



Магистратура ТУСУР - это

- Выбор любой магистерской программы независимо от профиля ранее полученного образования;
- Магистерская подготовка на базе инновационных научно-образовательных центров с использованием современных образовательных технологий;
- Возможность участия в реальных групповых проектах в процессе обучения или ведения собственного проекта в студенческом бизнес-инкубаторе;
- Возможность построения собственного бизнеса в процессе обучения, индивидуальная траектория подготовки каждого магистра, ориентированная на работодателя;
- Академические обмены и стажировки в России и за рубежом.

Приглашаем Вас на обучение по направлениям магистерской подготовки:

Прикладная математика и информатика
Менеджмент
Бизнес-информатика
Фотоника и оптоинформатика
Электроника и нанoeлектроника
Радиотехника
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Управление в технических системах
Мехатроника и робототехника
Инноватика
Информатика и вычислительная техника
Программная инженерия
Государственное и муниципальное управление

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129
Тел.: (3822) 513-226, 900-100
Факс: (3822) 513-226

E-mail: onir@main.tusur.ru
Сайт: <http://tusur.ru/>



TUSUR

НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–2014



**МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
14–16 мая 2014 г. (В пяти частях)**

Часть 2

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–2014

**Материалы
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2014»**

14–16 мая 2014 г., г. Томск

В пяти частях

Часть 2

**В-Спектр
2014**

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

Н 34

Н 34 Научная сессия ТУСУР–2014: Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 14–16 мая 2014 г. – Томск: В-Спектр, 2014: В 5 частях. – Ч. 2. – 310 с.

ISBN 978-5-91191-305-2

ISBN 978-5-91191-307-6 (Ч. 2)

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 научных проектов организации российских
и международных молодежных научных мероприятий,
проект № 14-07-06806*

ISBN 978-5-91191-305-2

ISBN 978-5-91191-307-6 (Ч. 2)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2014

**Всероссийская
научно-техническая конференция
студентов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2014»
14–16 мая 2014 г.**

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Шурыгин Ю.А. – председатель Программного комитета, ректор ТУСУРа, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор;
- Шелупанов А.А. - сопредседатель Программного комитета, проректор по НР ТУСУРа, директор Института системной интеграции и безопасности, председатель правления Томского профессорского собрания, 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., зам. зав. каф. КИБЭВС по УР, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.;
- Демидов А.Я., декан РТФ, зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н., доцент;
- Дмитриев В.М., зав. каф. МиСА, д.т.н., профессор;
- Еханин С.Г., профессор каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент;
- Ехлаков Ю.П., зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор;
- Зариковская Н.В., доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.;
- Карташев А.Г., профессор каф. РЭТЭМ, д.б.н.;
- Катаев М.Ю., профессор каф. АСУ, д.т.н.;
- Коцубинский В.П., зам. зав. каф. КСУП, доцент каф. КСУП, к.т.н.;
- Лоцилов А.Г., с.н.с. СКБ «Смена» ТУСУРа, 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 НУ ТУСУРа, директор НОЦ «Нанотехнологии», д.т.н., профессор;
- Мещеряков Р.В., зам. начальника НУ, зам. зав. каф. КИБЭВС по НР, д.т.н., доцент;
- Мицель А.А., профессор, зам. зав. каф. АСУ, д.т.н.;

- Осипов Ю.М., зав. отделением каф. ЮНЕСКО ТУСУРа, академик Международной академии информатизации, д.э.н., д.т.н., профессор;
- Пустынский И.Н., зав. каф. ТУ, заслуженный деятель науки и техники РФ, д.т.н., профессор;
- Разинкин В.П., профессор каф. ТОР НГТУ, д.т.н., профессор, г. Новосибирск;
- Семиглазов А.М., профессор каф. ТУ, д.т.н.;
- Суслова Т.И., декан ГФ, зав. каф. ФС, д.ф.н., профессор;
- Титов А.А., профессор каф. РЗИ, д.т.н., доцент;
- Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор;
- Уваров А.Ф., проректор по инновационному развитию и международной деятельности ТУСУР, зав. каф. УИ, к.э.н.;
- Ходашинский И.А., профессор каф. КИБЭВС, д.т.н.;
- Черепанов О.И., зав. каф. ЭСАУ, д.ф.-м.н.;
- Шарангович С.Н., профессор, зав. каф. СВЧКР, к.ф.-м.н.;
- Шарыгин Г.С., зав. каф. РТС, д.т.н., профессор;
- Шостак А.С., профессор каф. КИПР, д.т.н.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Шелупанов А.А. - председатель Организационного комитета, проректор по НР ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., профессор;
- Юрченкова Е.А. – ведущий инженер ОППО ТУСУРа, к.х.н.;
- Ярымова И.А. – зав. ОППО ТУСУРа, к.б.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, сервис и антикризисное управление. Председатель секции – Пустынский Иван Николаевич, зав. 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, зав. каф. КУДР, д.ф.-м.н., доцент; зам. предсе-

- дателя – Романовский Михаил Николаевич, доцент каф. КУДР, к.т.н.
- Секция 5. Проектирование измерительной аппаратуры. Председатель секции – Лощилов Антон Геннадьевич, с.н.с. СКБ «Смена», к.т.н.; зам. председателя – Бомбизов Александр Александрович, м.н.с. СКБ «Смена»
- 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 – Титов Александр Анатольевич, проф. каф. РЗИ, д.т.н., доцент; зам. председателя – Семенов Эдуард Валерьевич, доцент каф. РЗИ, д.т.н.
- Секция 8. Оптические информационные технологии, нанопотоника 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 15. Аппаратно-программные средства в системах управления и проектирования. Председатель секции – Шурыгин Юрий Алексеевич, ректор ТУСУРа, 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, декан ФВС, доцент каф. КСУП, к.т.н.
- Подсекция 15.2. Адаптация математических моделей для имитации 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 – Костюченко Евгений Юрьевич, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
- Секция 17. Автоматизация технологических процессов. Председатель секции – Давыдова Елена Михайловна, доцент, зам. зав. каф. КИБЭВС по УР, к.т.н.; зам. председателя – Зыков Дмитрий Дмитриевич, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
- Секция 18. Методы и системы защиты информации. Информационная безопасность. Председатель секции – Шелупанов Александр Александрович, проректор по ИР ТУСУРа, директор ИСИБ, д.т.н., проф.; зам. председателя – Конев Антон Александрович, доцент каф. КИБЭВС, к.т.н.
- Секция 19. Математическое моделирование в технике, экономике и менеджменте. 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
- Подсекция 19.2. Моделирование, имитация и оптимизация 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, зав. отделением каф. ЮНЕСКО, д.э.н., д.т.н., проф.; зам. председателя – Васильковская Наталья Борисовна, доцент каф. экономики, к.э.н.

- Секция 22. 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 23. 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 23.1. Актуальные проблемы социальной работы в современном обществе. Председатель секции – Грик Николай Антонович, зав. каф. ИСР, д.и.н., проф.; зам. председателя – Вельш Дарья Владимировна, ассистент каф. ИСР
- Подсекция 23.2. 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 24. Инновационные проекты, студенческие идеи и проекты. Председатель секции – Уваров Александр Фавстович, проректор по инновационному развитию и международной деятельности ТУСУРа, к.э.н.; зам. председателя – Дробот Павел Николаевич, доцент каф. УИ, к.ф.-м.н.
- Секция 25. 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 26. Современные информационные технологии. Открытия. Творчество. Проекты. Председатель секции – Смолонская Марина Александровна, зам. начальника учебно-методического управления НОУ «Открытый молодежный университет»; зам. председателя – Титов Роман Васильевич, ведущий методист учебно-методического управления НОУ «Открытый молодежный университет»
- Секция 27. 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-(3822)-701-524, 701-582
E-mail: nstusur@main.tusur.ru**

1-й том – 1–7-я секции;
2-й том – 8–13-я, 25, 26, 27-я секции;
3-й том – 16–18-я секции;
4-й том – 15, 19–22-я секции;
5-й том – 23, 24-я секции.

