнения. В момент равенства напряжений этих сигналов схема вырабатывает импульсы, используемые для управления генератором стробимпульсов. В настоящее время для генерации пилообразных сигналов используется ЦАП.

Второй способ основывается на использовании управляемой линии задержки. На каждый такт сигнала синхроимпульса значение задержки увеличивается на величину Δt , тем самым сдвигая момент времени считывания сигнала. Недостатками этого метода являются небольшой диапазон изменения значения задержки (максимальное значение в настоящее время – 1024) и наличие нелинейности характеристики вносимой задержки, что может привести к искажению сигнала. Для устранения первого недостатка можно использовать многокаскадное включение (несколько последовательно включенных линий задержки с различным шагом), но это приведет к увеличению нелинейности. Помимо этого, увеличение числа линий задержки окажет влияние на джиттер сигнала, что приводит к понижению стабильности.

В рамках настоящей разработки предлагается для реализации стробоскопического режима использовать подход, основанный на прямом цифровом синтезе двух близких по частоте сигналов, один из которых является выходным сигналом синхронизации, а второй – сигналом стробирования VBX. Таким образом, чтобы обеспечивалось

увеличение задержки между сигналом синхронизации и сигналом стробирования на Δt в каждом периоде, аппаратно данный подход может быть реализован на базе двухканального DDS-синтезатора. Использование данного способа имеет ряд преимуществ перед способами, описанными выше:

- цифровая регулировка частоты, разности фаз и шага считывания Δt ;
- высокая точность установки основных параметров (до 32 бит регулировки частоты, до 14 бит регулировки начальной фазы для современных DDS синтезаторов в интегральном исполнении);
- возможность обеспечения малого шага Δt (от 0,1 пс);
- высокая стабильность параметров выходного сигнала.

При использовании двух каналов DDS-синтезатора минимальное значение шага будет равно

$$\Delta t = \frac{1}{f_S} - \frac{1}{f_S + \Delta f},$$

где f_S – частота сигнала синхронизации; Δf – отстройка частоты стробующего сигнала относительно частоты сигнала синхронизации.

К примеру, при использовании DDS-генератора AD9958/AD9959, который и используется в разработке, шаг перестройки частоты зависит от значения частоты опорного генератора и в худшем случае имеет значение 0,12 Гц. Тогда шаг Δt при частоте сигнала в 1 МГц будет равен примерно 0,1 пс (минимальное значение Δt для управляемой линии задержки – 3–5 пс). При уменьшении частоты опорного генератора для DDS можно добиться еще более низкого значения.

В работе [4] описаны некоторые рекомендации по проектированию синтезаторов частоты с низким уровнем фазовых шумов и малым джиттером (порядка 1 пс). Следуя этим рекомендациям, была разработана схема электрическая принципиальная ГСИ и разработана топология печатной платы (рис. 3), включающая в себя блоки ГСИ и АЦП.

Блок ГСИ включает в себя двухканальный DDS-синтезатор AD9958, фильтр нижних частот (ФНЧ), компаратор AD8465 и четырехканальный делитель частоты AD9508 с функцией задержки сигнала. DDS-синтезатор генерирует два синусоидальных сигнала частотами f_1 и f_2 , которые поступают через ФНЧ (многокаскадный LC-фильтр) на входы первого и второго компараторов для получения тактовых сигналов прямоугольной формы. Тактовые сигналы с частотами f_1 и f_2 поступают на входы делителей частоты с функцией задержки.

Сигналы с выхода первого делителя частоты поступают на входы синхронизации УВХ и АЦП, сигналы с выхода второго делителя частоты поступают на выход синхронизации стробоскопического осциллографа.

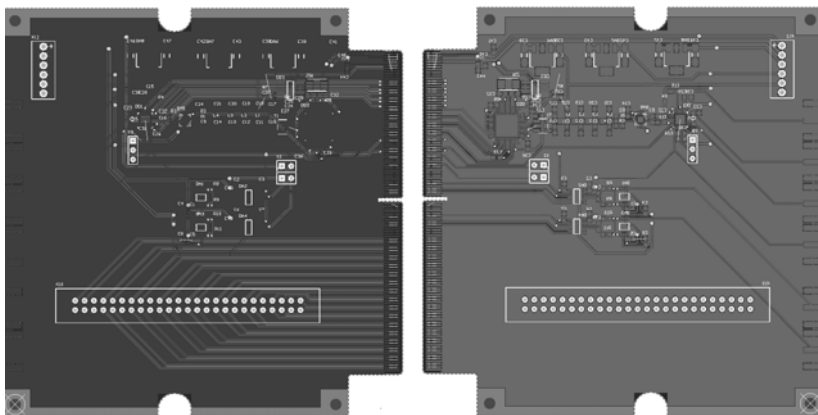


Рис. 3. Верхний и нижний слой печатной платы

Делитель частоты AD9508 с функцией задержки сигнала необходим для уменьшения джиттера стробирующего сигнала и организации задержки между стробирующим сигналом UBХ и сигналом запуска преобразования АЦП.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рябинин Ю.А.* Стробоскопическое осциллографирование. М.: Сов. радио, 1968. 200 с.
2. *National Instruments* [Электронный ресурс]. URL: <http://ni.com> (дата обращения: 17.03.2015).
3. *NI FlexRIO* FPGA modules for PXI URL: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/206640> (дата обращения: 17.03.2015).
4. *DDS: прямой цифровой синтез частоты.* URL: <http://ra3ggi.qrz.ru/UZLY/dds.htm> (дата обращения: 17.03.2015).

АСПЕКТЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ РЫНКЕ СБЫТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

А.В. Убайчин, к.т.н., А.Г. Лощилев, к.т.н.,

Е.В. Алексеев, Г.Г. Жук, студенты

г. Томск, ТУСУР, dualog@mail.ru

В рамках выполнения Постановления Правительства Российской Федерации №218 при работе по проекту «Реализация комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства интеллектуальных приборов энергоучета, разработанных и изготовленных на базе отечественных микроэлектронных компонентов, и гетерогенной

автоматизированной системы мониторинга потребляемых энергоресурсов на их основе» актуален вопрос комплексного анализа совокупности факторов применения приборов учета электрической энергии в условиях отечественного рынка сбыта электроэнергии и потребителей услуг [1, 2].

В данной работе рассматривается совокупность способов преднамеренных воздействий на приборы учета электрической энергии, целью которых является искажение результатов измерений потребленной электрической энергии и/или искажение метрологических характеристик, в том числе с целью хищения электроэнергии.



Рис. 1. Классификация способов преднамеренного воздействия на приборы учета

По результатам анализа совокупных физических процессов, лежащих в основе функционирования приборов учета, и методов преднамеренного воздействия показана эффективность применения последних для задач искажения измеренных значений потребленной электроэнергии.

В результате проведенного анализа преднамеренные воздействия структурированы по способу реализации на механические, электромагнитный, электронный и цифровой. На рис. 1 представлена предложенная классификация способов преднамеренных воздействий.

Типы воздействий подразделяются на пять подклассов. Воздействие радиоизлучением заключается в создании направленной радиопомехи, изменяющей режим работы задающего тактового генератора или других чувствительных компонентов цифровых схем статического прибора учета внешним сигналом помехи [3, 4].

Сущность воздействия, подразумевающего изменение направления тока нагрузки, заключается в преднамеренном изменении схемы коммутации прибора учета с цепью электропитания, с изменением направления тока первичной обмотки трансформатора электромеханического прибора учета [5].

Способ изменения пространственного положения реализуется за счет конструктивной особенности электромеханических приборов учета электроэнергии и заключается в изменении угла наклона прибора относительно вертикального положения [5]. Изменение угла наклона приводит к выпадению из вращающегося механизма оси диска либо к значительному замедлению вращения. Выполняется без вмешательства в механизм прибора учета, приведение в рабочее положение осуществляется возвратом в вертикальное положение.

При шунтировании токовой катушки прибора учета производится параллельное подключение проводника (к измерительной катушке) с низким сопротивлением (равным либо меньшим сопротивления токовой катушки по постоянному току) [6]. Регулирование учета потребленной электроэнергии осуществляется изменением площади контакта шунта с клеммой прибора учета, площадь контакта характеризует переходное сопротивление шунта.

Повышение трения элементов вращения реализуется путем создания дополнительного сопротивления вращению индукционной катушки, диска и других вращающихся элементов [1]. Практические реализации способа подразумевают нарушение механической целостности корпуса прибора учета. Наиболее распространенным [1] способом является создание отверстия в любом месте кожуха прибора учета с последующей установкой дополнительного элемента трения.

Способ на основе изменения внешних условий эксплуатации эффективен в отношении электронно-механических и электромеханических приборов учета, установленных в неотапливаемых помещениях [12]. Суть способа заключается в повышении влажности внутри прибора учета в холодное время года с целью блокировки шагового двигателя счётного механизма. Данный способ не требует вмешательства во внутреннюю структуру и в большинстве случаев не выводит из строя другие блоки прибора.

Изменение рабочих условий подразумевает в том числе повышение температуры внешней среды, что приводит к увеличению мультипликативной погрешности электронных и электромеханических приборов учета, присутствующих в силу конструктивных особенностей.

При создании достаточного магнитного потока (воздействие магнитным полем) у механического прибора учета происходит вибрация магнитной системы счётного механизма, в результате чего прибор учета либо замедляет счет, либо происходит заклинивание счетного механизма [17]. Электронные приборы учета подвержены влиянию магнитных полей при наличии трансформаторов тока. В этом случае изменяется потокоцепление обмоток трансформаторов, что приводит к искажениям импульсов вторичной обмотки на входе измерительного элемента.

Изменение направления тока через прибор учета за счет изменения формы напряжения электросети оказывает влияние на метрологические характеристики. Одна из возможных технических реализаций заключается в следующем. В первую четверть периода сетевого напряжения энергия потребляется из сети, т.е. происходит запасание энергии в реактивном элементе [9]. Заряд производится короткими импульсами. Разряд производится во втором полупериоде сетевого напряжения, что эквивалентно изменению направления тока через прибор учета.

Аналогично осуществляется создание режимов работы сети, значительно отличающихся от номинальных, что приводит к необратимым нарушениям в работе прибора учета. Например, создание электронного устройства, выводящего из строя датчик тока или часть (шунт, катушку напряжения и т.д.) прибора учета [8]. Обратный процесс (потребление электроэнергии высокочастотными импульсами, с последующим преобразованием к требуемой форме и параметрам (например, 220 В, 50 Гц) [11] для питания нагрузки) также изменяет метрологические характеристики приборов учета.

Под цифровым воздействием подразумевается использование специального прибора учета, счетный механизм, которого оснащён специальным радиомодулем. Работа данного прибора контролируется

дистанционно при помощи пульта управления. Подобный прибор не имеет абсолютно никаких внешних отличительных признаков от традиционного прибора учета [15].

Заключение. В результате проведенных исследований обобщены основные типы преднамеренных воздействий на приборы учета, имеющие целью искажение результатов измерений потребленной энергии. Дана классификация преднамеренных воздействий на приборы учета в соответствии со способами их физической реализации. Дано краткое описание способов воздействия.

В дальнейшем планируется провести анализ эффективности применения способов преднамеренного воздействия в отношении приборов учета различных типов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии / В.В. Красник / М.: ЭНАС, 2010. 160 с.
2. Польшгалов С.В. Пути внедрения ресурсосберегающих технологий в офисных помещениях / С.В. Польшгалов, С.В. Паршакова / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2012. № 4 (8). С. 153–162.
3. Салов В.К. Важность корректного учёта частотной зависимости диэлектрической проницаемости материалов при моделировании задач ЭМС / В.К. Салов, П.Е. Орлов, Т.Р. Газизов // Изв. высш. учеб. заведений. Физика. 2012. Т. 55, № 9-3. С. 106–108.
4. Лемешко Н.В. Методика использования моделей измерительных приемников для решения практических задач в области ЭМС / Н.В. Лемешко, С.С. Захарова / Труды Научно-исследовательского института радио. 2012. № 4. С. 44–48.
5. Роцин В.А. Схемы включения счетчиков электрической энергии: производственно-практическое пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во НЦ ЭНАС. 2007. 112 с.
6. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии / П.И. Головкин. М.: Энергия, 1979. 308 с.
7. Артемов А.И. Электроснабжение промышленных предприятий / А.И. Артемов / Под ред. В.И. Минченкова. Смоленск, 2000. 300 с.
8. Электроустановки промышленных предприятий / Под общ. ред. Ю.Н. Тищенко и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
9. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Ин-термет Инжиниринг, 2006. 672 с.
10. Данилов С.И. Кому нужна энергоэффективность? // Инициативы XXI века. 2012. № 4. С. 133–135.
11. Петров М.Б. Энергоэффективность и тарифообразование в энергетике / М.Б. Петров, Л.М. Аверина, Е.Д. Игнатъева. Екатеринбург, 2007 // Научные доклады / Российская акад. наук, Уральское отд., Ин-т экономики.

12. *Фильчаков В.В.* Перспективы развития регионального рынка электроэнергии: энергоэффективность и энергосбережение // Вестник Нижегородского ун-та им. Н.И. Лобачевского. 2012. № 2-2. С. 292–297.

13. *Лазарев Н.С.* Токи включения силовых трансформаторов / Н.С. Лазарев, Р.Н. Шульга, А.Р. Шульга // Электротехника. 2010. № 11. С. 11–17.

14. *Катаева Н.К.* Адаптация УЗО к несимметричным режимам сельских распределительных сетей // Вестник Красноярского гос. аграрного ун-та. 2007. № 4. С. 188–191.

15. *Гуртовцев А.Л.* Электронные электросчетчики для АСКУЭ. Результаты испытаний / А.Л. Гуртовцев, В.В. Бордаев, В.И. Чижонок // Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. 2005. № 6. С. 32–41.

16. *Шульпин А.А.* Методика определения систематической погрешности индукционных электросчетчиков / А.А. Шульпин, В.Я. Фролов, А.В. Коротков // Вестник Ивановского гос. энергетического ун-та. 2013. № 5. С. 42–45.

17. *Ковров И.А.* Электронные электросчетчики коммерческого и технического учета: учеб.-метод. пособие / И.А. Ковров, П.П. Кутлер / Российская акад. гос. службы при Президенте Российской Федерации, Ин-т повышения квалификации гос. служащих. М., 2007.

УСТРОЙСТВО ЗАПРАВКИ ДОЗАТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПЛОТТЕРНОЙ ПЕЧАТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

А.М. Умаров, Д.В. Шерстюк, студенты РКФ, техники СКБ «Смена»

*Научный руководитель А.Г. Лоцилов, зав. каф. КУДР,
начальник СКБ «Смена» ТУСУР, к.т.н.*

г. Томск, ТУСУР, umarov.anton@gmail.ru

В ходе эксплуатации системы плоттерной печати GIX Microplotter II [1] было установлено, что на повторяемость печати существенное влияние оказывают процессы испарения растворителя чернил во время печати. В работе [2] предложен алгоритм заправки дозатора плоттерной системы печати и представлен макет автоматизированной кюветы.

Целью настоящей работы является разработка малогабаритного устройства заправки дозатора для системы плоттерной печати электронных изделий.

По результатам анализа систем дозирования было предложено использовать поршневой принцип дозирования. Данный подход имеет следующие преимущества: объем дозы определяется диаметром цилиндра, ходом поршня и минимальным ходом толкателя. Точность и повторяемость наносимых доз не зависят от вязкости материала, температуры, изменения давления. В то же время есть следующий недостаток: максимальное количество материала ограничено объемом шприца.

На рис. 1 показана разработанная структурная схема устройства заправки дозатора.

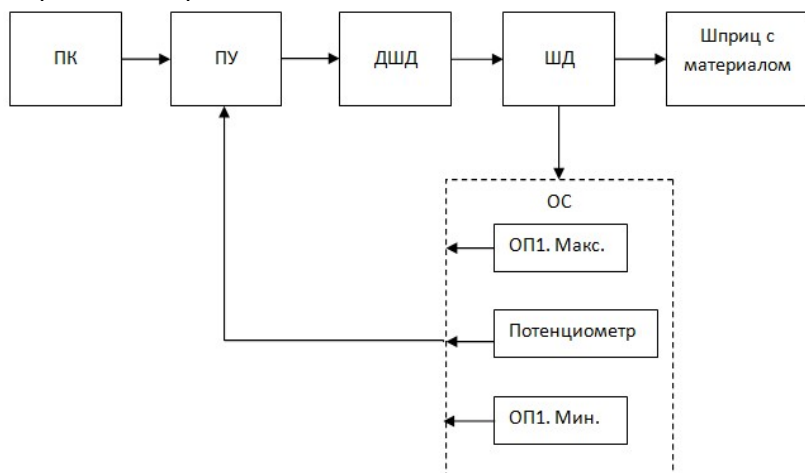


Рис. 1. Структурная схема устройства заправки дозатора

К компьютеру (ПК) через интерфейс USB подключена плата управления (ПУ), которая представляет собой отладочную плату «Arduino NANO» [3], на микроконтроллере «АТmega328р» [4], в свою очередь к плате управления подключаются драйвер шагового двигателя (ДШД) и обратная связь (ОС).