СЕКЦИЯ 8

ОПТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАНОФОТОНИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Шарангович С.Н., профессор,
зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.;*
зам. председателя – Буримов Н.И., зав. УНЛ каф. ЭП НИЧ, к.т.н.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА И ГЕРМАНАТА ВИСМУТА, ПОДВЕРГНУТЫХ ОТЖИГУ В ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРЕ

*О.В. Головашко, В.В. Кошелева, студенты 5-го курса каф. ЭП,
Е.С. Худякова, магистрант каф. ЭП
г. Томск, ТУСУР, valli17@mail.ru*

*Проект ГПО ЭП-1203 – «Исследование термоиндуцированных
явлений в кристаллах силленитов»*

Кристаллы класса силленитов – силикат $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ (BSO), германат $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ (BGO) и титанат висмута $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ (BTO) обладают фото-рефрактивными свойствами и находят применение в качестве функциональной среды в устройствах когерентной оптики и динамической голографии [1].

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований и численной аппроксимации спектральных зависимостей коэффициента поглощения в кристаллах BSO и BGO, подвергнутых отжигу в воздушной атмосфере в диапазоне температур $T_{\text{отж}} = 300\text{--}370^\circ\text{C}$.

В экспериментах использовались образцы нелегированных кристаллов BSO ($d = 8$ мм) и BGO ($d = 6,9$ мм) среза (100), выращенные методом Чохральского. Производился нагрев в воздушной атмосфере до температуры 300°C кристалла BSO и до температуры 370°C кристалла BGO. Образец выдерживался в печи при заданной температуре в течение 60 мин, а затем охлаждался естественным образом до комнатной температуры в течение более 10 часов. Спектры пропускания измерялись непосредственно до отжига и после охлаждения кристалла.

На рис. 1, а представлены экспериментальные спектральные зависимости коэффициента поглощения $k(\lambda)$ в спектральном диапазоне

450–1100 нм в кристалле BSO до и после отжига. Из рис. 1, *a* видно, что отжиг в воздушной атмосфере приводит к уменьшению коэффициента поглощения в спектральном диапазоне $\lambda = 550\text{--}870$ нм. Спектральная зависимость изменения коэффициента поглощения $\Delta k(\lambda)$, полученная вычитанием коэффициентов поглощения до и после отжига, демонстрирует резонансный характер (рис. 1, *б*).

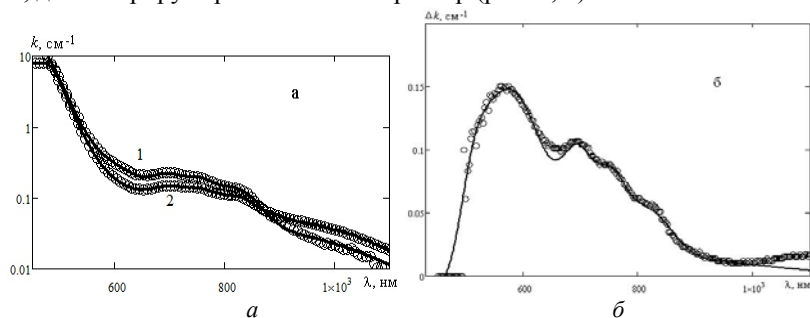


Рис. 1. Экспериментальные и расчетные спектральные зависимости коэффициента поглощения (*a*) и изменений в оптическом поглощении в кристалле BSO:

1 – в исходном состоянии; 2 – после отжига в воздушной атмосфере при $T_{\text{АА}} = 300^\circ\text{C}$ в течение 60 мин. Крестики – экспериментальные данные, сплошные линии – расчетные зависимости

В этом спектре можно выделить полосы с экстремумами при $\lambda_e = 560, 690, 750$ и 820 нм. Значения $\Delta k(\lambda)$, зафиксированные на длинах волн 560 и 700 нм, составили $\sim 0,08$ и $0,07\text{ см}^{-1}$, при значениях коэффициента поглощения для исходного состояния $0,57$ и $0,16\text{ см}^{-1}$ соответственно.

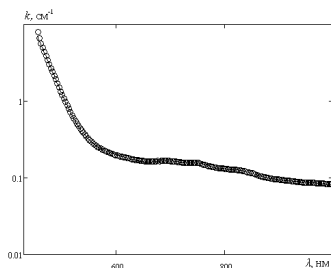


Рис. 2. Экспериментальные и расчетные спектральные зависимости коэффициента поглощения в кристалле BGO. Крестики – экспериментальные данные, сплошные линии – расчетные зависимости

Экспериментальные спектральные зависимости коэффициента поглощения в кристалле BGO в исходном состоянии в диапазоне 430–1100 нм приведены на рис. 2. Мы не зафиксировали изменения коэффициента поглощения после отжига кристалла BGO в воздушной атмосфере при температуре 370°C .

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей $k(\lambda)$ и $\Delta k(\lambda)$ в кристаллах BSO и BGO мы использовали модель, учитывающую вклад в

примесное поглощение как процессов фотовозбуждения электронов в зону проводимости с глубоких донорных центров с нормальным законом распределения концентраций по энергии ионизации [2], так и внутрицентровых переходов [3]. При аппроксимации спектральных зависимостей коэффициента в кристаллах BSO и BGO были учтены пять внутрицентровых переходов с гауссовскими спектральными характеристиками с максимумами при энергиях, приведенных в табл. 1. Для переходов электронов в зону проводимости учтены пять центров со значениями энергии ионизации в кристаллах BSO и BGO, приведенных в табл. 2.

Таблица 1

**Значения максимумов гауссовых функций (в эВ),
для внутрицентровых переходов в кристаллах BSO и BGO**

BSO	1,51	1,63	1,76	2,15	2,42
BGO	1,51	1,64	1,77	2,12	2,41

Таблица 2

**Энергии ионизации глубоких центров (в эВ),
в кристаллах BSO и BGO**

BSO	1,17	1,6	1,95	2,17	2,70
BGO	1,07	1,6	1,9	2,19	2,74

Расчетные спектральные зависимости $k(\lambda)$ и $\Delta k(\lambda)$ для кристалла BSO и $k(\lambda)$ для кристалла BGO показаны сплошными линиями на рис. 1 и 2. Проведенные расчеты показывают, что отжиг кристалла BSO в воздушной атмосфере приводит к уменьшению вклада внутрицентровых переходов, инициируемых квантами света с энергией 1,51; 1,63 и 1,76 эВ, а внутрицентровые переходы, инициируемые квантами света с энергией 2,15 и 2,42 эВ, становятся невозможными. Также уменьшается заполнение электронами глубокого центра с энергией ионизации 1,95 эВ.