Драйвер шагового двигателя (ДШД) реализован на базе микросхемы А4988 [5]. Управление драйвером осуществляется платой управления. Использование драйвера в разрабатываемом устройстве позволяет реализовать режим последовательного воздействия на обмотки шагового двигателя, а также реализует функцию дробного шага. Это позволяет обеспечить большую плавность хода, а также уменьшить шаг позиционирования до единиц микрометров.

Обратная связь (ОС) представлена 2 оптическими переключателями (ОП1.Макс. и ОП2.Мин.) и линейно-движковым потенциометром (SL-20v1) [6]. Закрепляя вал шагового двигателя с флажком потенциометра, решаем две проблемы. Во-первых, исключаем прокручивание вала и, во-вторых, отслеживаем положение вала с помощью изменения сопротивления считываемого АЦП микроконтроллера платы управления. Оптические переключатели необходимы для калибровки и настройки потенциометра, поскольку его характеристика – нелинейная, а также для определения крайних положений вала шагового двигателя.

На рис. 2 показана принципиальная электрическая схема разрабатываемого устройства.

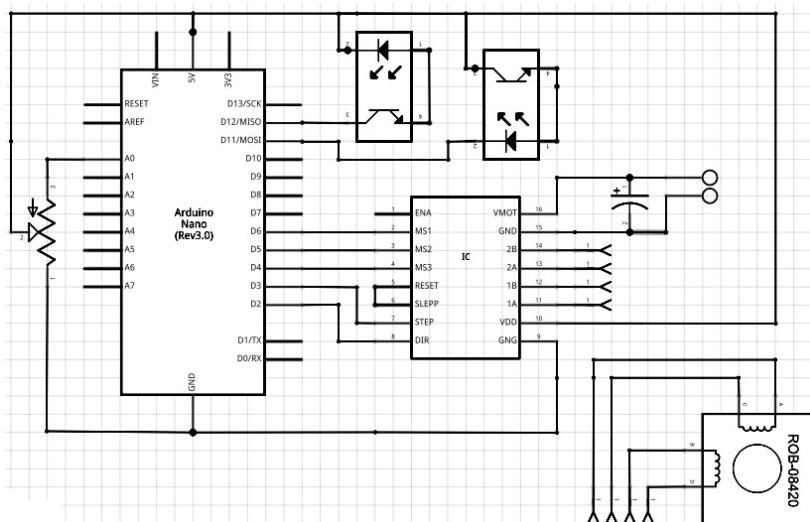


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема устройства

Во-первых, для данной задачи решили воспользоваться шаговым двигателем (ШД) с линейно-поступательной передачей (см. рис. 1). Во-вторых, основной механический параметр, определяющий пригодность модели ШД в рамках задачи, – это его удерживающий момент (усилие). В ходе выполнения задачи был проведен аналитический анализ требований к шаговому двигателю, методика которого заключается в сравнении удерживающего момента из технической документации с расчетным моментом. В ходе анализа выяснилось, что для выдавливания содержимого из медицинского шприца объемом 3 мл с иглой длиной 25 мм нужно приложить усилие 0,017 Нм. В-третьих, устройство в дальнейшем планируется закрепить на рабочей оси Z координатографа плоттерной системы, а значит, оно должно обладать небольшой массой, чтобы не влиять на работу печатающего капилляра. В итоге был выбран ШД 25LNH0012-03 с длиной вала 70 мм с минимальным углом поворота 15°. Управление шаговым двигателем осуществляется с помощью драйвера шагового двигателя (ДШД).

В данной задаче используется медицинский трехкомпонентный шприц объемом 3 мл и иглой длиной 25 мм. Для определения оптимального объема был проведен анализ расхода материала.

Внешний вид конструкции разрабатываемого устройства приведен на рис. 3. Разработка прототипа выполнялась в системе автоматизированного проектирования «Solid Works» [7].

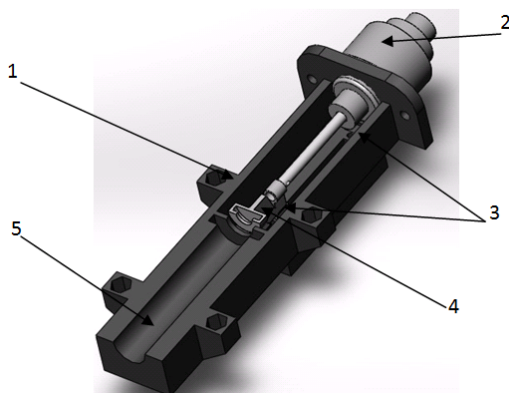


Рис. 3. Конструкция устройства: 1 – корпус; 2 – шаговый двигатель; 3 – оптические переключатели; 4 – держатель поршня; 5 – место установки шприца

Заключение. На данном этапе разработано устройство заправки дозатора системы плоттерной печати. После сборки прототипа планируется проведение тестов на определение эмпирических значений точности, повторяемости, выявление недостатков и их устранение, а также интеграция в систему печати Gix Microplotter II.

ЛИТЕРАТУРА

1. *GIX Microplotter II* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sonoplot.com/products/gix-microplotter-ii/>
2. *Allanurov A.M., Zdrok A.Ye., Loschilov A.G., Malyutin N.D.* [Электронный ресурс]. Problem of Ink Evaporation while Using Plotter Systems to Manufacture Printed Electronic Products. Режим доступа: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017314005271>
3. *Arduino.ru* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://arduino.ru/>
4. *Atmel.com* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atmel.com/ru/ru/devices/ATMEGA328P.aspx>
5. *A4988. DMOS Microstepping Driver with Translator and Overcurrent Protection* [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://datasheet.eeworld.com.cn/pdf/ALLEGRO/316432_A4988.pdf
6. *Chipdip.ru* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.chipdip.ru/product/sl-20v1-a10k/>
7. *Datasheet Linear permanent magnet stepping motor 25LNH0012-03* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.farnell.com/datasheets/526496.pdf>
8. *solidworks.ru* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solidworks.ru/>

ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ РОВНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МЕТОДИКЕ IRI

А.Д. Веремейчик, студент,

Е.А. Брыкалов, инженер, каф. КИПР РКФ ТУСУРа,

М.А. Шипуля, ст. преподаватель каф. МисД, ДСФ ТГАСУ

г. Томск, ТУСУР, sma@main.tusur.ru

В настоящее время на всей сети федеральных дорог Российской Федерации выполняется регистрация международного индекса ровности дорожного покрытия IRI [1, 2]. С этой целью в автодорожном хозяйстве широко применяются электротехнические приборы и устройства, позволяющие в автоматическом режиме находить значение данного показателя. Коэффициент IRI вычисляется эмпирически согласно методике, подробно описанной в соответствующем отраслевом стандарте [3].

Наиболее распространёнными, недорогими и быстродействующими приборами, позволяющими измерять ровность дорожных покрытий, на сегодняшний день в России являются так называемые толчкомеры. Согласно [4] суть метода заключается в измерении сжатия рессор (пружин) подвески автомобиля или специального прицепного устройства, используемых для контроля ровности, при проезде контролируемого участка. Суммирование и регистрация сжатия рессор осуществляется с помощью измерителя механического или электронного типа. Суммарное сжатие рессор, полученное на участке длиной 1 км, выражается величиной, имеющей размерность см/км. При проведении измерений скорость транспортного средства должна быть постоянной. На практике скорость принимается равной 50 км/ч. При этом, однако, указывается, что даже новые однотипные установки могут иметь существенный разброс данных (до 25% и более), получаемых при контроле ровности одного и того же участка. Таким образом, достаточно очевидным становится существование потребности у современного автодорожного хозяйства в электротехническом изделии, позволяющем измерять коэффициент ровности дорожного покрытия IRI согласно нормам [3], автоматически учитывающем при этом методику обработки результатов согласно [4].

Примерами таких систем могут служить: динамометрический прицеп ПКРС-2У, специальный прибор для измерения ровности РК-1, лазерная измерительная система ЛВС-2-ХНАУ. Каждый из приведенных примеров обладает своими достоинствами, однако при этом к об-

щим их недостаткам возможно отнести высокую стоимость и необходимость специального обучения персонала, их эксплуатирующего.

Одним из наиболее перспективных, с точки зрения простоты реализации и последующей эксплуатации, авторам настоящей работы представляется аппаратно-программный комплекс (АПК) для определения индекса IRI, описанный в [5]. Данный комплекс в своей аппаратной части содержит два инерционных модуля (ИМ), внутри которых находятся одноосевые акселерометры. При помощи акселерометров механические вибрации кузова и подвески автомобиля от неровностей дороги преобразуются в электрические сигналы. Сигналы преобразуются электронным блоком (ЭБ), сопряженным с датчиком скорости автомобиля (ДСА). На выходе электронного блока сигнал подается по USB на персональный компьютер (ПК), где происходит его обработка и последующее вычисление индекса IRI.

Как отмечено в [5], минимальная частота дискретизации АЦП для измерения неровностей на интервалах порядка 0,18 м при скорости автомобиля порядка 80 км/ч должна иметь значение не менее 246 Гц. Частоты семплирования современных звуковых карт ПК, очевидно, превосходят данное минимальное значение. ДСА, используемый в рассмотренном АПК, в качестве сигнала выдает последовательность прямоугольных импульсов с частотой, зависящей от скорости движения автомобиля. В частности, при скорости порядка 80 км/ч частота следования импульсов составляет порядка 130–160 Гц, что также значительно меньше предельного значения частот звуковых волн, которые способна записать простейшая звуковая карта.

Таким образом, очевидным путем модернизации рассмотренного в [5] АПК в сторону упрощения конструкции является передача функции семплирования и преобразования аналогового сигнала ИМ и ДСА от ЭБ АПК непосредственно звуковой карте ПК конечного пользователя. При этом необходимо обеспечить выполнение ЭБом функции смешивания аналоговых сигналов от датчиков скорости и вибрации. Кроме того, естественно, необходимо снабдить комплекс соответствующим программным обеспечением. Таким образом, в данной работе предложена концепция модернизации аппаратно-программного комплекса для измерения ровности автомобильных дорог по методике IRI.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чванов В.В., Лушиников Н.А., Стрижевский А.М. Обоснование норм продольной ровности дорожных покрытий, методов ее измерения и контроля // Дороги России XXI века. 2008. № 6. С. 58–62.
2. Чванов В.В., Стрижевский Д.А. Обоснование требований к ровности дорожных покрытий с учетом обеспечения безопасности движения [Электронный ресурс]: <http://www.rosdornii.ru>

3. *Дороги* автомобильные общего пользования. Диагностика. Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI. Общие требования и порядок проведения // СТО МАДИ 02066517.1-2006.

4. *Руководство* по оценке ровности дорожных покрытий толчкоммером // ОДМ: №: ОС-617р от 17.07.2002. Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru>

5. *Бочкарев Н.Н.* Аппаратно-программный комплекс для определения индекса IRI // Труды XXVII сессии Российского акустического общества, посвященная памяти ученых-акустиков / ФГУП «Крыловский государственный научный центр» А.В. Смольякова и В.И. Попкова, 2014 г. [Электронный ресурс]: <http://rao.akin.ru/Rao/sess27/боцкарев1.pdf>

О СПОСОБЕ ПОВЫШЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ИНТЕРФЕЙСА RS-232

Г.Г. Жук, Е.В. Алексеев, студенты, А.В. Убайчин, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, grigoriy26.04@mail.ru

Совершенство применяемых радиофизических методов и радиоизмерительной аппаратуры позволяет эффективно решать задачи в различных областях народного хозяйства, в таких как дистанционное зондирование Земли, радиоастрономия, экологический мониторинг, контроль рационального природопользования и т.д.

Среди большого класса приборной базы для реализации радиофизических исследований особое место занимают микроволновые радиометры. Микроволновые радиометры предназначены для анализа параметров собственного электромагнитного излучения объектов.

При дистанционных исследованиях природных сред с помощью радиометров, как правило, СВЧ-часть системы располагается в непосредственной близости с приемной антенной, в то время как блоки накопления и обработки результатов измерений могут находиться на значительном удалении от приемной антенны. В радиометрических системах для передачи данных применяются широко известные методы и интерфейсы, например RS-232 [1]. Применение интерфейса позволяет передавать данные в цифровом виде по помехозащищенному каналу связи на скоростях до 115 кбит/с при длине кабеля до 15 м. Главным недостатком данного интерфейса является дальность передачи данных, ограниченная пятнадцатью метрами, что существенно сужает возможности применения радиометрических систем. Ситуация могла бы улучшиться путем применения беспроводных интерфейсов для передачи данных, однако электромагнитная совместимость таких интерфейсов с радиометрической аппаратурой в большинстве случаев затруднительна [2]. Ввиду этих особенностей актуальна задача моди-

фикации интерфейса RS-232, позволяющая повысить дальность передачи данных без значительного усложнения технического исполнения.

В приведенной работе рассматривается возможность повышения дальности передачи данных в радиометрической системе, оборудованной интерфейсом RS-232. В качестве основы для разработки взят макет радиометрической системы с центральной частотой 10 ГГц, предназначенной для поиска радиотепловых аномалий на фоне неба. Цифровая часть системы выполнена на базе управляющего микроконтроллера Atmel-AT91SAM7S256, интерфейсная часть – на базе микросхемы MAX232. Наиболее известной модификацией, позволяющей повысить передачу данных в интерфейсе RS-232, является модификация, основанная на применении «токовой петли». Суть модификации заключается в использовании управляемого источника тока для управления режимами работы кабельной линии передачи.

Одна из технических реализаций интерфейса «токовая петля» описана в [3]. Одним из недостатков данной технической реализации является применение зарубежной элементной базы, а также сложность схемотехнического исполнения.

В результате анализа структурной схемы, приведенной в [2], нашим коллективом была разработана модификация на элементной базе отечественного производства, структурная схема которой приведена на рис. 1.

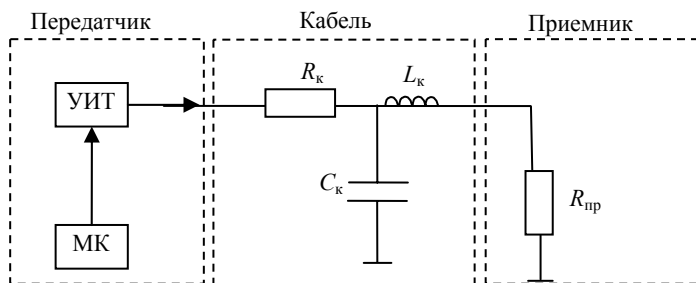


Рис. 1. Структурная схема интерфейса «Токовая петля»

Структурная схема состоит из передатчика, соединительного кабеля и приемника.

Техническая реализация данной структурной схемы заключается в следующем: совокупность устройств передатчика является управляемым источником тока. Управление осуществляется импульсным сигналом микроконтроллера TTL уровня. Управляющие сигналы преобразуются в импульсы тока в управляемом источнике тока. Управляе-

мый источник тока реализован на основе оптрона и эмиттерного повторителя [4].

Функция приемника в данном случае обратна функции передатчика и заключается в преобразовании импульсов тока линии передачи в импульсный сигнал с размахом сигнала ± 10 В (соответствует логическим уровням RS-232) [5, 6]. Разработанная техническая реализация приемника состоит из оптрона и управляющего транзистора. Принципиальная схема разработанного устройства приведена на рис. 2.