Таким образом, отжиг кристалла BSO в воздушной атмосфере при температуре 300 °С приводит к уменьшению коэффициента поглощения в диапазоне длин волн $\lambda = 550 - 870$ нм. Наведенные изменения в спектре примесного оптического поглощения кристалла BSO обнаруживают резонансный характер. Отжиг кристалла BGO в воздушной атмосфере при температуре 370 °С не приводит к изменению его оптического поглощения.

Работа выполнена в рамках задания Минобрнауки РФ № 2014/225 (проект № 2491) при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-02-90038-Бел_а). Авторы благодарят М.Г. Кистеневу за постановку задачи и руководство и С.М. Шандарова за полезные консультации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров М. П., Степанов С. И., Хоменко А. В. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. СПб.: Наука, 1992. 318 с.
2. Толстик А.Л., Матусевич А.Ю., Кистенева М.Г. и др.// Квантовая электроника. 2007. Т. 37, № 11. С. 1027–1032.
3. Kisteneva M.G., Akrestina A.S., Shandarov S.M. et al // J. Holography and Speckle. 2009. Vol. 5, №3. P. 280–285.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ПОРОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПЕРЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

А.Ю. Искандаров, магистрант каф. ОЭСиДЗ,

В.А. Харенков, аспирант каф. ОЭСиДЗ, И.А. Едреев

Научный руководитель А.А. Землянов, зав. лаб. СФТИ ТГУ, д.ф-м.н.

г. Томск, Томский государственный университет,

Институт оптики атмосферы СО РАН, 13lord_alias@mail.ru

Развитие нанотехнологий в настоящее время ведет к появлению множества материалов, содержащих наноразмерные частицы. Исследование данных материалов, их свойств, а также самих наночастиц вызывает интерес множества исследователей. В наноразмерном состоянии многие вещества обладают новыми свойствами. Большое внимание уделяется оптическим свойствам наночастиц, так как внедрение наноструктур в оптически активные среды ведет к существенному усилению в них эффективности оптических процессов, таких как люминесценция, генерация, комбинационное рассеяние света, суперлюминесценция.

Отдельное внимание стоит уделить концентрации наночастиц, так как именно концентрация играет очень важную роль в формировании вынужденного излучения. Для получения максимально усиливающей активной среды необходимо знать оптимальную концентрацию наночастиц в исследуемом растворе. Очевидно, что при малых концентрациях усиление вынужденного излучения может быть незначительным, а при концентрации, превышающей оптимальное значение, вклад в суперлюминесценцию могут вносить некоторые негативные факторы, такие как рассеяние и поглощение излучения накачки.

В связи с этим было необходимо установить оптимальные концентрации наночастиц. Для этого были проведены эксперименты при различных концентрациях наночастиц серебра для кюветы толщиной 1 мм. По полученным спектрам свечения растворов определялась интенсивность излучения, в результате была построена зависимость интенсивности свечения растворов от энергии накачки.

Спектры свечения растворов представлены на рис. 1 в допороговом режиме (линия спонтанного излучения) и при превышении пороговой энергии (линия суперлюминесценции).

На рис. 2 и 3 показаны построенные пороговые характеристики свечения для растворов чистого родамина 6G (R6G) и для растворов R6G с агломерированными наночастицами серебра, из которых были определены значения порогов накачки суперлюминесценции рабочих растворов. Значения порогов суперлюминесценции определялись по резкому изменению скорости роста интенсивности свечения растворов.

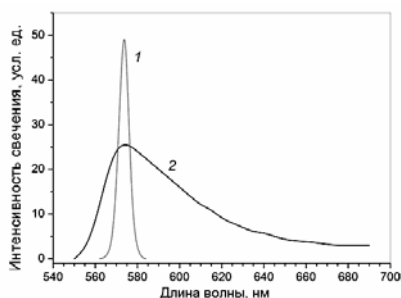


Рис. 1. Спектр излучения раствора R6G с агломерированными наночастицами Ag: суперлюминесценция (1) и спонтанное излучение (2)

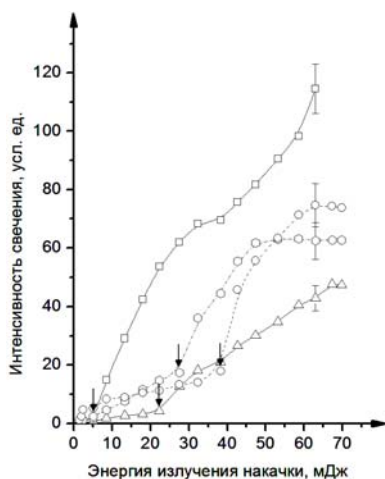


Рис. 2. Зависимость интенсивности свечения от энергии накачки чистого раствора красителя R6G (2), раствора R6G с концентрацией 2,5% (1), с концентрацией 0,3% (3) и с концентрацией 10% (4) агломерированных наночастиц серебра (стрелками отмечены точки начала суперлюминесценции)

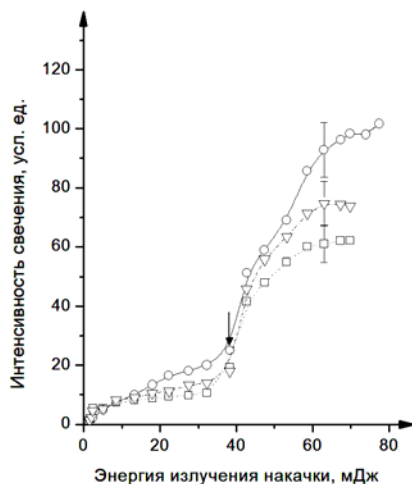


Рис. 3. Зависимость интенсивности свечения от энергии накачки чистого раствора красителя R6G (2), раствора R6G с концентрацией 20% (3) и с концентрацией 0,15% (1) агломерированных наночастиц серебра (стрелками отмечены точки начала суперлюминесценции)

Из представленных зависимостей на рис. 2 видно, что внедрение в лазерный краситель R6G агломерированных наночастиц Ag с объемной долей наночастиц 2,5% приводит к уменьшению порога суперлюминесценции в 7,5 раза по сравнению с чистым красителем. Порог суперлюминесценции чистого красителя составил 38,3 мДж и 5,1 мДж для раствора с концентрацией 2,5% мДж. Изменение концентраций как в большую, так и в меньшую сторону от оптимального значения приводит к увеличению пороговой энергии и уменьшению эффективности суперлюминесценции. Концентрация агломератов наночастиц Ag 2,5% была определена как оптимальная.

Также применение растворов с агломерированными наночастицами приводит к повышению интенсивности свечения при фиксированных накачках, т.е. к повышению эффективности суперлюминесценции.

Из рис. 3 видно, что при концентрациях много выше и много меньше оптимального значения не наблюдается уменьшения порога, т.е. растворы с данными концентрациями являются неэффективными.