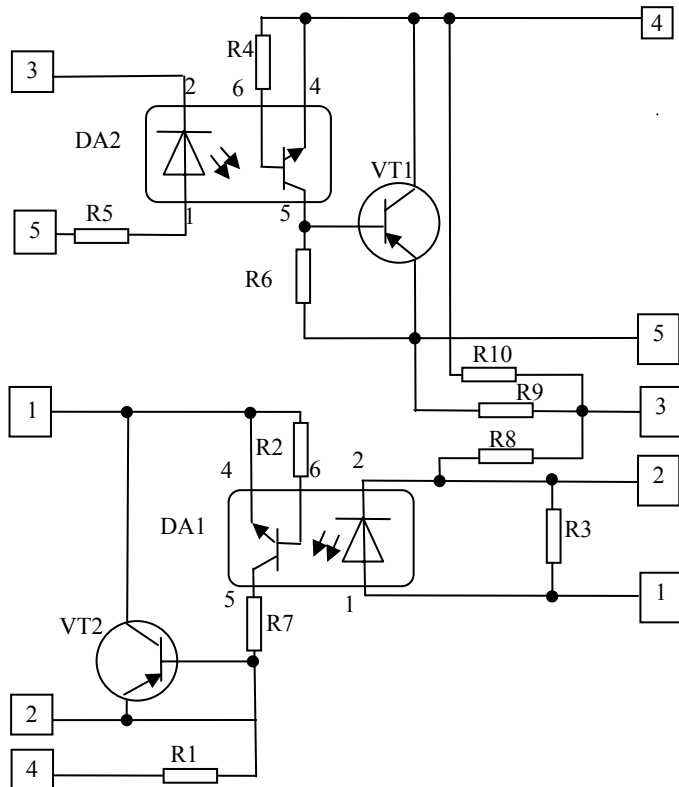


Рис. 2. Принципиальная схема трансивера RS-232 «Токовая петля»

На рис. 2 принципиальная схема состоит из двух оптронов DA1, DA2 – АОТ127А, двух транзисторов VT1, VT2 – КТ972Г и десяти резисторов с номиналами R_1 – 4,7 кОм; R_2 , R_4 – 100 кОм; R_3 – 200 Ом; R_6 , R_7 – 680 Ом; R_8 , R_9 , R_{10} – 1 МОм.

Представленная схема работает следующим образом. Управляющий микроконтроллер формирует сигнал логической единицы на вхо-

де 5 относительно 3, при этом через диод оптрона DA1 начинает протекать ток, вызывающий излучение фотонов, приводящих к формированию напряжения на базе транзистора оптрона, что приводит к его открытию [7]. Открытие транзистора оптрона понижает напряжение на базе транзистора VT2, что приводит к увеличению тока базы транзистора VT2 и его увеличению тока коллектор-эмиттер. Ток начинает поступать к цепи проводника, по которому будет передаваться сигнал.

Передачик управляет током диода микросхемы DA2, который вызывает направленное излучение фотонов на фоточувствительную базу транзистора DA2, что приводит к его открыванию. При открывании транзистора происходит понижение напряжения в базе транзистора VT1, что также приводит к увеличению тока базы транзистора и уменьшению напряжения на его коллекторе для начала протекания тока через коллектор-эмиттер VT1.

Заключение. В результате проделанной работы разработан макет для приема и передачи данных по протоколу RS-232 «токовая петля», а также проведены лабораторные испытания, показавшие возможность передачи данных на кабеле BC5E-4-OP (витая пара) с длиной около 100 м. В настоящее время нашим коллективом планируется доработка лабораторного макета до уровня опытного образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. М., 2004. 168 с.
2. Простой адаптер RS-232 – «Токовая петля» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elektrik.info/main/praktika/247-prostoj-adapter-rs-232-tokovaya-petlya.html> (дата обращения: 10.03.2015).
3. Новиков Ю.В., Калашников О.А., Гуляев С.Э. Разработка устройств сопряжения для персонального компьютера типа IBM PC. М., 2000. 224 с.
4. Филатов А.В. Радиометрические системы нулевого метода измерений / А.В. Филатов. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиозлектроники, 2007. 276 с.
5. Филатов А.В. Двухканальный микроволновый радиометр повышенной точности / А.В. Филатов, А.В. Убайчин, Н.О. Жуков // Радиотехника. 2011. №1. С. 47–55.
6. Убайчин А.В. Линейность передаточной характеристики нулевых радиометров с комбинированной импульсной модуляцией при высоком динамическом диапазоне измеряемых шумовых температур // Изв. высш. учеб. завед. Физика. 2012. Т. 55, № 9–3. С. 130–133.
7. Филатов А.В. Микроволновый нулевой радиометр с комбинированной импульсной модуляцией / А.В. Филатов, Н.А. Каратаева, В.Д. Дмитриев // Измерительная техника. 2007. № 03. С. 65–68.

СЕКЦИЯ 6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

*Председатель секции – Шостак А.С., проф. каф. КИПР, д.т.н.;
зам. председателя – Озёркин Д.В., декан РКФ, зав. каф. КИПР,
к.т.н., доцент*

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ВОПРОСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

*А.А. Шляхтичев, А.Е. Абрамов, студенты каф. КиПР,
М.А. Шипуля, ст. преподаватель каф. МиСД, ТГАСУ
г. Томск, ТУСУР, sma@main.tusur.ru*

*Проект ГПО КИПР-1401 «Система управления возобновляемыми
источниками энергии»*

В рамках настоящего проекта была проведена исследовательская работа по поиску информационных источников, относящихся к тематике ГПО КИПР-1401. Поиск информационных источников осуществлялся при помощи реферативной базы данных Scopus [2]. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в последнее время вопрос о лидерстве среди стран, в которых проводится активная разработка систем управления ВИЭ (СУ ВИЭ), является достаточно спорным. Так, лидерство среди разработчиков данных систем зачастую не означает лидерства среди их потребителей.

Согласно [1] лидерами по доле использования ВИЭ в энергетике страны в настоящее время являются Исландия, Дания, Португалия, Испания и Новая Зеландия. По данным международной реферативной базы данных Scopus, на сегодняшний день лидерами по числу публикаций являются США, Китай и Германия. Российская Федерация приближается к десяти ведущим странам, лидирующим по количеству публикаций. Данные по числу публикаций, ключевыми словами в которых являются «renewable energy», «wind energy» и «solar energy», представлены на рис. 1.

Интересно отметить значительный рост количества научных работ, посвященных проблемам, связанным с ВИЭ, за последнее время. Рост количества публикаций по темам, связанным с ВИЭ представлен на рис. 2. При этом, первая научная работа относительно энергии Солнца датируется 1870 г., относительно ветроэнергетики – 1919 г., а

возобновляемой энергии – 1966 г. Общее количество патентов, зарегистрированных в реферативной базе данных, содержащих в своем описании словосочетание «renewable energy», составляет 68503, «wind energy» – 9141, и «solar energy» – 18529.

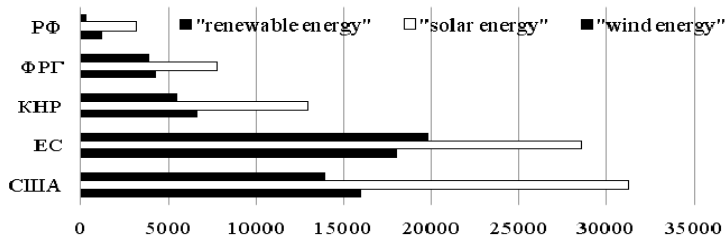


Рис. 1. Лидирующие страны по количеству индексируемых научных работ, связанных с ВИЭ

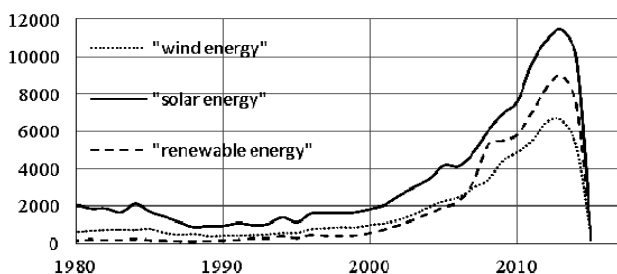


Рис. 2. Количество статей, индексируемых базой данных Scopus, по запросам соответствующей тематики

Таким образом, основываясь на представленных выше данных, возможно утверждать, что научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа по рассматриваемому направлению является достаточно перспективной с точки зрения публикации научных результатов и оформления патентов на изобретения. Научные статьи и запатентованные технические решения, обнаруженные в ходе проведенной исследовательской работы, возможно применять в качестве обучающего материала в процессе выполнения ГПО КИПР-1401, при создании оригинальной СУ ВИЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Итоги развития альтернативной энергетики в мире и в России в 2010 году* [Электронный ресурс]: http://www.bellona.ru/articles_ru/articles_2010/vie-2010.
2. *Международная реферативная база «Scopus»* [Электронный ресурс]: <http://www.scopus.com/>

РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ САМОЛЕТА

М.М. Абулкасымов, М.И. Исаинова, студенты каф. КИПР

Научный руководитель А.С. Шостак, д.т.н., проф.

г. Томск, ТУСУР, murod_bek.551m@mail.ru

*Проект ГПО КИПР-1303 «Исследования радиолокационных
методов подповерхностного зондирования»*

Обледенение летательного аппарата относится к числу опасных для полетов метеорологических явлений. Степень опасности обледенения можно оценить по скорости нарастания льда. Характеристикой скорости нарастания является интенсивность обледенения (мм/мин), т.е. толщина льда, откладывающегося на поверхности в единицу времени. Для решения проблем с обнаружением обледенений летательных аппаратов с помощью радиоаппаратуры актуальным и эффективным является метод сверхширокополосного зондирования.

Радиолокационное зондирование – это метод, основанный на дистанционном исследовании объектов с помощью сверхширокополосного импульсного электромагнитного зондирования. Для проведения численного моделирования коэффициента отражения были использованы диэлектрическая проницаемость металла и диэлектрическая проницаемость льда.

Задача исследования формулируется следующим образом. На рис. 1, представлена математическая модель, содержащая n -слоев (каждый единичный слой имеет свою толщину h_i), нормально падает плоская электромагнитная волна (угол падения Θ равен 0).

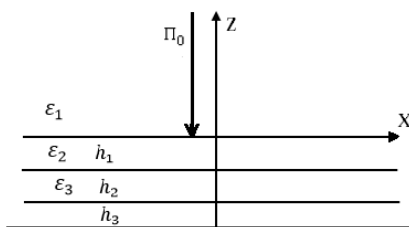


Рис. 1. Математическая модель

Требуется определить коэффициент отражения ($R_{\text{отр}}$) от исследуемой среды в зависимости от длины волны.

Конечное выражение для коэффициента отражения $R_{\text{отр}}$ (в нашем случае 3 слоя) имеет следующий вид:

$$R_{14}(f) = \frac{r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}{1 + r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}, \quad (1)$$

$$R_{15}(f) = \frac{r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}{1 + r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}, \quad (2)$$

$$R_{16}(f) = \frac{r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}{1 + r_{12}(\theta) + r_{24}(f) \cdot e^{\gamma l(f)}}. \quad (3)$$

По формулам (1)–(3) был рассчитан модуль коэффициента отражения [3] в частотном диапазоне 30–60 ГГц. Поверхность представлена дискретными слоями толщиной 1; 2; 3 см. Значения коэффициента отражения представлены в виде графиков.

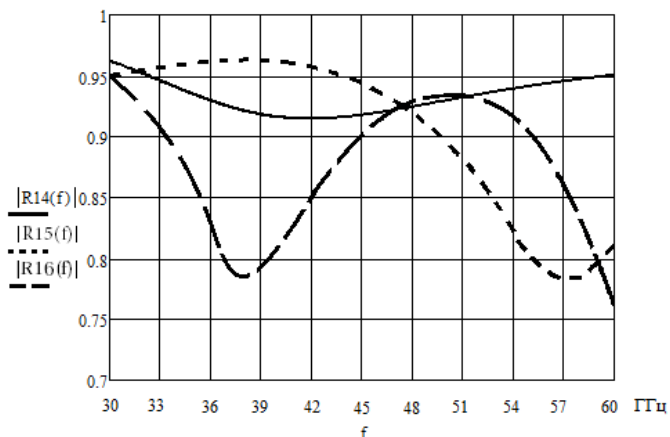


Рис. 2. Зависимость модуля коэффициента отражения от частоты для различных толщин льда

В результате работы было исследовано влияние распределения диэлектрических параметров льда и металла на формирование коэффициента отражения плоской горизонтально поляризованной волны при нормальном падении на поверхность. Использование этого метода в сверхширокополосном диапазоне излучения позволяет определить наличие льда с точностью до 1 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиолокация слоистых земных покровов М.И. Финкельштейн, М.: 1977.
2. Антенны / Г.Т. Марков. М., 1960.
3. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии / М.И. Финкельштейн, В.А. Кутев, В.П. Золотарев. М., 1986.

КОНСТРУИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КОММУТАЦИИ В СИСТЕМЕ КАС-Б

М.В. Горбунов, студент каф. КИБЭВС

*Научный руководитель Ю.С. Пуризова, инженер-конструктор I кат.
г. Томск, ТУСУР, medvedion@gmail.com*

Предприятие «Научно-производственный центр «Полус» образовано в 1951 г. АО «НПЦ «Полус» специализируется на создании наукоемкого бортового и наземного электротехнического оборудования и систем точной механики. Производство, включая прецизионное литье черных и цветных металлов, точную механику, изготовление печатных плат и микросборок, а также полный цикл испытаний с имитацией всех видов внешних воздействий, в том числе факторов космического пространства, позволяет выпускать продукцию с высокими техническими характеристиками.

Основные виды продукции:

- электрооборудование для космических аппаратов (системы преобразования и управления электрореактивными двигательными установками коррекции и ориентации космических аппаратов, электромеханические исполнительные органы систем ориентации и стабилизации космических аппаратов, приборы измерения угловых скоростей систем ориентации космических аппаратов);

- электротехнические и электронные приборы (электровентильаторы постоянного и переменного тока, электронные счётчики электрической энергии, преобразователь для дуговой сварки, десульфатирующее зарядное устройство);

- нефтегазовое оборудование (магнитотрон для магнитной обработки нефти и нефтепродуктов, электронасосные агрегаты для скважинной добычи нефти и воды, преобразователи катодной защиты, блоки дренажной защиты, программно-аппаратный контролёр телемеханики, устройство телемеханики дренажной защиты, автоматизированный комплекс электрохимзащиты магистральных трубопроводов).

Были выданы электрическая схема проектируемого устройства и перечень элементов, согласно которым необходимо было спроектировать узел устройства коммутации блока силовых преобразователей (УК-БСП), системы комплекса автоматики и стабилизации (КАС-Б). Для этого были проделаны следующие этапы работы: компоновка элементов печатных плат, трассировка печатных плат, сконструирована трехмерная модель устройства коммутации и разработана сопутствующая конструкторская документация.

Для разработки твердотельных 3D-моделей применяются различные системы автоматизированного проектирования (САПР), такие как CATIA, SolidWorks, AutoCAD, Pro/Engineer, Компас и др.

Процесс моделирования начинается с построения эскиза. Впоследствии эскиз можно легко преобразовать в твердое тело. При создании эскиза доступен полный набор геометрических построений и операций редактирования.

Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей относительно друг друга, причем обеспечивается предварительный просмотр накладываемой пространственной связи. Для цилиндрических поверхностей могут быть заданы связи концентрические, для плоскостей – их совпадение, параллельность, перпендикулярность или угол взаимного расположения. Накладываемые связи позволяют автоматически перестраивать всю сборку при изменении параметров любой из деталей, входящих в узел.

После того как будет создана твердотельная модель детали или сборки, конструктор может автоматически получить рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, проекций, сечений и разрезов. SolidWorks поддерживает двунаправленную ассоциативную связь между чертежами и твердотельными моделями, так что при изменении управляющего размера на чертеже автоматически перестраиваются все связанные с этим размером конструктивные элементы в трехмерной модели. И наоборот, любое изменение, внесенное в твердотельную модель, повлечет за собой автоматическую модификацию соответствующих двумерных чертежей.

Задача разработки печатных плат сводится к размещению компонентов проекта по отношению друг к другу на поле печатной платы и созданию правил ручной и автоматической трассировки соединений на плате.

При просмотре схемы можно было переключиться между отдельными путями сигнала, при этом подсвечивались элементы, через который проходил этот сигнал. Это нужно было для того, чтобы увидеть элементы, между которыми располагаются связи, и с помощью этого сократить общую длину всех связей. Компоновку надо было сделать таким образом, чтобы все связи между элементами были максимально короткими. Все это задание выполнялось непосредственно в программе P-cad.