Аналогичные зависимости интенсивности свечения растворов от энергии накачки для растворов с агломерированными наночастицами Al были получены и продемонстрированы в работе [1]. Полученные результаты свидетельствуют, прежде всего, о том, что эффективность суперлюминесценции в растворах R6G с агломерированными наночастицами Ag значительно выше, чем для чистого раствора красителя. В наших экспериментах были устранены условия реализации сильного рассеяния, то есть условия гандом-лазер, а также отсутствовали эффекты плазмонных резонансов. Поэтому можно считать, что более низкое значение порога суперлюминесценции в растворах с агломератами наночастиц Ag по сравнению с интенсивностью суперлюминесценции в чистых растворах обеспечивается более высокими интенсивностями нерезонансных локальных оптических полей вблизи поверхности агломерированных наночастиц. Этот обнаруженный нами факт подтверждают результаты теоретических работ [2, 3], в которых показано, что интенсивность локальных полей вблизи группы наночастиц резко возрастает с уменьшением расстояния между наночастицами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Донченко В.А., Землянов Ал.А., Кривошеев Н.С., Харенков В.А. Влияние локальных полей вблизи агломерированных наночастиц на эффективность суперлюминесценции в растворах органического красителя // Оптика атм. и океана. 2012. Т. 25, №11. С. 999–1002.
2. Ramachandran H. Mirrorless lasers // Pramana. J. Phys. 2002. Vol. 58, №2. P. 313–322.
3. Purcell E.M. Spontaneous emission probabilities at radio frequencies // Phys. Rev. 1946. Vol. 69. 681 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНОФОРОВ

С.И. Изотов, студент 4-го курса, А.М. Ситдиков, студент 2-го курса

Научный руководитель В.И. Туев, соруководитель В.С. Солдаткин

г. Томск, ТУСУР, izot2@sibmail.com

Проект ГПО-1202 – «Светодиод белого цвета

с эффективностью 160 лм/Вт»

Люминофоры это вещества, способные преобразовывать поглощенную энергию в световое излучение. Они бывают органические и неорганические. Неорганические люминофоры легируются оптически активными элементами, из которых наиболее распространенными основами являются *гранаты*, имеющие химическую формулу: $A_3B_5O_{12}$, где А и В – химические элементы, О – кислород. Самым распространенным является алюмоиттриевый гранат (ИАГ) с химической формулой $Y_3Al_5O_{12}$. Люминофоры на основе этого материала называются *ИАГ-люминофорами*. В качестве оптически активных добавок применяются различные редкоземельные элементы (РЗЭ), их оксиды и другие соединения [1].

Однородность цвета и эффективность источников белого света сильно зависят от пространственного расположения люминофора. Существует два варианта расположения люминофора внутри источника: ближнее и удаленное. Причем ближнее расположение люминофора бывает 2 типов: по всему объему и максимально близко к кристаллу (конформное расположение) (рис. 1, а и б). При удаленном расположении люминофор находится на максимально удаленном расстоянии от кристалла светодиода [1].

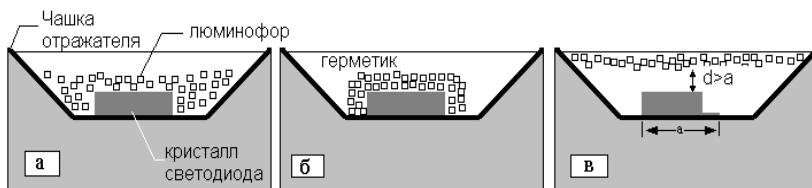


Рис. 1. Расположение люминофора: а – ближнее расположение люминофора; б – ближнее конформное; в – удаленное, при котором люминофор и кристалл разделены расстоянием, как минимум превышающим поперечные размеры кристалла

В структурах с удаленным люминофором существенно снижается вероятность попадания излучения на полупроводниковый кристалл с низкой отражающей способностью. Это объясняется тем, что в таких структурах первичный источник (полупроводниковый кристалл) про-

странственно удален от вторичного источника (люминофора). Если расстояние между кристаллом и люминофором превышает поперечные размеры кристалла, т.е. $d > a$, как показано на рис. 1, в, вероятность попадания излучения люминофора на поверхность полупроводника существенно снижается. В результате значительно повышается эффективность таких источников [1–3].

Однако в источниках не в полном объеме представлена информация о различных люминофорах, в частности их точный химический состав и спектроколориметрические параметры.

Целью данной работы является исследование люминофоров, для дальнейшего применения в разработке белого светодиода.

Исследование люминофоров проводилось на электронном сканирующем микроскопе SEM TM-1000 с системой микроанализа Hitachi TM-1000 и на спектроколориметре ТКА-ВД. Были исследованы и проанализированы четыре образца люминофоров.

Образец №1 представляет собой иттрий-алюминиевый гранат с примесью фтора и бария. Его состав: Y – 10,4%; O – 51,8%; Al – 22,3%; C – 11%; Ba – 0,6%; F – 4%.

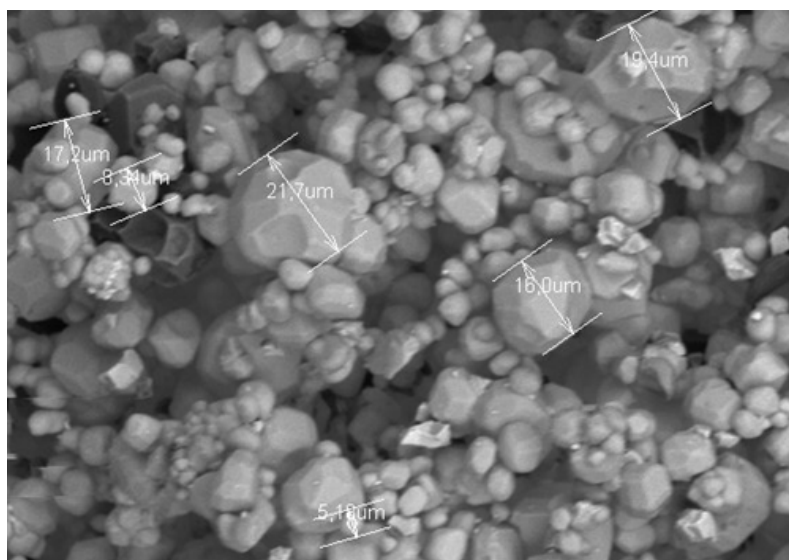


Рис. 2. Размеры частиц образца №1 (увеличение $\times 1200$)

На рис. 2 приведены размеры частицы люминофора при 1200-кратном увеличении, они составляют приблизительно от 9 мкм до

20 мкм. Координаты цветности данного люминофора составляют $u' = 0,212$; $v' = 0,532$.

Оценка цвета свечения люминофоров проводилась следующим способом. Синий светодиод освещал люминофор, и отраженный свет падал на светочувствительный элемент спекроколориметра.

Образец №2 состоящий из палладия (39,3%), хлора (49,1%) и хрома (11,6%), был исследован аналогично. Размеры его частиц составляют приблизительно от 9 до 21 мкм. Цветовые координаты составляют $u' = 0,215$; $v' = 0,548$.

Состав люминофора образца №3: С – 62,4%; Al – 15,1%; Y – 4,3%; O – 17%; I – 1,1%. Данный люминофор представляет собой иттрий-алюминиевый гранат с высоким содержанием углерода и примесью йода. Размеры частиц составляют приблизительно от 9 до 13 мкм. Координаты цветности: $u' = 0,202$; $v' = 0,528$.

Состав образца №4: Y – 10,8%; O – 50,5%; 15,9%; С – 22,8%. Данный люминофор является иттрий-алюминиевым гранатом с примесью углерода. Размеры частиц составляют приблизительно от 4,5 до 14 мкм. Координаты цветности равны $u' = 0,219$; $v' = 0,543$.