После упаковки схемы на печатную плату можно приступить к размещению компонентов на плоскости платы. «Паутина» линий связей, появляющаяся между компонентами, позволяет ориентироваться при размещении компонентов.

На основе имеющихся деталей создаётся сборка. Проектирование сборки начинается с задания взаимного расположения деталей относительно друг друга, например, для цилиндрических поверхностей могут быть заданы связи концентрические, для плоскостей – их совпадение,

параллельность, перпендикулярность или угол взаимного расположения. Сборка является окончательным результатом трехмерного моделирования ПУ, ведь она наглядно показывает вид будущего изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин В.А. Технология изготовления печатных плат. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1984/
2. Медведев А.М. Надежность и контроль качества печатного монтажа. М.: Радио и связь, 1986.
3. Стандарты предприятия. СТП05776739.027-2008 отдел 6.

МЕТОД ЗЕРКАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

М.И. Исаинова, М.М. Абулкасымов, студенты каф. КИПР

Научный руководитель А.С. Шостак, д.т.н., проф.

г. Томск, ТУСУР, koala3x@mail.ru

Проект ГПО КИПР-1303 «Исследование радиолокационных методов подповерхностного зондирования»

Наземное обледенение самолетов – одна из многофакторных проблем воздушного транспорта. Работы по преодолению этого опасного явления ведутся на протяжении десятилетий, практически с начала возникновения авиационных пассажирских перевозок. Для решения проблем с обнаружением обледенений летательных аппаратов с помощью радиоаппаратуры актуальным и эффективным является метод зеркальных изображений.

Метод зеркальных изображений, согласно которому вторичное поле и в верхнем полупространстве не изменится, если мы удалим проводящую плоскость и в зеркальной точке поместим источник с током, равным по величине току в истинном источнике и имеющим направление, при котором тангенциальная составляющая суммарного электрического поля на поверхности рассматриваемой плоскости равна нулю (рис. 1).

Для проведения численного моделирования были использованы экспериментальные значения диэлектрической проницаемости металла и льда $\epsilon_m = 2,5 - j \cdot 10^{-2}$; $\epsilon_l = 4 - j \cdot 10^{-7}$; длина плеча вибратора $l = \lambda/2$, λ – длина волны, m , j – мнимая единица.

При высоте h источника над плоскостью, равной нулю, первичные и вторичные поля становятся равными между собой и противоположными по знаку, суммарное поле становится равным нулю и излучение исчезает. Соответственно сопротивления и проводимости излучения источников при $h = 0$ становятся равными нулю.

В таблице представлены взаимные сопротивления, где d – расстояние между вибраторами; R_{12} – активное сопротивление; X_{12} – реактивное сопротивление.

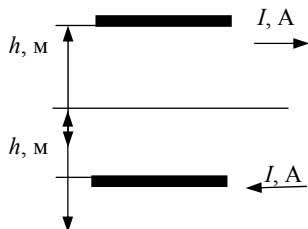


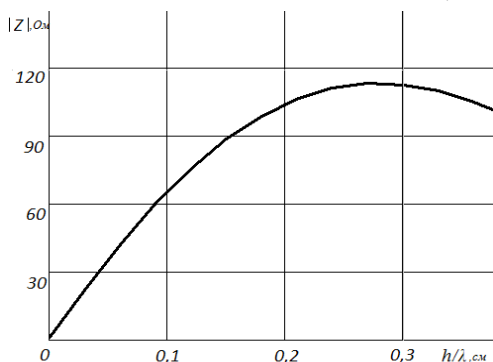
Рис. 1. Метод зеркальных изображений

Таблица взаимных сопротивлений

$d, \text{ м}$	$R_{12}, \text{ Ом}$	$X_{12}, \text{ Ом}$
0,00	+73,1	+42,5
0,02	+72,9	+35,1
0,04	+72,3	+27,8
0,06	+71,0	+20,8
0,08	+69,4	+14,0
0,10	+67,3	+7,5
0,12	+64,9	+1,4
0,14	+62,0	-4,4
0,16	+58,8	-9,8
0,18	+55,2	-14,7

При появлении наледи на поверхности летательного аппарата значение взаимного сопротивления вибраторов изменится. Расчет взаимного сопротивления производится по формуле:

$$\Delta Z = \Delta Z_{n-1} - \Delta Z_n, \quad (1)$$



где ΔZ – взаимное сопротивление, n – целое число.

Из рис. 2. видно изменение взаимного сопротивления антенн в зависимости от высоты антенн над поверхностью обшивки летательного аппарата.

Рис. 2. Изменение сопротивления антенн, при изменении высоты

Таким образом, проведенный анализ показал, что для определения наледи с точностью до миллиметров следует использовать $\lambda \approx 10$ см. Следовательно, нужно задать частоту порядка 3 ГГц.

Разработанный метод представляет возможным определение степени обледенений летательных аппаратов, является контактным и удобен в использовании на аэродромах в условиях плохой видимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Финкельштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутев В.А. Радиолокация слоистых земных покровов. М.: Сов. радио, 1977. 165 с.
2. Марков Г.Т. Антенны. М.: Госэнергоиздат, 1960.
3. Финкельштейн М.И., Кутев В.А., Золотарев В.П. Применение радиолокационного подповерхностного зондирования в инженерной геологии. М.: Недра, 1986. 128 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИКАТРИС ДВУХПОЗИЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ОДНОПОЗИЦИОННЫМ СПОСОБОМ

О.Н. Иванова, А.В. Лысов, студенты, А.В. Пепеляев, аспирант

Научный руководитель В.Н. Татаринов

г. Томск, ТУСУР, РКФ, каф. КИПР, Sanek_lisov9@mail.ru

*Проект ГПО КИПР-1301 «Методы и устройства поляризационной
радиолокации»*

Статья посвящена изложению некоторых данных экспериментальных исследований по определению двухпозиционной ЭПР по результатам однопозиционных измерений на основе теоремы эквивалентности Келла.

Экспериментальные исследования двухпозиционного рассеяния волн сложными РЛО, включающими протяженный рассеивающий элемент, с использованием однопозиционной РЛС. В процессе эксперимента использовались гусеничный и колесный многоосный вездеходы, имевшие размеры $5,5 \times 2,4 \times 1,8$ и $5,5 \times 2,4 \times 2,5$ м соответственно.

Подстилающая поверхность в районе расположения объектов представляла собой поле, покрытое снегом (зима), либо поле без снега (весна). Дистанция между РЛС и объектами составляла от 1,5 до 5 км. В ходе эксперимента объект вращался вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ≈ 18 град/с (время полного оборота – 20 с). При частоте повторения импульсов 100 Гц за полный оборот регистрировалось 2000 значений по каждому из измеряемых параметров (время измерения 1 мкс – длительность импульса). Используемая РЛС представляла собой двухчастотную систему с одновременным излучением и приемом сигналов на частотах 9345 и 9360 МГц. Так как двухпозиционная ЭПР сложного РЛО для ДП угла β равна однопозиционной ЭПР, измеренной вдоль биссектрисы угла β на частоте, которая уменьшена в $\cos(0,5\beta)$ раз, то величина половины угла ДП рассеяния для указанных частот излучения может быть определена как $9345/\cos 0,5\beta = 9360$, $\cos 0,5\beta = 0,998397436$, $0,5\beta = \arccos(0,998397436) = 3,24^\circ$. Таким образом, при облучении сложного РЛО на частоте 9360 по направлению, отвечающему биссектрисе угла двухпозиционного рассеяния, мы получаем при изменении позиционного угла θ ОП индикатрису рассеяния сложного РЛО, а на частоте 9345 МГц в это же время мы имеем индикатрису рассеяния данного РЛО для значения угла ДП рассеяния $6,48^\circ$.

Здесь необходимо отметить, что Р. Келл предлагает следующее правило применения принципа эквивалентности ОП и ДП рассеяния для определения двухпозиционной ЭПР: вначале снимается зависимость ОП ЭПР от позиционного угла θ на частоте, большей в $1/\cos(0,5\beta)$ раз той частоты, для которой необходимо получить данные о ДП ЭПР.

Однако в нашем случае правило Келла упрощается: с использованием упомянутой выше РЛС одновременно снимаются зависимости ЭПР от позиционного угла θ на частотах 9345 и 9360 МГц.

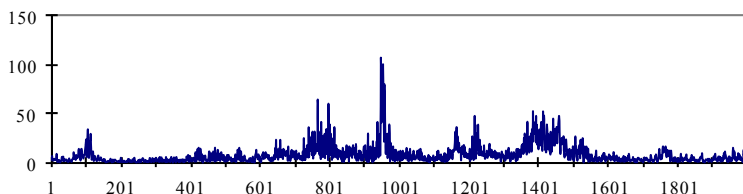


Рис. 1. Угловая зависимость ЭПР, измеренная на частоте 9360 МГц; многоосный колесный вездеход, дистанция – 1,7

Следуя вышеизложенному правилу построение зависимости двухпозиционной ЭПР сложного объекта от ракурсного угла из однопозиционных показано на рис. 2.

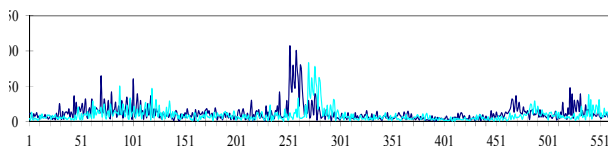


Рис.2. Совместная угловая зависимость однопозиционной и двухпозиционной ЭПР

Для рассмотрения тонкой структуры угловых зависимостей ОП и ДП ЭПР приведены на рис. 3.

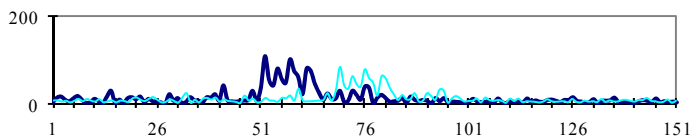


Рис. 3. Зависимость для углового интервала $\pm 13,5^\circ$ диаграммы однопозиционной (жирная линия) и двухпозиционной (светлая линия) ЭПР колесного вездехода для дальности 4,75 км, измеренные поимпульсно



Рис. 4. Полная индикатриса рассеяния гусеничного объекта на дальности 3,5 км, усредненная скользящим окном

Заключение. В заключение необходимо отметить, что результаты экспериментальных исследований обладают высокой повторяемостью, что позволяет сделать вывод об эффективности использования ОП РЛС для определения ДП ЭПР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Glaser J. Some Results in the Bistatic Radar Cross Sections of Complex Objects // Proceedings of the IEEE. 1989. Vol. 77, № 5. P. 639–648.
2. Костылев В.Н. Теоремы эквивалентности в бистатической радиолокации / В.Н. Костылев, В.М. Петров, О.В. Полозова и др. // Вестник ВГУ. Се.: Физика. Математика. 2005. № 2. С. 11–23.
3. Татаринов В.Н. Теорема Келла в радиолокации / В.Н. Татаринов, А.И. Козлов, С.В. Татаринов, А.В. Пепеляев // Научный вестник МГТУ ГА. Сер.: Радиофизика и радиотехника. 2014. № 210. С. 5–17.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ МЕТЕООБЪЕКТОВ

А. Ким, Н.Н. Нематжанов, студенты каф. КИПР

Научный руководитель Е.В. Масалов, д.т.н., проф.

г. Томск, ТУСУР, kim-aleksandra92@mail.ru, futbol-1993@bk.ru

*Проект ГПО КИПР-1302 «Исследование эффективности методов
и систем дистанционного зондирования метеообъектов
радиолокационным способом»*

В настоящее время оценка метеорологического состояния атмосферы представляет важную задачу для различных отраслей хозяйственной деятельности. Внедряемый в настоящее время в РФ доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С позволяет измерить не только основные компоненты принятого сигнала, но и ортогональные, относительно сигнала излученной линейной поляризации, составляющие.

Так, например, амплитуду $|E_{xx}^*|$ сигнала, излученного с горизонтальной поляризацией и принятого той же антенной, можно получить с учетом следующих выражений:

$$E_{xx} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot 0,5(\lambda_1 + \lambda_2) \left\| \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} + \mu \begin{vmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{vmatrix} \right\| \cdot \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix} =$$

$$= 0,5(\lambda_1 + \lambda_2)(1 + \mu \cos 2\theta). \quad (1)$$

А амплитуду $|E_{yy}^*|$ сигнала, излучённого с вертикальной поляризацией и принятого той же антенной, можно получить с учетом следующих выражений:

$$E_{yy} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot 0,5(\lambda_1 + \lambda_2) \left\| \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} + \mu \begin{vmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{vmatrix} \right\| \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix} =$$

$$= 0,5(\lambda_1 + \lambda_2)(1 - \mu \cos 2\theta).$$

Кроме того, амплитуда сигнала, излученного с горизонтальной поляризацией и принятого вертикальной поляризацией, можно получить по формуле:

$$E_{xy} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \cdot 0,5(\lambda_1 + \lambda_2) \left\| \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} + \mu \begin{vmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{vmatrix} \right\| \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix} =$$

$$= 0,5\mu \sin 2\theta \cdot (\lambda_1 + \lambda_2). \quad (3)$$

А амплитуда сигнала, излученного с вертикальной поляризацией и принятого горизонтальной поляризацией, можно получить по формуле

$$E_{yx} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot 0,5(\lambda_1 + \lambda_2) \left\| \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} + \mu \begin{vmatrix} \cos 2\theta & \sin 2\theta \\ \sin 2\theta & -\cos 2\theta \end{vmatrix} \right\| \cdot \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix} =$$

$$= 0,5\mu \sin 2\theta \cdot (\lambda_1 + \lambda_2). \quad (4)$$

Здесь $\begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix}$ – матрицы Джонса прямоугольного волновода с горизонтальной и вертикальной ориентацией широкой стенки соответственно; λ_1, λ_2 – собственные числа матрицы рассеяния, где $0 < \lambda < 1$; θ – угол ориентации собственного базиса метеообъекта относительно измерительного; $\mu = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} = \frac{1 - \rho}{1 + \rho}$ – степень поляризационной анизотропии метеообъекта; $\rho = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ – электрический фактор формы метеообъекта; $\begin{vmatrix} 0 \\ 1 \end{vmatrix}$ – вектор Джонса волны с вертикальной поляризацией; $\begin{vmatrix} 1 \\ 0 \end{vmatrix}$ – вектор Джонса волны с горизонтальной поляризацией.

Перечисленные обстоятельства позволяют оценить как дифференциальную радиолокационную отражаемость Z_{DR} , так и величину

модифицированной дифференциальной радиолокационной отражаемости Z_{LDR} . Величину модифицированной дифференциальной радиолокационной отражаемости Z_{LDR} на выходе приёмника можно определить в виде двух соотношений:

$$Z_{LDR1} = 20 \lg \frac{E_{xy}}{E_{xx}} = 20 \lg \frac{\mu \sin 2\theta}{1 + \mu \cos 2\theta}, \quad (5)$$

$$Z_{LDR2} = 20 \lg \frac{E_{yx}}{E_{yy}} = 20 \lg \frac{\mu \sin 2\theta}{1 - \mu \cos 2\theta}. \quad (6)$$

Решая систему уравнений относительно μ и θ , получим:

$$\theta = 0,5 \arccos \frac{1 - e^{\frac{Z_{LDR1} - Z_{LDR2}}{20}}}{\sqrt{4e^{\frac{Z_{LDR1}}{10}} + \left(1 - e^{\frac{Z_{LDR1} - Z_{LDR2}}{20}}\right)^2}},$$

$$\mu = \frac{\sqrt{4e^{\frac{Z_{LDR1}}{10}} + \left(1 - e^{\frac{Z_{LDR1} - Z_{LDR2}}{20}}\right)^2}}{\left(e^{\frac{Z_{LDR1} - Z_{LDR2}}{20}} + 1\right)}.$$

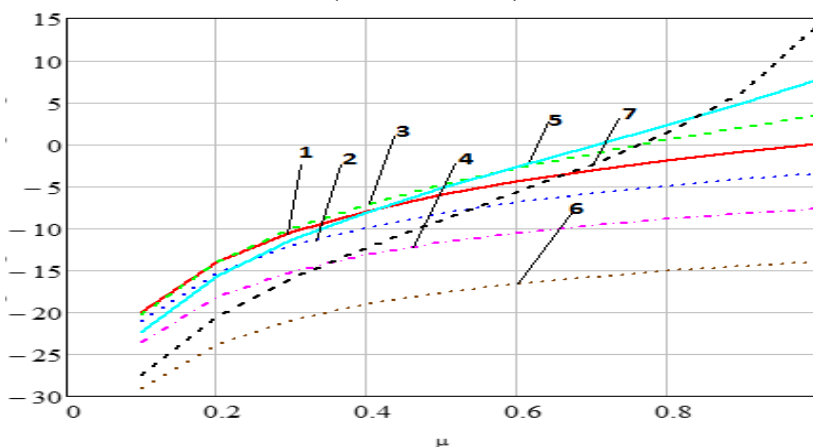


Рис. 1. Оценка зависимости модифицированной дифференциальной радиолокационной отражаемости от степени поляризационной анизотропии метеобъекта при фиксированных значениях угла ориентации поляризационного базиса метеобъекта Θ : 1 – $\Theta = 45^\circ$; 2 – $\Theta = 56,25^\circ$; 3 – $\Theta = 33,75^\circ$; 4 – $\Theta = 67,5^\circ$; 5 – $\Theta = 22,5^\circ$; 6 – $\Theta = 78,76^\circ$; 7 – $\Theta = 11,25^\circ$

Анализ данных соотношений показывает, что определение μ и θ путём использования программно-аппаратных средств представляет собой достаточно сложную задачу. Указанные обстоятельства определяют необходимость поиска более простых вариантов оценки параметров μ и θ на основе результатов приведенных выше измерений.