В результате работы были проведены исследования структуры, состава и колориметрических параметров люминофоров. Установлено, что цветность свечения люминофоров лежит в районе желтого, желто-зеленого цвета. Наиболее близко к белому цвету свечение образца №3. Также установлено, что у люминофора всех типов наблюдается существенный разброс по размерам частиц: максимальный разброс у образца №1, минимальный – у люминофора образца №3. Разброс по размеру частиц влияет на световую отдачу светодиода, т.к. в процессе герметизации частицы большего размера (большого веса) оседают на поверхность кристалла, а частицы меньшего размера останутся на поверхности линзы светодиода. Это приведёт к увеличению внутреннего переотражения. Поэтому с учетом колориметрического анализа наиболее целесообразно использовать образец №3, имеющий минимальный разброс по размеру частиц. В дальнейшем планируется произвести расчеты для получения оптимальной концентрации люминофора в композиции для нанесения на светодиоды с целью получения светодиода с эффективностью 160 лм/Вт.

Участники проекта выражают благодарность кафедре физической электроники за помощь в проведении спектрального анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 496 с.

2. Вилисов А.А., Дохтуров В.В., Тепляков К.В., Солдаткин В.С. Индикаторные светодиоды для поверхностного монтажа // Полупроводниковая светотехника. 2011. Т. 5, № 13. С. 50–51.

3. Серебренникова И.В., Маломуж П.А., Солдаткин В.С., Туев В.И. Моделирование световых характеристик светодиода для систем освещения // Технические науки – от теории к практике. 2013. №21. С. 174–179.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТЛЫХ ЩЕЛЕВЫХ СОЛИТОНОВ В ОДНОМЕРНОЙ ВОЛНОВОДНОЙ СТРУКТУРЕ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КАНАЛАМИ

А.В. Каниш, преподаватель СВЧиКР

г. Томск, ТУСУР, andrey14819@yandex.ru

Эффекты, наблюдаемые при взаимодействии группы оптических солитонов, потенциально могут быть использованы в системах связи для управления света светом. В зависимости от разности фаз, взаимодействующих солитонов, их пространственной ориентации и мощности может происходить взаимное притяжение, отталкивание, объединение нескольких солитонов в один, появление новых солитонов, обмен мощностью между солитонами, пересечение траекторий или их параллельное распространение без какого-либо взаимодействия [1]. Взаимодействие солитонов может быть когерентным и некогерентным. В случае их некогерентного взаимодействия время нелинейного отклика среды значительно превышает время изменения фазы между солитонами. Когерентное взаимодействие происходит в том случае, если нелинейная среда способна реагировать на интерференционные эффекты, происходящие при перекрытии пучков света, что приводит к более сильному эффекту взаимодействия солитонов. При взаимодействии солитонов в волноводной структуре периодическое изменение показателя преломления оказывает дополнительный эффект на распространение солитонов. С одной стороны, периодическая нелинейная среда поддерживает формирование солитонов со строго определённым распределением фазы и позволяет распространяться им на фиксированных расстояниях друг от друга, что предопределяет эффект взаимодействия солитонов, с другой стороны, периодический потенциал оказывает стабилизирующее действие на распространение солитонов и препятствует их взаимодействию [2]. Таким образом, в зависимости от амплитуды и топологии профиля показателя преломления волноводной структуры солитоны могут как взаимодействовать друг с другом, так и возможно их стабильное распространение в возбуждаемых волноводных каналах.

На рис. 1 представлены распределения интенсивности света на выходной плоскости образца, полученные в экспериментах по исследованию некогерентного взаимодействия двух солитонов в волноводной структуре с шириной канала $W = 3,5$ мкм, расстоянием между каналами волноводной ячейки $d_1 = 3$ мкм и между волноводными ячейками $d_2 = 4$ мкм. В данном случае возбуждались две волноводные ячейки, а между ними находилась ещё одна, в которую свет не вводился. На картинах (а) и (б) представлены распределения интенсивности света, полученные в линейном и нелинейном режиме распространения света при возбуждении солитонов в мини-щели спектра пропускания структуры [3]. Похожие результаты были получены и при возбуждении солитонов в первой запрещённой щели, а также при одновременном возбуждении солитонов из мини-щели и первой щели. Из рис. 1 видно, что в исследуемой волноводной структуре солитоны распространяются в возбуждаемых волноводных ячейках и их взаимодействие не происходит.

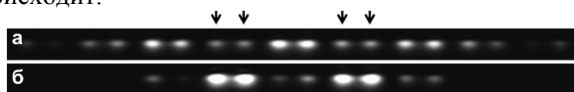


Рис. 1. Некогерентное взаимодействие двух светлых щелевых солитонов, когда между возбуждаемыми волноводными ячейками, указанными стрелками, находится ещё одна волноводная ячейка

На рис. 2 представлены результаты некогерентного взаимодействия двух солитонов в исследуемой волноводной структуре при возбуждении света в двух соседних волноводных ячейках. Картины (а) и (б) получены при тех же условиях возбуждения волноводных ячеек, что и картины из рис. 1. В данном случае также наблюдается устойчивое нелинейное распространение пучков света и взаимодействие солитонов не происходит. При параллельном распространении двух солитонов возможно формирование направленного оптического ответвителя, который может быть использован в качестве базового компонента в оптических устройствах для деления мощности оптического сигнала между двумя каналами связи или перенаправления света из одного канала в другой [4]. В исследуемой волноводной структуре, в результате стабильного распространения двух солитонов в соседних волноводных ячейках, формируется «двойной» направленный оптический ответвитель («большой» ответвитель, состоящий из двух «маленьких» ответвителей). При возбуждении одной из двух мод «маленького» оптического ответвителя (возбуждая каналы волноводной ячейки в фазе или в противофазе) происходит туннелирование света в соседнюю волноводную ячейку. На картинах (в) и (г) рис. 2 представлены распределения интенсивности света на выходной плоскости образца, полученные в результате распространения пробного пучка света в сфор-

мированном направленном оптическом ответвителе (синфазное возбуждение каналов волноводной ячейки). При введении света мощностью несколько десятков нановатт в правую (картина (в)) или левую (картина (г)) волноводную ячейку направленного оптического ответвителя, почти весь свет перекачивается в соседнюю ячейку.

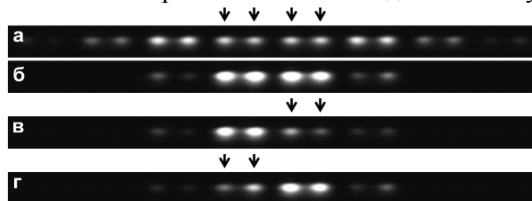


Рис. 2. Некогерентное взаимодействие двух светлых щелевых солитонов, формируемых в соседних волноводных ячейках

Изменяя длину образца или мощность солитонов, формирующих направленный оптический ответвитель, можно получить любое желаемое соотношение мощности света между двумя волноводными ячейками на выходной плоскости кристалла.

При когерентном взаимодействии двух солитонов в исследуемой волноводной структуре в зависимости от условий возбуждения волноводных ячеек возможны различные варианты нелинейного распространения света (притяжение, отталкивание или объединение солитонов в один солитон) [5].

Таким образом, проведенные исследования показали, что взаимодействие солитонов в волноводной структуре с периодическим изменением расстояния между каналами может быть использовано для управления оптическими сигналами. Работа выполнена в рамках задания Минобрнауки РФ № 2014/225 (проект № 2491).

ЛИТЕРАТУРА

1. Stegeman G. I. and Segev M. Optical spatial solitons and their interactions: universality and diversity // *Science*. 1999. Vol. 286. P. 1518–1523.
2. Meier J., Stegeman G.I., Silberberg Y. et al. Nonlinear optical beam interactions in waveguide arrays // *Phys. Rev. Lett.* 2004. Vol. 93, № 9. P. 0939031–0939034.
3. Kanshu A., Rüter C.E., Kip D. et al. Observation of discrete gap solitons in one-dimensional waveguide arrays with alternating spacings and saturable defocusing nonlinearity // *Opt. Lett.* 2012. Vol. 37, № 7. P. 1253–1255.
4. Lan S., DelRe E., Chen Z. et al. Directional coupler using soliton-induced waveguides // *Opt. Lett.* 1999. Vol. 24, № 7. P. 475–477.
5. Belicev P.P., Ilic I., Maluckov A. et al. Dynamics of gap solitons in one-dimensional binary lattice with saturable self-defocusing nonlinearity and alternating spacing // *Phys. Rev. A*. 2012. Vol. 86, № 3. P. 0338351–0338358.

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ RKTP

М.В. Чуманов, студент, И.А. Паргачёв, аспирант каф. ЭП
Научный руководитель Л.Я. Серебренников, доцент каф. ЭП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, cmv-chuvi@rambler.ru

Акустооптические (АО) устройства на нелинейно-оптических кристаллах имеют широкое применение в таких областях, как модуляция лазерного излучения, анализ высокочастотных радиосигналов, оптическая обработка информации, оптическая связь, позволяя управлять интенсивностью лазерного излучения, положением оптического луча в пространстве, поляризацией и фазой оптической волны, спектральным составом и пространственной структурой оптических пучков [1, 2].

Важной составляющей при разработке таких устройств является выбор материала звукопровода, обладающего определенным набором свойств, от которых зависят качество и эффективность работы. Широкое распространение среди них получили пьезоэлектрические материалы, главным преимуществом которых является возможность возбуждения объемной акустической волны без использования в качестве преобразователя пьезопластинок, применяя фазированные излучатели из системы металлических электродов, что позволяет сдвинуть рабочий диапазон в сторону более высоких частот.

К данному классу относится кристалл RKTP производства компании «Кристалл Т», который кроме собственного пьезоэффекта обладает высокой оптической прочностью (2500 МВт/см^2) и имеет относительно высокий показатель акустооптического качества. Благодаря такому набору электрофизических и оптических свойств RKTP можно рассматривать в качестве хорошей альтернативы для АО-устройств, использующих другие материалы.

Одной из наиболее важных характеристик любого АО-материала является скорость распространения акустической волны. Знание ее необходимо для расчета и построения эффективных и стабильных в работе устройств, заточенных под те или иные задачи. Определение данного параметра позволяет исследовать фотоупругие, пьезоэлектрические и акустооптические свойства материала [3].

Для определения фазовой скорости звука существует множество различных методов. Из них хорошо известны акустооптические методы благодаря очень простой схеме. Тем не менее они не дают высокой точности. Им на смену пришли фазоимпульсные методы, одним из которых является измерение времени запаздывания между прошедшим

и переотраженным импульсами в линиях задержки на объемных акустических волнах. Знание габаритов АО элемента позволяет рассчитать скорость прохождения волны.

Необходимость наиболее точного измерения скорости выдвигает требования к выбору исследуемого образца:

- Размеры образца и преобразователя должны быть такими, чтобы в образце распространялась плоская звуковая волна, фазовая скорость которой не отличается от таковой в пространстве звукопровода.
- Грани, на которых расположены преобразователи, должны быть плоскими и параллельными;
- Ребра изготовленного образца должны соответствовать главным кристаллографическим направлениям;

Также на точность результатов влияют погрешности измерения частоты следования импульсов и геометрических размеров образца.

Описание методики эксперимента. В качестве исследуемого образца используется элемент, вырезанный из монокристалла РКТП. На гранях z-среза сформированы два одинаковых встречно-штыревых пьезопреобразователя с шагом 400 мкм, длиной штырей 2,8 мм и длиной набора 5,1 мм. Измерительная схема (рис. 1) включает в себя генератор (1) с функцией внутренней импульсной модуляции и выходом синхроимпульсов для включения развертки осциллографа, высокочастотный усилитель (2), исследуемый образец (3), детекторную измерительную головку (4), осциллограф (5).

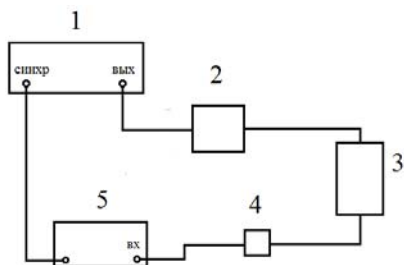


Рис. 1. Схема измерительной установки: 1 – генератор Agilent N5181B, 2 – высокочастотный усилитель, 3 – образец размерами 14,25×13,85×14,58, 4 – детекторная головка, 5 – осциллограф Tektronix TDS1012C-EDU)

Выход синхроимпульсов генератора запускает развертку осциллографа. Сигнал с частотой 500 МГц модулируется импульсами длительностью 1 мкс и периодом 20 мкс. Далее сигнал усиливается, преобразуется в объемную акустическую волну, которая подвергается ряду переотражений и затухает. Задержанные и переотраженные импульсы фиксируются на экране осциллографа. Данные сохраняются на USB-носитель. Полученная осциллограмма (рис. 2) и выборка точек позволяют проанализировать время задержки.

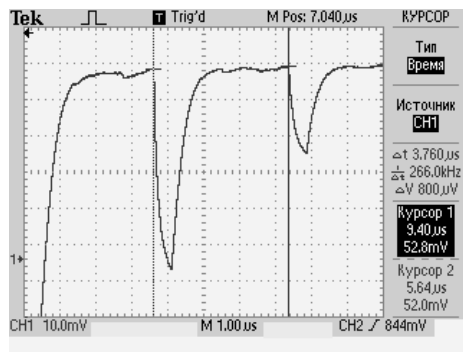


Рис. 2. Осциллограмма приемных импульсов

Учитывая длину образца 14,58 мм и время прохождения импульса 1,88 мкс, скорость акустической волны составляет $7,76 \cdot 10^3$ м/с.

Закключение. Изготовлен образец из монокристалла РКТР с полированными гранями. На гранях z-среза сформированы встречно-штыревые преобразователи.

Измерена скорость распространения акустической волны для направления [001], величина которой составляет $7,76 \cdot 10^3$ м/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магдич Л.Н. Молчанов В.Я. Акустооптические устройства и их применение. М.: Советское радио, 1978. 112 с.
2. Пуговкин А.В., Серебренников Л.Я., Шандаров С.М. Введение в оптическую обработку информации. Томск: Изд-во ТГУ, 1981. 60 с.
3. Богданов С.В. Акустооптические методы измерения скорости звука // С.В. Богданов; отв. ред. А.В. Царев; Рос. акад. наук, Сиб. отд., Ин-т физики полупроводников. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 142 с.

ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА В ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРЕ НА ОПТИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КРИСТАЛЛЕ $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$

Д. Ралко, студент, Е.С. Худякова, В.Г. Дю, магистранты каф. ЭП

Научный руководитель М.Г. Кистенева, к.ф.-м.н., каф. ЭП

г. Томск, ТУСУР, vampirenush@mail.ru

Проект ГПО ЭП-1203 – «Исследование термоиндуцированных явлений в кристаллах силленитов»

Присущие кристаллам титаната висмута ($\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$) фоторефрактивные и фотохромные свойства оказывают значительное влияние на формирование в них объемных динамических голограмм [1]. В работе [2] показано, что засветка кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ лазерным излучением

с длинами волн 660 и 1064 нм приводит к уменьшению его оптического поглощения в спектральном диапазоне 480–880 нм.