Далее приводятся результаты расчетов Z_{LDR} :

$$Z_{LDR}(\mu, \theta) := 20 \log \left(\frac{\mu \sin 2\theta}{1 - \mu \cos 2\theta} \right).$$

Из рис. 1 видно, что по мере увеличения угла ориентации собственного базиса метеобъекта Θ относительно измерительного в области углов, значительно близких 45° , величина Z_{LDR} изменяется не значительно, далее происходит увеличение по модулю Z_{LDR} .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ОБЪЕКТА МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ ДЛЯ СЛУЧАЯ ОДНОПОЗИЦИОННОГО И ДВУХПОЗИЦИОННОГО РАССЕИВАНИЯ

О.Н. Иванова, А.В. Лысов, студенты, А.В. Пепеляев, аспирант

Научный руководитель В.Н. Татаринов

г. Томск, ТУСУР, РКФ, каф. КИПР, Sanek_lisov9@mail.ru

Проект ГПО КИПР-1301 «Методы и устройства поляризационной радиолокации»

Исследование Роберта Келла (Robert Kell) [1] о возможности определения двухпозиционной (ДП) эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) сложного радиолокационного объекта (РЛО), в состав которого входит значительное число центров вторичного рассеяния, было названо теоремой эквивалентности [2]. Р. Келл в своей работе [1] дал строгую формулировку понятия двухпозиционной ЭПР на основе интеграла Стрэттона–Чу [3].

По мнению авторов настоящей статьи, использование понятия «простого» центра вторичного излучения по Келлу и принципов физической оптики позволяет предложить упрощенное изложение теоремы Келла, которая доказывает что «...при стремлении угла наблюдения ДП системы (ДП угла) к нулю значение ДП ЭПР приближается к значению однопозиционной (ОП) ЭПР, найденной с помощью ОП радара, который расположен на биссектрисе ДП угла, плюс небольшой поправочный член...» [1]. Настоящая работа посвящена анализу теоремы Келла с использованием методов физической оптики.

Геометрия рассеяния. Двухпозиционный случай. Введём систему координат XOZ , начало которой совпадает с центром тяжести объекта, а также собственную систему координат объекта $X'OZ'$, ориентированную под углом θ_0 относительно исходной. Величина θ_0 есть позиционный (ракурсный) угол объекта относительно линии визирования однопозиционного (ОП) радиолокатора, расположенного в точке Q . Будем полагать, что линия визирования совпадает с биссектрисой двухпозиционного (ДП) угла $q_1Oq_2 = \beta$. Фигура q_1Oq_2 представляет собой равнобедренный треугольник с высотой R , сторонами R_0 и основанием q_1q_2 , которое разделено точкой Q на равные части $q_1Q = q_2Q$.

Предположим, что сложный радиолокационный объект (РЛО) представляет собой распределённую в пространстве систему, включающую M рассеивающих центров $T_m (m=1, \dots, M)$. Все рассеивающие центры расположены в некоторой области, контур которой совпадает с контуром РЛО (рис. 1).

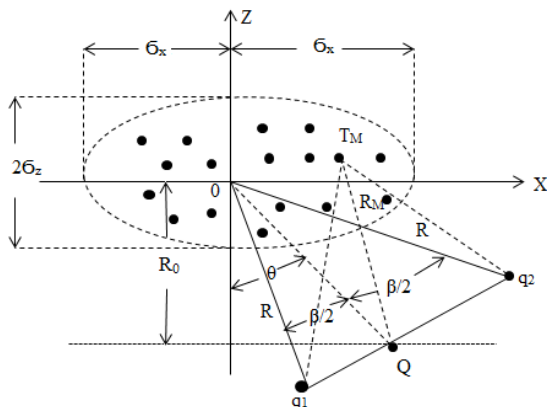


Рис. 1. Геометрия рассеяния сложным РЛО

Рассмотрим двухпозиционное однократное рассеяние на произвольно выбранном элементе T_m для случая совпадающих поляризаций излучения и приёма, а также при условии поляризационной изотропии центра вторичного рассеяния. Тогда, полагая, что излучатель (передатчик) расположен в точке q_1 , а приёмник – в точке q_2 , запишем волну, рассеянную объектом T_m в направлении на приёмник:

$$\dot{E}_s = \frac{\dot{E}_0 \sqrt{\sigma_m}}{\sqrt{4\pi}} \frac{\exp[jk(R_{1m} + R_{2m})]}{(R_{1m} + R_{2m})}, \quad (1)$$

где $\dot{E}_0$ – амплитуда излучаемой волны; σ_m – это ЭПР объекта T_m ; R_{1m} – расстояние между точками q_1 и T_m ; R_{2m} – расстояние между точками q_2 и T_m . Центры рассеяния, имеющие небольшие (т.е. в пределах

первой зоны Френеля) размеры и не имеющие переотражений в пределах этих размеров, называются простыми [1]. Угол ДП рассеяния имеет величину β , а направление биссектрисы этого угла определяется позиционным (ракурсным) углом объекта θ относительно ОП радара, размещённого в точке Q (см. рис. 1). Координаты точек q_1, q_2 в системе XOZ определяются как

$$x_{q1} = R \sin(\theta - 0,5\beta); \quad z_{q1} = -R \cos(\theta - 0,5\beta);$$

$$x_{q2} = R \sin(\theta + 0,5\beta); \quad z_{q2} = -R \cos(\theta + 0,5\beta).$$

Найдём расстояние R_{1m} между точками q_1, T_m и R_{2m} – между точками q_2, T_m :

$$R_{1m} = R - x_m \sin(\theta - 0,5\beta) + z_m \cos(\theta - 0,5\beta). \quad (3a)$$

Аналогичным путём определим расстояние

$$R_{2m} = R - x_m \sin(\theta + 0,5\beta) + z_m \cos(\theta + 0,5\beta). \quad (3б)$$

Выражения (3a) и (3б), позволяют определить расстояние $q_1 T_m q_2 = R_{1m} + R_{2m}$ как

$$R_{1m} + R_{2m} = 2R - 2\cos(0,5\beta)x_m \theta + 2\cos(0,5\beta)z_m, \quad (3в)$$

где приняты приближения $\sin\theta \cong \theta$, $\cos\theta \cong 1$, справедливые для значений позиционного угла $\pm 15^\circ$.

Величина (3в) позволяет переписать выражение (1) для случая двухпозиционного рассеяния центом T_m в виде

$$\dot{E}_s^{(2)} = \frac{\dot{E}_0 \sqrt{\sigma_m} \exp[j2kR_m]}{\sqrt{4\pi} \quad 2R_m} \exp[j2k \cos(0,5\beta)(z_m - x_m \theta)]. \quad (4)$$

В соотношении (4) величиной $\dot{E}_s^{(2)}$ обозначено поле ДП рассеяния.

Известно, что для случая ОП рассеяния аргумент функции $\exp(j2kZ'_m)$ для ОП рассеяния определяется только проекцией Z'_m на биссектрису ДП угла, а аргумент функции $\exp[j2k \cos(0,5\beta)Z'_m]$ для случая ДП рассеяния зависит ещё от величины $\cos(0,5\beta)$.

Заключение. В ходе выполненной работы был произведен расчёт геометрии ОД и ДП рассеяний, в результате которых следует, что аргументы данных функций совпадут, если частота излучения ОП рассеяния будет больше в $\cos(0,5\beta)^{-1}$, чем частота излучения ДП рассеяния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kell R. On the Derivation of Bistatic RCS from Monostatic measurements // Proceedings of the IEEE. 1965. Vol. 53, №8. P. 983–988.
2. Glaser J. Some results in the Bistatic Radar Cross Section of Complex Objects // Proceedings of the IEEE. 1989. Vol. 77, №5. P. 639–648.
3. Stratton J.A., Chu L.F. Diffraction Theory of Electromagnetic Waves // Phys. Rev. 1939. Vol. 56. P. 308–316.

ТЕРМОАНЕМОМЕТР

Х.М. Мирзаев, Х.М. Мирзаев, П.Д. Ломов, студенты,

Д.Г. Старосек, аспирант каф. КИПР

Научный руководитель Д.В. Озеркин, доцент каф. КИПР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР

Принцип работы термоанемометра основан на использовании конвекционного переноса тепла подвижной средой от нагретой поверхности. Чувствительным элементом такого анемометра является нагретая проволока или поверхность, обычно из платины или вольфрама. Подогрев элемента обычно осуществляется постоянным током, проходящим через него с поддержанием постоянной температуры элемента. Иногда можно встретить конструкции с непрямым подогревом измерительной проволоки. Для определения скорости потока в приборе измеряется конвекционный перенос тепла от проволоки, который является функцией от скорости движения среды, омывающей элемент. Для исследования работы термоанемометра использован математический эксперимент, состоящий из двух этапов: нагревание металлической нити датчика расходомера и динамический процесс.

Нагревание металлической нити датчика расходомера. Первый этап подразумевает процесс нагревания металлической нити датчика расходомера. Предполагаем, что в начальный момент времени значение процесса конвективного теплообмена между нитью и жидкой средой пренебрежимо мало. По этой причине в правой части уравнения есть только одно значимое слагаемое – мощность тепловыделения металлической нити $P_{эл}$.

$$C \left(\frac{dT_{ист}}{dt} \right) = P_{эл} - G_{ист} T_{ист} - G_{ср} T_{ср} - G_{пот} (T_{ист} - T_{жид}), \quad (1)$$

где $P_{эл}$ – мощность тепловыделения металлической нити; $G_{ист}$ – коэффициент теплоотдачи,

Решение дифференциальных уравнений визуализируем с помощью семейства линейных характеристик нагрева металлической нити от времени.

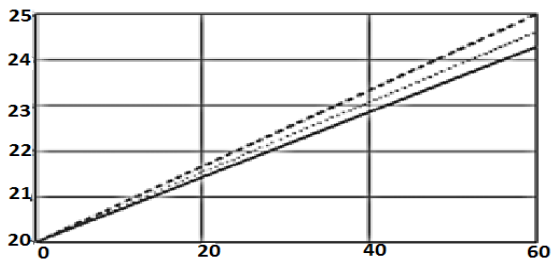


Рис. 1. Зависимость металлической нити от времени

В результате вычислений и их визуализации имеем график, на котором изображены 3 прямые линии, исходящие из начала координат (20 °С, 0 с). Линии расположены приблизительно под 40° и отличаются друг от друга на 2–3 град, причем большему значению теплоемкости соответствует меньшая скорость роста температуры.

Динамический процесс. Предполагаем, что установился динамический стационарный процесс. Здесь понимается равномерное протекание жидкости по каналу. На входе канала располагается нагреватель (металлическая нить) и датчик нагрева, через определенное расстояние располагается датчик температуры потока.

Сделаем допущение, что коэффициенты теплоотдачи – величины постоянные (не изменяются от температуры).

Пусть в результате эксперимента получены 13 пар точек на координатной плоскости x – время, y – температура источника (нити).

Результаты эксперимента

x	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
y	20	35	45	51	54	56	58	58	59	59	59	60	60

Из курса высшей математики известно, что подобная экспериментальная зависимость может быть аппроксимирована экспонентой вида

$$y = A - Be^{-Cx}.$$

Зададим вектор начальных значений искомых коэффициентов $A = 60$, $B = 0$, $C = -40$.

Физический смысл коэффициентов: A – стационарная температура источника в условиях теплового баланса; $C = -(A - T_0) = -(60 - 20) = -40$ – разность между значением A и начальной температурой (в момент времени $t = 0$); B – крутизна нагрева. Поскольку априорных сведений нет, то примем начальное значение $B = 0$.

Воспользуемся встроенной в MathCAD функцией `expfit` для аппроксимации экспонентой. Функция `expfit` с вычислительной точки зрения капризная (может привести компьютер к зависанию), поэтому важное значение имеет близость вектора начальных значений к искомым коэффициентам аппроксимирующей функции

$$\text{App exp} = \text{expfit}(x, y, nz).$$

Подставляя коэффициенты, получим

$$f(x) = 59,734 - 39,825 \exp_0(-9,812 \times 10^{-3}).$$

В ходе эксперимента получена методика определения коэффициента теплоотдачи потоку жидкости и температуры жидкости в конце канала на основе экспериментальных данных измерения температуры нити. В действительности принцип суперпозиции, т.е. перенос най-

денных параметров из условий одного эксперимента в другой эксперимент, может потребовать поправочных коэффициентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пуговкин А.В., Муслимова Н.И., Купреков С.В. Автоматизация мониторинга и управления теплоснабжением зданий и помещений. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. 291 с.
2. Поршнев С.В., Беленкова И.В. Численные методы на базе MathCad. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 464 с.
3. Лопаткин А.В. Обеспечение тепловых режимов РЭС: метод. указания к лаб. работе №4. Н. Новгород: НГТУ, каф. КиТР, 1996. 22 с.
4. Бородин С.М. Общие вопросы проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2007. 103 с.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЛОИСТЫХ СРЕД В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Т.Н. Пушкарёв, К.М. Красников, студенты каф. КИПР

Научный руководитель А.С. Шостак, д.т.н., проф. каф. КИПР

г. Томск, ТУСУР, РКФ, каф. КИПР, Pushkarev-timur@mail.ru

*Проект ГПО КИПР-1303 «Исследования радиолокационных методов
подповерхностного зондирования»*

Детерминированный сигнал описывается функцией времени $\Phi(t)$. Зависимость $\Phi(t)$ может быть выражена в виде полинома, на основе тригонометрических, экспоненциальных и иных функций. Оперировать с такими разнообразными по виду функциями при прохождении сигнала через радиоэлектронные цепи весьма затруднительно. Поэтому привели к единому базису.

Сама функция $\Phi(t)$ разлагается в ряд по системе базисных функций, должна быть интегрируемой, отвечая условию ограничения энергии сигнала. Ряд образует спектр сигнала. Таким образом, вместо описания процесса с помощью функции $\Phi(t)$, зависящей от времени t , сигнал можно определить с помощью спектра как комбинацию из спектральных составляющих C_k в выбранной системе базисных функций [2].

Для проведения численного моделирования коэффициента отражения были использованы экспериментальные значения ϵ и $\text{tg}\delta$ образцов дерново-подзолистой почвы, отобранных с различных глубин исследуемой природной среды (рис. 1). На рис. 1 данные ϵ на графике I соответствуют профильному распределению влажности с глубиной, взятые 13 августа 2001 г. Изменение вида графиков с течением времени обусловлено процессами протекания воды с поверхности грунта в нижние слои и процессами высыхания поверхности. Эти процессы нестационарные во времени и зависят от погодных условий [1].

В результате были получены модули коэффициента отражения ($|R_{отр}|$) от исследуемой среды в зависимости от частоты и глубины залегания неоднородности в свободном полупространстве при профильных распределениях ϵ . Толщина неоднородности (T) равна 0,1 м с диэлектрической проницаемостью (ϵ), равной 2.