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований спектральных зависимостей оптического поглощения в диапазоне 460–1100 нм и динамика изменения коэффициента поглощения на длине волны 532 нм в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}\text{:Al}$, подвергнутом отжигу в воздушной атмосфере.

В экспериментах использовался легированный алюминием кристалл титаната висмута $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}\text{:Al}$ с размером $d = 6,6$ мм вдоль кристаллографического направления [100]. Нагрев кристалла проводился в воздушной атмосфере до температур в диапазоне 130 – 250 °С со скоростью ~ 2 К/мин. После достижения заданной температуры кристалл выдерживался в печи 30 мин, а затем охлаждался естественным образом до комнатной температуры в течение более 10 часов. Спектры оптического пропускания в диапазоне 460 – 1100 нм регистрировались непосредственно до и после воздействия на кристалл. Все эксперимен-

ты проводились при комнатной температуре в отсутствие внешнего освещения.

Получено, что отжиг кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}\text{:Al}$ приводит к его просветлению в спектральной области $\lambda = 490\text{--}1000$ нм (рис. 1, а). Спектральная зависимость наведенных изменений в поглощении $\Delta k(\lambda)$, полученная вычитанием из коэффициента поглощения кристалла в исходном состоянии его значений после отжига, имеет резонансный характер (рис. 1, а). В этом спектре можно выделить широкую полосу с максимумом при $\lambda_m = 540$ нм.

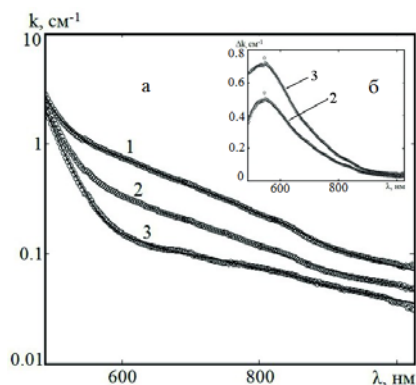


Рис. 1. Спектральные зависимости оптического поглощения (а) и его изменений (б) в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}\text{:Al}$ до (1) и после отжига в воздушной атмосфере при 130 °С (2) и 250 °С (3)

Изменения Δk на длине волны $\lambda_m = 540$ нм составили $\sim 0,49 \text{ см}^{-1}$ при температуре отжига 130 °С и $\sim 0,71 \text{ см}^{-1}$ при температуре отжига 250 °С. Значение коэффициента поглощения до отжига на этой длине волны имело величину $\sim 0,38 \text{ см}^{-1}$.

Полученные спектральные зависимости оптического поглощения были аппроксимированы в рамках модели, учитывающей вклад в примесное поглощение как процессов фотовозбуждения электронов в зону

проводимости с глубоких донорных центров с нормальным законом распределения концентраций по энергии ионизации [3], так и внутрицентровых переходов со спектральными характеристиками в виде функций Гаусса [4].

При расчетах учитывались пять внутрицентровых переходов с максимумами при энергиях кванта, равных 1,48; 1,62; 1,77; 2,17 и 2,44 эВ, а также переходы электронов в зону проводимости с пяти глубоких донорных центров со средними энергиями ионизации 1,08; 1,60; 1,90; 2,09 и 2,75 эВ. Рассчитанные в результате подгонки под экспериментальные данные спектральные зависимости $k(\lambda)$ и $\Delta k(\lambda)$ для кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ представлены сплошными кривыми на рис. 1.

Согласно численной аппроксимации получено, что отжиг в воздушной атмосфере приводит к уменьшению вклада всех внутрицентровых переходов и уменьшению заполнения электронами центров с энергией ионизации 1,08; 1,60; 1,90; и 2,75 эВ. Заполнение электронами глубокого донорного центра с энергией ионизации 2,09 эВ увеличивается в результате отжига кристалла.

На рис. 2 представлена динамика изменения оптического поглощения в процессе облучения непрерывным лазерным излучением ($\lambda_e=532$ нм, средняя интенсивность на входе в кристалл ~ 200 мВт/см²) исследуемого кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ до и после отжига в воздушной атмосфере при температуре 130 °С в течение 30 мин. Засветка кристалла производилась на интервалах времени 0–480, 640–1120, 1440–1920 с. Как видно из

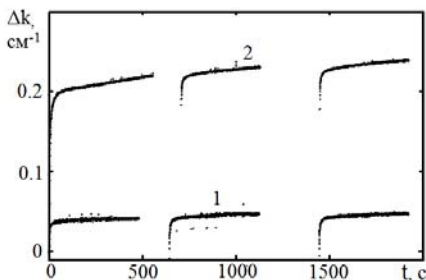


Рис. 2. Динамика изменения поглощения кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ на длине волны 532 нм: 1 – до отжига; 2 – после отжига при 130 °С

рис. 2, при воздействии на кристалл лазерным излучением с $\lambda_g = 532$ нм происходит увеличение оптического поглощения на данной длине волны. Затемнение кристалла, достигавшее, как следует из рис. 2, величины $\Delta k_1 \sim 0,05$ см⁻¹ для образца до отжига, значительно увеличивается и достигает величины $\Delta k_2 \sim 0,24$ см⁻¹ за полное время эксперимента, равное 1920 с для образца, подвергнутого отжигу при температуре 130 °С.

Таким образом, получено, что отжиг кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ в воздушной атмосфере приводит к уменьшению его оптического поглощения в области 490–1000 нм. Величина изменений в спектре оптического

го поглощения растет с увеличением температуры отжига от 130 °С до 250 °С. Полученные экспериментальные зависимости удовлетворительно описываются в рамках модели, учитывающей два типа переходов. Установлено, что засветка кристалла $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$ излучением с $\lambda_g = 532$ нм приводит к затемнению кристалла. Величина наведенных изменений увеличивается в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$, подвергнутом отжигу в воздушной атмосфере.

Работа выполнена в рамках задания Минобрнауки РФ № 2014/225 (проект № 2491) при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-02-90038-Бел_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. Томск: ТУСУР, 2007. 242 с.
2. Акрестина А.С., Попугаева В.В., Дю В.Г. и др. Фотоиндуцированные изменения оптического поглощения в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$, наведенные излучением видимого и ИК-диапазонов // Изв. вузов. Физика. 2012. Т. 55, №8/3. С. 76–77.
3. Толстик А.Л., Матусевич А.Ю., Кистенева М.Г. и др. // Квантовая электроника. 2007. Т. 37, № 11. С. 1027–1032.
4. Шандаров С.М., Кистенева М.Г., Акрестина А.С., Толстик А.Л. // Матер. VII Междунар. науч.-техн. конф. «Квантовая электроника – 2008». Минск, 13–16 октября 2008 г. Минск, 2008. 40 с.

ФОРМИРОВАНИЕ САМОИНДУЦИРОВАННЫХ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ СТРУКТУР В ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ФАБРИ – ПЕРО НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ

В.Ю. Рябченко, студент, А.С. Перин, аспирант каф СВЧиКР

Научный руководитель В.М. Шандаров, в.н.с. лаб.

квантовой радиоэлектроники, д.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, vryabchenok@gmail.com

Формирование фоторефрактивных структур представляет значительный интерес с точки зрения реализации полностью оптических и оптоэлектронных элементов для лазерных приборов и систем оптической обработки информации [1].

Целью данной работы явилось исследование формирования дифракционных структур в интерферометре Фабри – Перо на основе кристалла ниобата лития (LiNbO_3), а также исследование характеристик полученных структур.