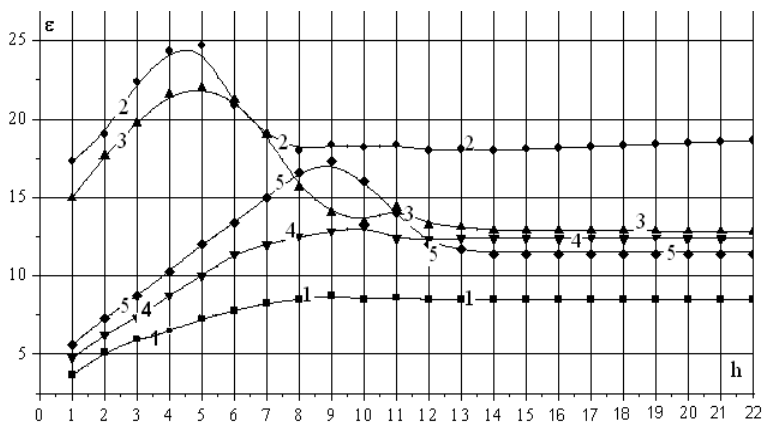


Рис. 1. Профильное распределение диэлектрических характеристик почвогрунтов

Кривая 1 на рис. 2 показывают модуль коэффициента отражения в невозмущенной среде. Кривая 2 показывают модуль коэффициента отражения в возмущенной среде с неоднородностью, находящейся вровень поверхности. Кривые 3 и 4 соответствуют неоднородностям с глубиной залегания 5 и 10 см.

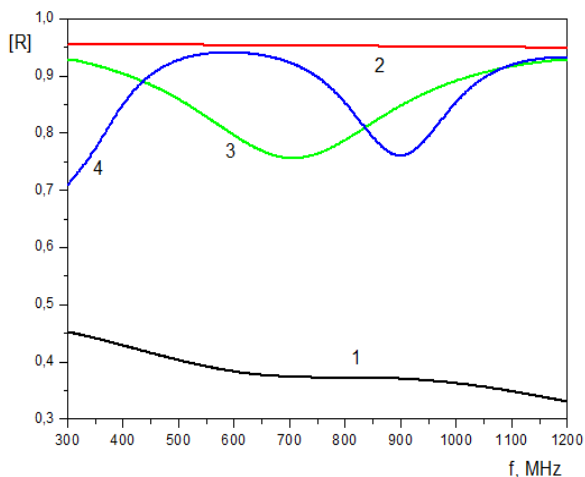


Рис. 2. Модули коэффициента отражения невозмущенной и возмущенной среды для распределения 1

После этого была разработана модель для исследования спектральных плотностей зондирующих одиночных импульсов (рис. 3).

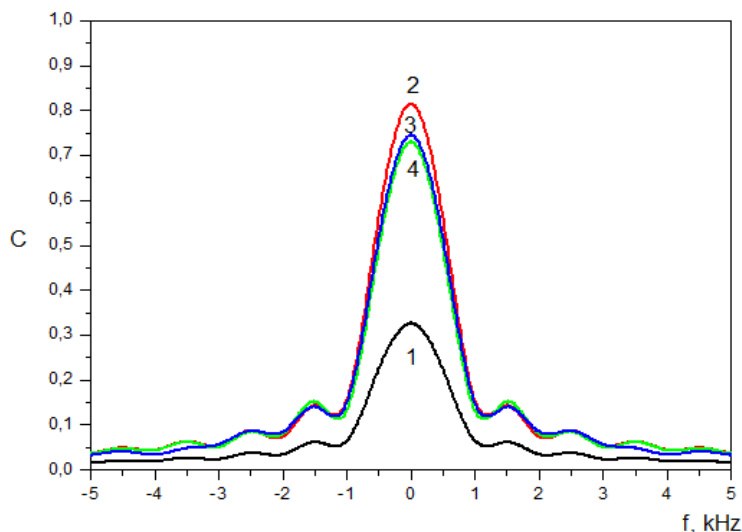


Рис. 3. Спектральные плотности для различных моделей профильного распределения / приведенного на рис. 1

При определении спектральной плотности импульса произвольной формы программа распадается на две части. В первой – производится аппроксимация функции, представленной в табличной форме, с помощью сплайн-интерполяции. График одного импульса, построенного на основании введенных данных, до и после интерполяции приводится в самой программе.

После произведенной интерполяции во второй части программы производится расчет спектральной функции с определением синусной и косинусной составляющих и модуля амплитуды спектра. По результатам строится график модуля спектральной плотности [2].

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы: чем больше возмущен зондирующий импульс, тем богаче спектральная плотность этого импульса.

Возникает необходимость в отделении токов одних частот от других частот. Эта задача решается с помощью фильтров.

Фильтрация состоит в удалении из сигнала гармоник с определенными частотами. Целью может быть удаление из сигнала шума (посторонних случайных колебаний, всегда в той или иной степени проникающих в экспериментальные сигналы). Иногда нужно удалить ме-

шающую спектральную компоненту. Часто измеряемый сигнал представляет собой сумму многих сигналов. Если характерные частоты составляющих сигналов различны, то благодаря фильтрации их удается разделить.

Данный метод планируется для обнаружения и исследования подповерхностных объектов грунтовых сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шутко А.М. СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов. М.: Наука, 1986.
2. Каганов В.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М., 2005.

УСИЛЕНИЕ СИГНАЛОВ С РАВНОМЕРНЫМ СПЛОШНЫМ СПЕКТРОМ ТРАНЗИСТОРНЫМИ УСИЛИТЕЛЯМИ

Д.С. Ризванов

г. Томск, ТУСУР, dinazavr12@rambler.ru

Генераторы широко используются в технике радиосвязи, радиолокации, измерительной и вычислительной технике, телеметрии и бытовых приборах. Применение генераторов позволяет создавать надежную аппаратуру высокой точности, простую в эксплуатации, обладающую малыми габаритами и потребляемой мощностью [1].

Целью работы является разработка и тестирование макета генератора, построенного на транзисторных усилителях. В качестве задающего генератора используется схема «TetraFast», которая формирует сигнал со сплошным спектром в широком диапазоне частот [2]. Из этого сигнала полосовым фильтром выделяется необходимый сигнал со сплошным спектром, который затем корректируется и усиливается транзисторным усилителем до необходимого уровня интегральной мощности [3].

Блок-схема макета для исследования усиления сигналов с равномерным сплошным спектром приведена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема макета

На рис. 1 обозначено:

- «TetraFast» – генератор сигнала [4];

- фильтр – полосовой фильтр, формирующий необходимый спектр сигналов;
- усилитель на KT355A – предварительный усилитель на 20–30 дБ, выполненный на двух транзисторах KT355A, который служит для питания оконечного каскада усиления;
- усилитель на RA45H4045MR – оконечный каскад усиления сигнала, выполненный на микросхеме RA45H4045MR, позволяет получить на выходе необходимый уровень интегральной мощности;
- GSP-810 – анализатор спектра с опцией измерителя мощности, позволяющий регистрировать спектр сигнала и измерять его интегральную мощность;
- источник питания – источник постоянного напряжения, необходимый для питания усилителей;
- согласованная нагрузка – поглотитель мощности, служит для уменьшения уровня исследуемого сигнала до пределов измерения GSP-810;
- направленный ответвитель – устройство, которое делит и адаптирует сигнал для дальнейших измерений.

Полосовой фильтр представляет собой последовательно соединенные цепочки из сосредоточенных LC элементов, на вход которого подан сигнал, генерируемый «TetraFast». Спектральная характеристика сигнала на выходе полосового фильтра представлена на рис. 2.

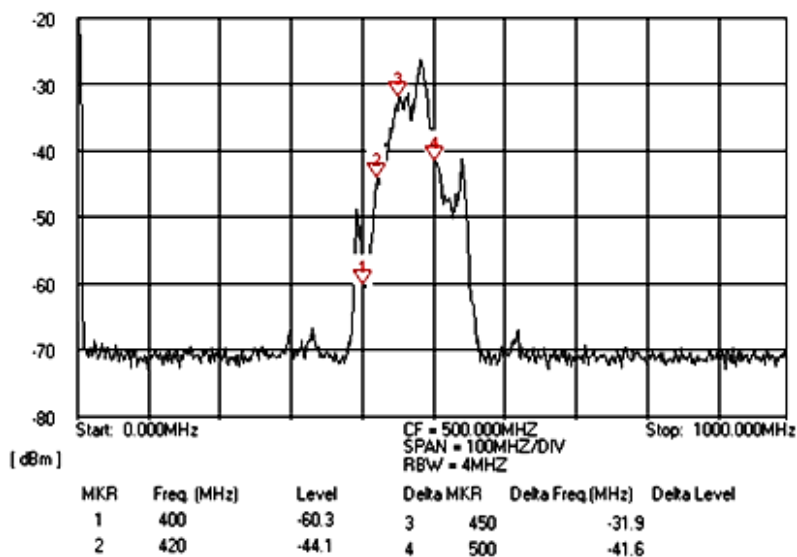


Рис. 2. Спектральная характеристика на выходе фильтра

Спектральная характеристика сигнала на выходе усилителя RA45H4045MR представлена на рис. 3.

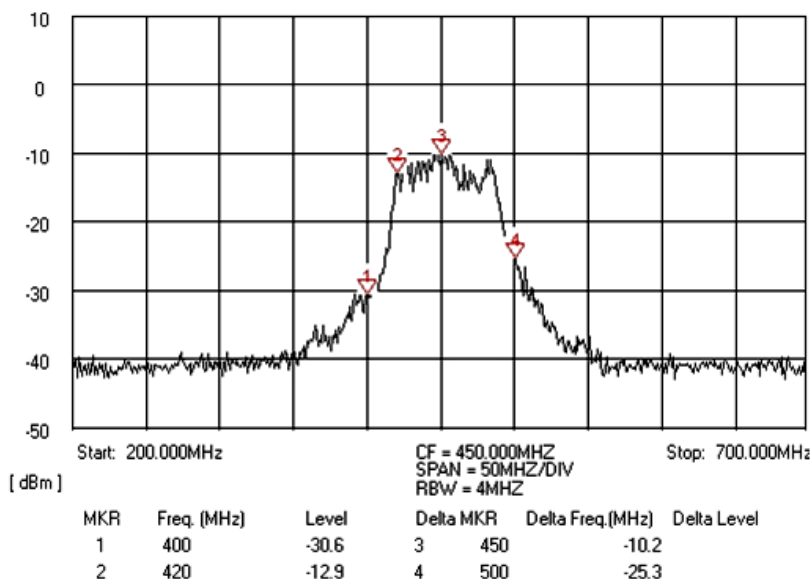


Рис. 3. Спектральная характеристика на выходе усилителя

Величина сигнала на выходе усилителя RA45H4045MR при подаче на него сигнала мощностью 1 мВт (0 дБм) на частоте 435 МГц, измеренная прибором GSP-810, составила 11,6 Вт. При этом на усилитель RA45H4045MR подавались два напряжения питания: 12,2 В, 5,6 А и 5 В, 0,01 А. Таким образом, коэффициент усиления составил 40,6 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дулин В.Н. Электронные приборы: учеб. для вузов / В.Н. Дулин, Н.А. Аваев, В.П. Демин и др.; под ред. Г.Г. Шишкина. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1989. 496 с.
2. Широкополосный шумовой генератор Tetra Fast // Электронный портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vrtp.ru/index.php?act=categories&CODE=article&article=538> (дата посещения: 20.02.2015).
3. Астайкин А.И. Теория и техника СВЧ: учеб. пособие/ А.И. Астайкин, К.В. Троцюк, С.П. Ионова, В.Б. Профе. Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2008. 446 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА

**Ж.Б. Садыков, Е.И. Цымбалова, А.А. Сало, студенты,
А.П. Аверченко, аспирант каф. ССиИБ**

*Научный руководитель Б.Д. Женатов, к.т.н., начальник НИЧ ОмГТУ
г. Омск, ОмГТУ, omgtu_it@mail.ru*

С развитием цифровых технологий все большее внимание уделяется построению радиоприемных трактов с применением цифровой обработки сигналов (ЦОС), называемых в литературе SDR – software defined radio. Эта технология основывается на возможности оцифровки радиосигнала в реальном времени и последующей обработке программными или аппаратными цифровыми средствами – цифровыми сигнальными процессорами, ПЛИС и т.д. Технология SDR позволяет осуществлять прием и демодуляцию сигналов, в которых используются цифровые виды модуляции, такие как DPSK, QAM, GMSK и т.д.

Цифровые устройства в радиоприемнике решают следующие задачи: выделение требуемого канала, перенос спектра сигнала на низкую частоту и декодирование содержащихся в сигнале данных или детектирование. Для решения этих задач могут применяться различные устройства и их сочетания. Первичную, неинтеллектуальную обработку, включающую канальную фильтрацию, гетеродинирование, понижение частоты дискретизации (децимацию), чаще всего выполняют либо при помощи быстродействующей программируемой логики (FPGA), либо в специализированных микросхемах – цифровых приемниках (digital down converter – DDC).

В качестве примера подобных микросхем можно привести AD6620 компании ADI и 1288XK1T, структура которой изображена на рис. 1. Отметим некоторые возможности данного устройства:

- наличие 4 независимых каналов для обработки 16-разрядных сигналов;
- скорость входного потока данных до 100 МГц в каждом канале;
- совместимость со многими типами АЦП;
- возможность гибкой настройки внутренней структуры микросхемы для обработки как действительных, так и комплексных сигналов.

Микросхема содержит СИС-фильтры для понижения частоты дискретизации, по два КИХ-фильтра 64-го порядка в каждом канале, цифровые гетеродины для получения квадратурных сигналов и удобный выходной интерфейс для чтения данных. Коэффициенты фильтров, коэффициенты децимации каждого каскада, маршрутизация данных внутри чипа и многие другие параметры задаются программно. Все это делает микросхему 1288XK1T и ее аналоги удобными для применения в разных системах цифрового приема. Для окончательной обработки сигнала, декодирования данных, обработки декодированного битового

потока и реализации протоколов более высокого уровня применяются цифровые сигнальные процессоры.

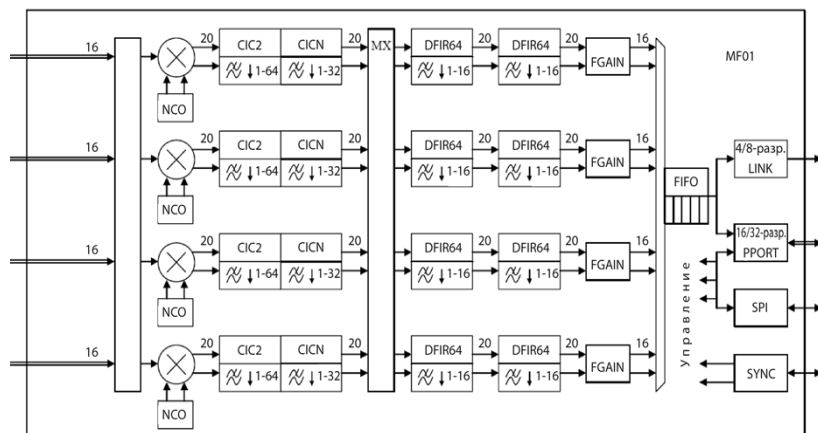


Рис. 1. Структура цифрового приемника 1288XK1T

Для проектирования цифровых фильтров, также как и для разработки аналоговых активных и пассивных фильтров, применяются разнообразные программные средства. Для расчета коэффициентов фильтра от разработчика требуется только определение требований к фильтру, но не знание алгоритмов и методов расчета коэффициентов. Широкое распространение для проектирования дискретных фильтров получил пакет Matlab, т.к. он позволяет провести расчет фильтра различными методами, с применением разных окон и т.д.

После расчета, как правило, коэффициенты фильтра сохраняются в файле необходимого формата для дальнейшего использования в соответствующей программе, однако в возможности пакета Matlab входит также моделирование работы фильтра в цифровой системе при помощи приложения Simulink и загрузка в поддерживаемые отладочные комплекты.

По сравнению с аналоговыми цифровые фильтры имеют следующие преимущества:

- возможность получения недоступных для аналоговых фильтров характеристик (как крутизна АЧХ, так и линейности ФЧХ). Увеличение порядка цифрового фильтра приводит лишь к увеличению количества математических операций, так что порядок фильтра ограничен только быстродействием цифровой системы;
- цифровые фильтры не подвержены влиянию старения и температурного дрейфа параметров;

– так как цифровой фильтр представляет собой набор чисел – коэффициентов, то для изменения характеристики достаточно изменить набор коэффициентов, что делает возможным создание адаптивных фильтров;

– цифровые фильтры могут работать как с низкочастотными, так и с высокочастотными сигналами.

Подводя итоги, хочется отметить, что появление радиоприемных устройств с цифровой обработкой сигналов стало логичным продолжением развития цифровой техники. Использование цифровой обработки сигналов позволило разрабатывать системы высокоскоростного обмена данными по радиоканалам с применением цифровых методов модуляции радиосигнала. В зависимости от стадии приема, на которой используется цифровая обработка, возможно получение как недорогих, компактных и малопотребляющих устройств вплоть до систем на кристалле, так и изделий, отвечающих жестким требованиям по избирательности, динамическому диапазону, чувствительности и другим параметрам, что достигается правильным сочетанием аналоговой и цифровой частей приемного тракта. Наиболее вероятно, что в перспективе развитие «цифрового» приема будет идти по пути увеличения скоростей дискретизации и обработки, что позволит охватить все более широкий диапазон частот, и при этом будет уменьшаться доля аналоговой схемотехники в структуре приемника.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Техническое описание* СБИС четырехканального цифрового приемника 1288ХК1Т (www.MultiCore.ru).
2. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов: практический подход. 2-е изд. / Пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004.
3. *Аналого-цифровое преобразование* / Под ред. У. Кестера; пер. с англ. под ред. Е.Б. Володина. М.: Техносфера, 2007.
4. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: 2-е изд. / Пер. с англ. М.: ООО «Бином-Пресс», 2006.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОТ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ: ГЕЛИЙ, АЗОТ, ВОЗДУХ

Д.Г. Старосек, аспирант каф. КИПР

Научный руководитель Д.В. Озеркин, доцент каф. КИПР, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, kriptokarino@mail.ru

Целью работы является определение теплопроводности газов, используемых в качестве рабочей среды внутри стеклянной колбы светодиодной лампы с конвекционным газовым охлаждением; исследования

теплопроводности газов и их зависимости от давления в диапазоне от 0 до 700 мм рт. ст. с шагом 100 мм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки России в рамках проекта RFMEFI57714X0061.

Теоретические сведения. При малых давлениях и относительно низких температурах состояние большинства реальных газов в достаточной степени адекватно описывается уравнением состояния идеального газа. Такие реальные газы принято называть совершенными [1]. Для характеристики газа, состоящего из нейтральных молекул, помещенных в замкнутый объем V , используют три параметра: давление p , температуру T и объем V . Связь между параметрами газа в общем виде $f(p, V, T) = 0$ определяется уравнением состояния. Для идеального газа уравнением состояния является уравнение Менделеева–Клапейрона:

$$\rho \cdot V = (m/M) \cdot R \cdot T, \quad (1)$$

где m – масса газа; M – молярная масса газа; $R = 8,31$ Дж/(моль·К) – универсальная газовая постоянная [2].

В соответствии с молекулярно-кинетической теорией коэффициент теплопроводности газов определяется соотношением

$$\lambda = \varpi l \cdot c \cdot \rho / 3, \quad (2)$$

где ϖ – средняя скорость движения молекул; l – средняя длина свободного пробега молекул; c – теплоемкость газа; ρ – плотность газа.

Приведённое выше выражение для коэффициента теплопроводности в газах при постоянной температуре и нормальных условиях не зависит от давления. Однако если газ достаточно разрежен, то длина свободного пробега определяется не столкновениями молекул друг с другом, а их столкновениями со стенками сосуда. Состояние газа, при котором длина свободного пробега молекул ограничивается размерами сосуда, называют высоким вакуумом. При высоком вакууме давление менее 2,66 кПа, что соответствует 19,5 мм ртутного столба, теплопроводность убывает пропорционально плотности вещества (то есть обратно пропорционально давлению в системе). Также теплопроводность изменяется при очень высоких давлениях, порядка $2 \cdot 10^9$ Па, что соответствует давлению примерно 20 000 атмосфер или 15 000 000 мм рт. ст. [4].

Коэффициент теплопроводности газов изменяется в пределах 0,006–0,6 Вт/(м·К). Исключения составляют водород и гелий, коэффициент теплопроводности которых значительно выше, чем остальных газов. Объясняется это тем, что молекулы гелия и водорода обладают малой массой, а следовательно, имеют большую среднюю скорость перемещения, чем и объясняется их высокий коэффициент теплопроводности. Графики зависимости теплопроводности от температуры для различных газов представлены на рис. 1.

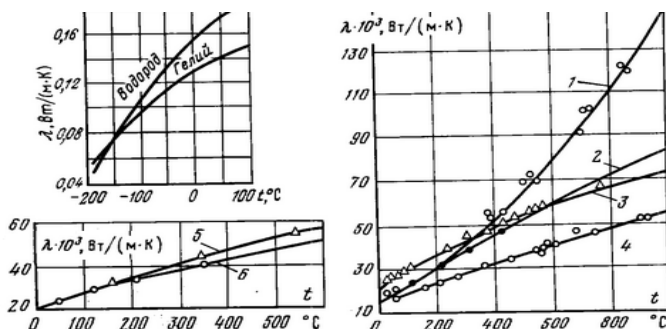


Рис. 1. Зависимость теплопроводности от температуры для: 1 – водяного пара; 2 – углекислого газа; 3 – воздуха; 4 – аргона; 5 – кислорода; 6 – азота [5]

Компьютерное моделирование. С целью подтверждения теоретических данных, приведенных в различных источниках, был проведен компьютерный анализ упрощенной модели светодиодной лампы. Модель представляет собой замкнутый объем газа, ограниченный теплоизоляционными стенками (теплообмен с окружающей средой исключен), внутри которого расположены 4 модели светодиодных линеек с мощностью тепловой генерации 1 Вт каждая. На рис. 2 представлены результаты компьютерного анализа, проведенного в программном комплексе Autodesk Simulation CFD. На рис. 2 можно наблюдать распределение температурных полей модели и максимальную температуру.

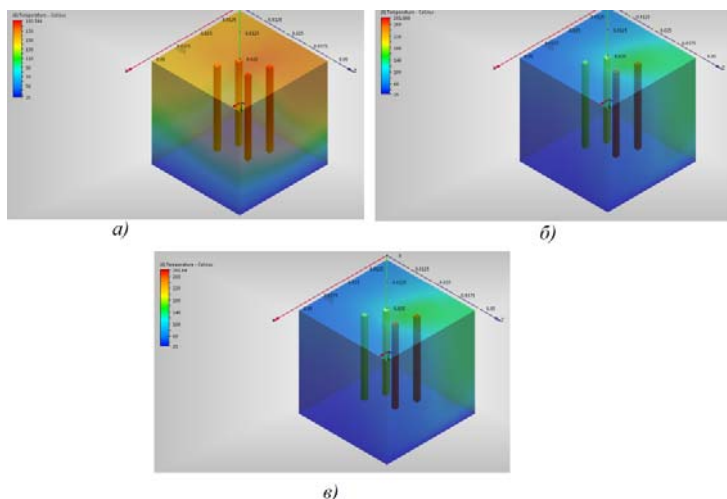


Рис. 2. Моделирование распределения температурного поля для:
 а – гелия (max $T=192,588\text{ }^{\circ}\text{C}$); б – воздуха (max $T=281,988\text{ }^{\circ}\text{C}$);
 в – азота (max $T=281,64\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Анализ полученных результатов. По итогам выполненной работы, обобщая информацию из разных источников и учитывая проведенное моделирование, можно сделать следующий вывод: теплопроводность газов, таких как гелий, азот и воздух, не зависят от давления в диапазоне от 19,5 до 700 мм рт. ст. Изменения теплопроводности возможны только при высоком (глубоком) вакууме. В условиях высокого вакуума теплопроводность изменяется в сторону уменьшения.

Следовательно, для улучшения теплового режима светодиодных ламп в качестве газа-наполнителя целесообразно использовать гелий. Давление внутри колбы выбирается исходя из соображений технологичности и не влияет на тепловой режим практически во всем диапазоне указанных давлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Термодинамика* и молекулярная физика [Электронный ресурс]. URL: <http://5fan.info/yfsqasmeryfsatybew.html> (дата обращения: 3.03.2015).
2. *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия: учеб. для хим. спец. вузов / Под ред. А.Г. Стромберга. 7-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2009. 527 с.
3. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики: термодинамика и молекулярная физика. М.: Физматлит, 2006. 345 с.
4. *Политех* в Сети [Электронный ресурс]. URL: <http://www.webportaliteh.ru/subj/fizika/97-lekciya-2.html> (дата обращения: 5.03.2015).
5. *Поршаков Б.П., Бикчентай Р.Н., Романов Б.А.* Термодинамика и теплотрансфер (в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности): учеб. для вузов. М.: Недра, 1987. 349 с.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ МОДУЛЕЙ СВЧ И ИХ ПОКРЫТИЙ

А.В. Гафарова, студентка

*Научный руководитель М.В. Побаченко, инженер ЗАО НПФ «Микран»
г. Томск, ТУСУР, gafarova011094@mail.ru*

*Проект ГПО СРС-0802 «Исследование, моделирование
и проектирование средств мобильной радиосвязи»*

В процессе проектирования устройства важным этапом жизненного цикла изделия является внедрение в производство. Для этого необходимо разработать конструкторскую документацию, в которой указываются материалы, покрытия, применяемые при изготовлении. В первой части статьи рассмотрены климатические условия, материалы для изготовления СВЧ-корпусов и их покрытия. Во втором – свойства, материалы, покрытия печатных плат, их достоинства и недостатки.

Требования к выбору материалов применяемых при изготовлении корпусов модулей СВЧ и их покрытий

Климатические исполнения изделий. В процессе внедрения устройства в производство необходимо произвести выбор сплава. Основ-

ными критериями при выборе материала для изготовления корпуса устройства являются его место размещение, прочностные характеристики и масса изделия. Ранее был изучен процесс проектирования аттенуатора с последовательным и параллельным управлением.

Так как разработанное устройство будет применяться в составе лабораторного оборудования, а именно в помещении с умеренной влажностью воздуха и невысокими колебаниями температуры, то согласно ГОСТу 15150–69 [1, (табл. 1.1, 1.2)] соответствует категории В п. 4.2. в зависимости от места размещения при эксплуатации в воздушной среде на высотах до 4300 м, в том числе под землей и под водой корпуса изделий изготавливают по категориям размещения изделий, указанным в табл. 1.2.

Материалы, применяемые для изготовления корпусов модулей СВЧ

В процессе выбора материала для аттенуатора было необходимо руководствоваться такими характеристиками как место расположения устройства, его прочностные характеристики, вес изделия. Как было сказано ранее, так как изготавливаемое изделие не подвержено воздействию промышленной атмосферы, сильной коррозии и высоким нагрузкам, то при выборе покрытия будем руководствоваться следующими условиями:

Основным материалом изготовления корпусов изделий является алюминий, так как технически чистый алюминий (содержание примесей до 0,7% масс.) отличается высокой химической стойкостью во многих средах. Высокая химическая стойкость алюминия объясняется образованием на его поверхности тонкой, но достаточно плотной окисной пленки. При контакте алюминия с воздухом окисная пленка образуется мгновенно, толщина этой пленки от 5 до 100 нм.

Легирующие добавки определенных металлов, вводимые в алюминий, с целью повышения его прочностных свойств, оказывают влияние на химическую стойкость образующихся сплавов

Алюминий-медные сплавы (содержание меди больше 0,25% масс.) характеризуются низкой коррозионной стойкостью в среде морского воздуха и промышленной атмосферы и не могут применяться без адекватного защитного покрытия.

Сплавы марки АМгЗ, АДЗ1 по прочностным свойствам относятся к сплавам средней прочности, проявляют высокую коррозионную стойкость к воздействию промышленной атмосферы. Данные сплавы не склонны к коррозионному растрескиванию, расслаивающей и межкристаллитной коррозии. Данные сплавы удовлетворительно поддаются обработке резанием, свариваются, сварной шов является коррозионностойким [3].

Сплав марки АМгЗ полностью удовлетворяет по всем параметрам и был выбран основным материалом изготовления корпуса аттенуатора.

Покрытия металлические и неметаллические для приборного производства. Требования к выбору покрытий

Для придания поверхностям деталей функциональных свойств, таких как – износостойкость, электропроводность, паяемость, твердость, светопоглощение, электроизоляция и т.п., корпуса изделий принято покрывать защитными покрытиями. При этом поверхность изделия приобретает структуру, отличную от структуры соответствующих металлов, благодаря чему покрытия могут иметь превосходящие эксплуатационные характеристики.

При выборе покрытия необходимо учитывать:

- назначение и материал деталей;
- геометрию и конфигурацию покрываемых деталей;
- условия эксплуатации и хранения деталей и покрытий;
- стоимость материалов деталей и покрытий;
- влияние покрытий на эксплуатационные характеристики деталей.

Выбор покрытий для аттенюатора был произведен в соответствии ОСТ92-9501–2002 [2]. Согласно стандарту, изделия, эксплуатируемые в легких условиях эксплуатации и хранения, группы 1 (отапливаемые помещения, герметичный объем, вакуум и т.д.), алюминиевые сплавы А995, А99, А5, АД1, АМг2, АМг-2С, АМг3, АМг6, АМЦ, а так же высоколегированные коррозионностойкие стали могут применяться без защитных покрытий, поэтому было принято решение не покрывать изготавливаемое устройство.

Согласно рекомендациям по выбору материала для СВЧ-корпусов был выбран коррозионностойкий сплав алюминия с марганцем АМг3. В соответствии с отраслевым стандартом на покрытия [2] было установлено, что данный сплав не требует покрытия, поэтому изготовленное покрытие будет использоваться без покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 15150–69* Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. М.: Станартинформ, 2005. 54с.
2. *ОСТ 92-9501-2002* Покрытия металлические неметаллические неорганические для приборного производства. М.: Станартинформ, 2002. 140 с.
3. *Днепровский С.* Пояснительная записка к выбору алюминиевого сплава для изготовления корпусов приборов: Томск, 2011. 3 с.
4. *Технология* изготовления печатных плат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.vzrt.ru/pcb_tec.php (дата обращения: 24.10.2014).
5. *Материалы* фирмы Rogers для изготовления ВЧ- и СВЧ-печатных плат [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rcmgroup.ru/press/tech/article/materialy-firmy-rogers-dlja-izgotovlenija-vch-i-svch-pechatnykh.html> (дата обращения: 17.11.2014).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

*Председатель – Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС, д.т.н., профессор;
зам. председателя – Тисленко В.И., профессор каф. РТС, д.т.н., доцент*

М.Н. Белкин РАДИОМОДЕМ НА БАЗЕ МОДУЛЯ RFM69 И КОНТРОЛЛЕРА STM32	13
В.К.А. Бирюкова ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАЛЬНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ОДНОПОЗИЦИОННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЗУЮЩЕГО ОТРАЖЕНИЯ ОТ МЕСТНЫХ ПРЕДМЕТОВ.....	16
Д.З. Гончиков, А.А. Кожин, А.В. Очиртаров ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ГОЛОВКИ САМОНАВЕДЕНИЯ.....	19
Д.О. Королев БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОРБИТЫ ДВИЖЕНИЯ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИНИМАЕМОГО СИГНАЛА	22
М.А. Пономарева МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УГОЛКОВОЙ АНТЕННЫ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	25
П.Я. Ширяев, И.А. Черкасов ЦИКЛ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ МОДУЛЕЙ «ФОРМИРОВАНИЕ И МОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ»	27
С.П. Шкарупо, А.Ю. Олисовец СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПЕДАНСА ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА (ХИТ)	29
К.С. Смирнов, С.С. Таймасов, М.Х. Шайсултанов РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ УЗЛОВ АППАРАТУРЫ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА	32
А.В. Ткачева ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ЗАВИСИМОСТИ ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОБЪЕМЫ НЕОБРАТИМОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В МАТЕРИАЛАХ СБОРКИ, ПОЛУЧЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРЯЧЕЙ ПОСАДКИ	34
Е.А. Тюфякин, Д.В. Рязанцев, И.В. Крюков, Н.А. Селезнев БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ КЛАСТЕРА МКА КОСМИЧЕСКОЙ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ РАДИОМОНИТОРИНГА.....	37

<i>М.В. Заякин, М.В. Зинченко, К.В. Ивушкин, А.В. Максимов, В.А. Тихонов</i>	
РАДИОВОЛНОВОЕ СКАНИРОВАНИЕ	41
<i>Д.В. Лазарев</i>	
МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МОРСКИХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В БЛИЖНЕЙ И ДАЛЬНЕЙ ЗОНЕ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	44
<i>Д.В. Лазарев</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИКО-ВРЕМЕННЫХ И АМПЛИТУДНО- ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПУЛЬСНЫХ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ.....	46
<i>Е.Ю. Глушко</i>	
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МОРСКИХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ..	49

СЕКЦИЯ 2

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ И СРЕДСТВА ИХ ЗАЩИТЫ

Председатель – Голиков А.М., доцент каф. РТС, к.т.н.;
зам. председателя – Бернгардт А.С., доцент каф. РТС, к.т.н.

<i>Р.С. Альбрехт, А.Н. Исатаев, А.С. Ищенко, О.В. Косоногов, С.Ю. Решетников, Г.О. Усольцев</i>	
СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗАЩИЩЕННОСТИ В СИСТЕМЕ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ С ВРЕМЕННЫМ КОДИРОВАНИЕМ.....	53
<i>Р.С. Альбрехт, А.Н. Исатаев, А.С. Ищенко, О.В. Косоногов, С.Ю. Решетников, Г.О. Усольцев</i>	
УСИЛЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПРОТОКОЛА КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ ПО ОПТИЧЕСКОМУ ВОЛОКНУ	56
<i>А.В. Александров, П.В. Мельников, С.С. Твердохлебов, С.Ю. Решетников, Д.С. Милько</i>	
МОДЕЛЬ ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ SYSTEM VUE.....	60
<i>Р.Н. Хабибуллин</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КРИПТОВАЛЮТЫ	62

А.С. Ищенко, А.О. Астахов, П.В. Жигулин ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИЩЕННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ- КОММЕРЦИИ НА ОСНОВЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА QNAP TS-259-PRO+	65
О.С. Каймонов ЗАЩИТА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ ОТ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	68
А.С. Кирпичников, А.А. Пискунов НЕЙРОСЕТЕВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ РЕЧНОГО РАДИОЛОКАТОРА	71
М.А. Колединцева ДИДАКТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ КОДЕКА ЦИКЛИЧЕСКОГО КОДА ХЕММИНГА (7,4)	74
Д.Р. Леконцев, М.В. Заякин, М.С. Подольяно, Р.Ш. Сайфутдинов, В.С. Яковлев, В. Кудряшов, Д. Чурэн ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИЩЕННОГО МАРШРУТИЗИРУЕМОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА БАЗЕ VPNET OFFICE (CUSTOM) И СТЕКА ПРОТОКОЛОВ IP SEC, SSL, TLS, PGP, SMIME	76
Д.А. Матвеев, В.А. Тихонов, Л. Алексеев ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ	79
П.В. Мельников, С.С. Твердохлебов, Н.Ю. Верещагин РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАНИЯ ОБЪЕКТОВ И ЛИЦ ЛЮДЕЙ В ТОЛПЕ ПО СИГНАЛАМ КАМЕР ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА БАЗЕ ПО LAVVIEW	82
М.А. Михайлова, М.Н. Жохов ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМОЙ X-SAR ЕВРОПЕЙСКОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА ...	85
Д.Э. Подворчан ИССЛЕДОВАНИЕ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ IP-АТС НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ASTERISK	86
П.Я. Ширяев, А.Ю. Лузянин, О.В. Косоногов, М. Зинченко РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ АНАЛОГОВОГО СКРЕМБЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ LAVVIEW ..	88
С.С. Твердохлебов, П.В. Мельников ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МЕТОДОВ МОДУЛЯЦИИ СИГНАЛОВ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ НА БАЗЕ ПО LAVVIEW ..	91
П.А. Уланов ВЕЙВЛЕТ-ФРАКТАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ МОРСКОГО РАДИОЛОКАТОРА	94
Б.В. Уткин, А.С. Чернов МОДУЛЬ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ПО ЦЕПЯМ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА	97

Ю.В. Якушенко, А.К. Иваницкий МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ ПОТОЧНОГО ШИФРОВАНИЯ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ НИСТ	99
И.Н. Зарецкий, П.В. Мельников, С.С. Твердохлебов РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПО LABVIEW	102

СЕКЦИЯ 3

АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ ТЕХНИКА, БЫТОВАЯ РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА И СЕРВИС

*Председатель – Пустынский И.Н., зав. каф. ТУ, д.т.н., профессор;
зам. председателя – Костевич А.Г., с.н.с. каф. ТУ НИЧ, к.т.н.*

О.Н. Морозова, Ю.Е. Кривошеева, П.А. Горева МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ СЕТИ КАФЕТЕРИЕВ «БУЛАНЖЕ».....	106
Евг.В. Лежнин, Р.Р. Газизов АНИМИРОВАННЫЕ ГРАФИКИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ TALGAT	109
Евг.В. Лежнин РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ РЕГРЕССИОННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ TALGAT	111
Ег.В. Лежнин СРЕДСТВА АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ ОБ ОШИБКАХ СИСТЕМЫ TALGAT	114
М.О. Ливинская ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЗАНЯТОСТИ ПОДРОСТКОВ.....	117
М.Ю. Маланин, А.В. Каменский СРАВНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЧЕТКОСТИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАЗРЯЖЕННЫМИ МАСКАМИ	120
Ф.Д. Михальков ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТЕКТОРА ХАРРИСА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ	123
Р.Р. Мусабаев, Н.С. Сивцев ВИДЕОАНАЛИТИКА КОМПАНИИ ITV AXHONSOFT.....	126
А.В. Парёнкина, Д.А. Мозгова ПОИСК И ИЗУЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ФРАНШИЗЫ В СФЕРЕ ПИТАНИЯ	129

Н.М. Плужникова ВЛИЯНИЕ СПОРТИВНОЙ РЕКЛАМЫ НА ПРИВЛЕЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ К РАЗВИТИЮ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ	131
К.А. Рылов ВИДЕОАНАЛИТИКА – СИСТЕМЫ И СРАВНЕНИЕ	1333
Е.В. Сагалаков, М.Е. Комнатнов ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ	136
В.Р. Шарафутдинов РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ГЛУБИННОГО МАНОМЕТРА-ТЕРМОМЕТРА	138
Е.В. Шелкунова ОСОБЕННОСТИ PR-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ	141
К.В. Шипунова ВСТРОЕННАЯ ВИДЕОАНАЛИТИКА	145
И.А. Трубоченинова, Т.Е. Евдокимова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ РЕКЛАМНОЙ КАМПАНИИ СЕТИ КАФЕТЕРИЕВ «БУЛАНЖЕ»	148
А.В. Веселовский, Евг.В. Лежнин ТЕСТИРОВАНИЕ НОВОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ TALGAT	151
В.В. Капустин, Е.С. Жечев, А.В. Киселёва ВИДЕОИДЕНТИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО РЕГИСТРАЦИОННОМУ НОМЕРНОМУ ЗНАКУ	154
Н.А. Зырянова, Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗОК НА ВРЕМЕННОЙ ОТКЛИК СВЯЗАННЫХ ЛИНИЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ.....	157
А.А. Балан, Н.Е. Аносинская, Т.П. Вегнер ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ КАМЕР	160
А.О. Белоусов, Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов ОЦЕНКА ПЕРЕКРЕСТНЫХ НАВОДОК В МНОГОПРОВОДНОМ МЕЖСОЕДИНЕНИИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ	163
В.В. Капустин, К.Д. Бондаренко, В.Д. Шувалов ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ ДЛЯ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРА ОБЪЕКТА.....	165
А.В. Бусыгина, М.Е. Комнатнов УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СОВМЕСТНОГО ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФАКТОРОВ НА ЖИВЫЕ ТКАНИ.....	168

В.И. Чернявская СОВРЕМЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ	171
А.Е. Денисова, Р.Р. Хажибеков СИСТЕМЫ ПОДСЧЕТА КОЛИЧЕСТВА ПОСЕТИТЕЛЕЙ	175
Е.С. Дян СОВРЕМЕННЫЕ НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОТБОРА ПЕРСОНАЛА	178
К.Э. Джанбаев, Р.С. Суровцев, М.Е. Комнатнов МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПАРЫ НА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЕ СИСТЕМЫ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ	181
А.Т. Газизов МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО ОТКЛИКА МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА С ЛИЦЕВОЙ СВЯЗЬЮ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ СОПРОТИВЛЕНИЯ НАГРУЗКИ	183
Р.Р. Газизов ДИЗАЙН КОМПАКТ-ДИСКА ПРОГРАММЫ TALGAT	185
Е.Н. Голиков ЦИФРОВОЙ РЕЖЕКТОРНЫЙ ФИЛЬТР ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА ДЛЯ ПОДАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА ЛИФТА	188
Д.Е. Головина ВИДЕОДЕТЕКТОРЫ ДВИЖЕНИЯ	191

СЕКЦИЯ 4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИОМЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

*Председатель – Еханин С.Г., проф. каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент;
зам. председателя – Романовский М.Н., доцент каф. КУДР, к.т.н.*

Е. Пушкарева, Т. Елистратова, Р. Шарабутдинов УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОИСКА И КОРРЕКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ТОЧЕК	194
Д.В. Петенёв, И.А. Стерехов, Н.И. Бутаков, А.В. Ермолаев, Т.Н. Ермолаева НАВИГАЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ	196
В.С. Кунегин, О-Ш.Р. Дабаев ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ УСТРОЙСТВАМИ	198
С.И. Простомолотов, М.О. Лазарева, А.Е. Зуева, Э.В. Максимова СКАЧКИ ЯРКОСТИ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ПЛОТНОСТЯХ РАБОЧЕГО ТОКА	201
Д.А. Лебедева, К.Ю. Рожков, М.Л. Иванов РАСШИРЕНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРОДОЛЬНОГО ТИПА	203

С.И. Простомолотов, Э.В. Максимова, А.Е. Зуева, М.О. Лазарева ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АКТИВНОЙ ЗОНЫ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕГО ДИОДА ОТ ВРЕМЕНИ ИСПЫТАНИЙ	206
Е. Пушкарева, Т. Елистратова, Р. Шарabutдинов УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ	208
М.Г. Семичева, З.Ю. Андасова, А.В. Воробьева, А.Н. Бахолдина, И.А. Екимова ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В БИОМЕДИЦИНСКИХ ЭЛЕКТРОННЫХ И НАНОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВАХ, НА ПОПУЛЯЦИЮ DAPHNIA MAGNA	211
С.И. Простомолотов, А.Е. Зуева, Э.В. Максимова, М.О. Лазарева АДАПТАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В СВЕТОДИОДАХ ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ	213
К.О. Фролов ПОГЛОЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ КОМПОЗИТАМИ НА ОСНОВЕ ГЕКСАГОНАЛЬНОГО ФЕРРИТА И МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ	216

СЕКЦИЯ 5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

*Председатель секции – Лоцилов А.Г., зав. каф. КУДР, начальник СКБ
«Смена» ТУСУР, к.т.н.; зам. председателя – Убайчин А.В., с.н.с.
СКБ «Смена», к.т.н.*

И.И. Александров ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫМИ КАБЕЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ	220
Е.В. Алексеев, Г.Г. Жук, А.В. Убайчин РАЗРАБОТКА БЛОКА НИЗКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННОГО НУЛЕВОГО МИКРОВОЛНОВОГО РАДИОМЕТРА	222
А.М. Аллануров, А.Е. Здрок ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ НАПОЛНЕННОСТИ КАПИЛЛЯРА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОЗАТОРА ПО ЧАСТОТНЫМ ЗАВИСИМОСТЯМ ЕГО КОМПЛЕКСНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ	232
С.А. Артющев ОЦЕНКА МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОНЕЛИНЕЙНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕКАЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ	237

В.С. Дойчев УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПЕЧАТАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА FDM 3D-ПРИНТЕРА	241
В.Д. Фисюк АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ ZIGBIT МОДУЛЕЙ ATMEГ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ШАХТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	244
В.М. Кобзев РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ КЛЮЧЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NEAR FIELD COMMUNICATION	247
В.М. Кобзев РАЗРАБОТКА АНТЕННЫ ДЛЯ NFC-ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА	251
А.В. Лавринович, А.А. Эрфорт ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	255
В.С. Ошляков ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ НА БАЗЕ NI USB-6009	258
О.А. Радаев, А.М. Низаметдинов ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ЭКСПРЕСС – АНАЛИЗАТОР ВОСКОВ И ВОСКОПОДОБНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЛАХ	2600
А.А. Сало, Е.И. Цымбалова, Ж.Б. Садыков ПРОЕКТ КОМПАКТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА	262
Е.С. Семенов РАЗРАБОТКА ИМИТАТОРА ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ СШП БИОРАДИОЛОКАЦИИ	264
Е.И. Тренкаль, С.П. Караульных РАЗРАБОТКА СТРОБОСКОПИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛОГРАФА НА ПЛАТФОРМЕ NI FLEXRIO	268
А.В. Убайчин, А.Г. Лоцилов, Е.В. Алексеев, Г.Г. Жук АСПЕКТЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТЕЧЕСТВЕННОМ РЫНКЕ СБЫТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ	272
А.М. Умаров, Д.В. Шерстюк УСТРОЙСТВО ЗАПРАВКИ ДОЗАТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ПЛОТТЕРНОЙ ПЕЧАТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	277
А.Д. Веремейчик, Е.А. Брыкалов, М.А. Шипуля ПЕРСПЕКТИВЫ МОДЕРНИЗАЦИИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ РОВНОСТИ АВТОДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МЕТОДИКЕ IRI	281
Г.Г. Жук, Е.В. Алексеев, А.В. Убайчин О СПОСОБЕ ПОВЫШЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ИНТЕРФЕЙСА RS-232.	283

СЕКЦИЯ 6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Председатель секции – Шостак А.С., проф. каф. КИПР, д.т.н.;
зам. председателя – Озёркин Д.В., декан РКФ, доцент каф. КИПР, к.т.н.

<i>А.А. Шляхтичев, А.Е. Абрамов, М.А. Шипуля</i> ИССЛЕДОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ВОПРОСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ	287
<i>М.М. Абулкасымов, М.И. Исаинова</i> РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ САМОЛЕТА	89
<i>М.В. Горбунов</i> КОНСТРУИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА КОММУТАЦИИ В СИСТЕМЕ КАС-Б	291
<i>М.И. Исаинова, М.М. Абулкасымов</i> МЕТОД ЗЕРКАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЛЕДЕНЕНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	293
<i>О.Н. Иванова, А.В. Лысов, А.В. Пенелаяев</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИКАТРИС ДВУХПОЗИЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ ОДНОПОЗИЦИОННЫМ СПОСОБОМ	295
<i>А. Ким, Н.Н. Нематжанов</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ МЕТЕООБЪЕКТОВ	297
<i>О.Н. Иванова, А.В. Лысов, А.В. Пенелаяев</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ОБЪЕКТА МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ ДЛЯ СЛУЧАЯ ОДНОПОЗИЦИОННОГО И ДВУХПОЗИЦИОННОГО РАССЕИВАНИЯ ...	300
<i>Х.М. Мирзаев, Х.М. Мирзаев, П.Д. Ломов, Д.Г. Старосек</i> ТЕРМОАНАЕМОМЕТР	303
<i>Т.Н. Пушкарёв, К.М. Красников</i> СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЛОИСТЫХ СРЕД В ШИРОКОМ ДИАПОЗОНЕ ЧАСТОТ	305
<i>Д.С. Ризванов</i> УСИЛЕНИЕ СИГНАЛОВ С РАВНОМЕРНЫМ СПЛОШНЫМ СПЕКТРОМ ТРАНЗИСТОРНЫМИ УСИЛИТЕЛЯМИ	308
<i>Ж.Б. Садыков, Е.И. Цымбалова, А.А. Сало, А.П. Аверченко</i> ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОПРИЕМНИКОВ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА	311
<i>Д.Г. Старосек</i> ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ОТ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ: ГЕЛИЙ, АЗОТ, ВОЗДУХ	313
<i>А.В. Гафарова</i> МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ МОДУЛЕЙ СВЧ И ИХ ПОКРЫТИЙ	316

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 1

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. 20,5.
Тираж 600 экз. Заказ 15.

Тираж отпечатан ИП Бочкаревой В.М.
ИНН 701701817754
634055, г. Томск, пр. Академический, 13-24, т. 49-09-91
E-mail: bvm@sibmail.com