Эксперимент по самоиндуцированию фоторефрактивных структур проводился на образце кристалла ниобата лития, легированного медью по объему. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

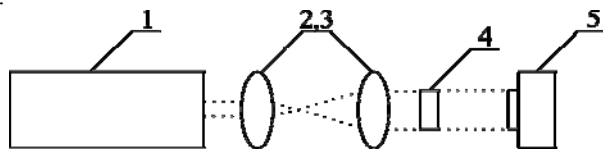


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – YAG:Nd³⁺ лазер ($\lambda=532$ нм); 2, 3 – линзы, выступающие в роли коллиматора; 4 – экспериментальный образец с диафрагмой, формирующей квадратное световое поле; 5 – ПЗС-камера

В ходе эксперимента кристалл освещался широким полем лазерного излучения в течение 30 мин. На рис. 2 показаны распределения световых полей после прохождения через образец в начальный момент времени (рис. 2, *а*) и спустя 30 мин после начала эксперимента (рис. 2, *б*).

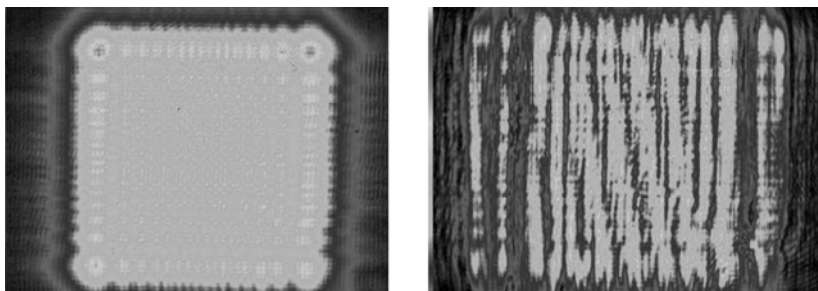


Рис. 2. Распределение светового поля после прохождения через образец: *а* – в начале эксперимента; *б* – в конце эксперимента

Из рис. 2 мы видим, что при экспонировании образца в кристалле происходит перераспределение светового поля. Время эволюции поля – 30 мин. Такой эффект может наблюдаться при формировании неоднородной фотонной одномерной решетки в объеме образца. В свою очередь, самоиндуцирование структуры возможно, если мы рассмотрим кристалл как интерферометр Фабри–Перо. В силу неидеальных граней кристалла происходит многократное внутреннее отражение, что в результате приводит к неоднородному распределению интенсивности света в объеме образца. Данный эффект приводит к появлению фотовольтаического тока и перераспределению электрических зарядов, модулирующих изменения показателя преломления [2].

Для подтверждения эффекта самоиндуцирования фотонной решетки необходима разработка методик сравнения и оценки структур, полученных при экспонировании кристалла через диафрагму со структурами, полученными при экспонировании кристалла широким полем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шандаров В.М. Основы физической и квантовой оптики. Томск: ТУСУР, 2005. 258 с.
2. David D. Nolte and M.R. Melloch, Fabry-Perot photorefractive quantum well structures for adaptive processing, Air Force Materiel Command Rome, 1995. 30 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОПТИЧЕСКОГО УЗЛА

**М.А. Соколова, А.А. Астраханцева, студентки каф. ЭП,
К.П. Мельник**

Научный руководитель В.И.Быков, к.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, _tar-ka_@mail.ru

Проект ГПО ЭП-1104 – «Установка для измерения электрооптического коэффициента в кристаллах КТР и ниобата лития»

Фазовая модуляция электрооптического излучения широко используется в различных устройствах, таких как модуляторы, интерферометры и т.д. В основе модуляторов лежит зеркало на движителе. В качестве движителя можно использовать катушки, пьезокерамику или механические винты. Также ключевым узлом в лазерных интерферометрах является подвижное управляемое зеркало [1].

Объект наших исследований – оптический узел на базе пьезокерамики. Он представляет собой пьезокерамический цилиндр, на торце которого закреплено зеркало. Пьезокерамический элемент предназначен для преобразования электрической энергии в механическую [2].

Передаточная функция – важная характеристика оптических узлов, которая определяется движением зеркала при подаче соответствующего сигнала. При нулевой частоте функция выражается в передаточный коэффициент – чувствительность. Чувствительность ЦТС пьезокерамики, использованной в данной работе, составляет 250 В/мкм, а при частоте, отличной от нуля, чувствительность оптического узла изменяется. В частности, при управляющем гармоническом сигнале проявляется несоответствие движения зеркала, подаваемому сигналу (рис. 1, а). Для сравнения рассмотрим случай, когда сигнал на входе почти соответствует выходному сигналу (рис. 1, б).

По результатам полученных данных оказалось, что пьезокерамический элемент обладает наибольшим передаточным коэффициентом при частоте подаваемого сигнала 12 кГц. При внимательном анализе

осциллограмм можно заметить, что за счет пьезоэлектрического эффекта образуются дополнительные гармоники, вследствие чего в цилиндре образуются собственные стоячие волны. Это вносит дополнительный фактор влияния на отклик, следовательно, сигнал будет зависеть и от механических параметров экспериментальной установки.

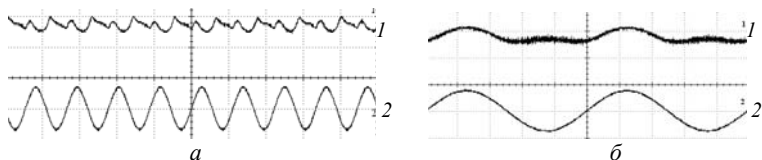


Рис. 1. Осциллограммы: 1 – сигнал на выходе, 2 – на входе;
а – при частоте 75 кГц; б – при частоте 204 Гц

Таким образом, для конкретного оптического узла были найдены характеристические частоты в диапазоне 1 Гц – 200 кГц и рассчитаны передаточные функции для данного оптического узла. Экспериментальный график зависимости амплитудно-частотной характеристики пьезокерамического элемента можно использовать как калибровочную кривую при исследовании поляризационных зависимостей взаимодействия световых волн в кристаллах. Данный оптический узел может быть использован при разработке адаптивных интерферометров – измерителей малых перемещений, а также в интерферометре Майкельсона с оптической отрицательной обратной связью, используемой для устранения влияния вибраций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломийцов Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории, применения. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1976. 294 с.
2. Ганьшин В.А., Коршкишко Ю.Н., Петров В.З. Обзоры по электронной технике. Сер. 11. Лазерная техника и электроника. 1987. В. 2(1174).

ЛАБОРАТОРНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД

*Р.В. Терновский, В.С. Котяшев, студенты 3-го курса каф. ЭП,
К.П. Мельник*

*Научный руководитель В.И. Быков, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, vovankot@mail.ru*

При разработке и изготовлении переносного интерферометрического комплекса на базе интерферометра Майкельсона были поставлены следующие цели:

1. Добиться максимальной мобильности.
2. Возможность исследования свойств оптических элементов, входящих в состав оптического узла интерферометра.

3. Возможность проведения лабораторных работ в рамках обучающего процесса.

В ходе работы был разработан и изготовлен интерферометрический комплекс на базе интерферометра Майкельсона для демонстрации явлений нелинейной оптики в стенах и за пределами университета.

Основными частями установки являются: интерферометр, помещенный в чемоданчик, генератор и осциллограф, являющиеся внешними устройствами (рис. 1).

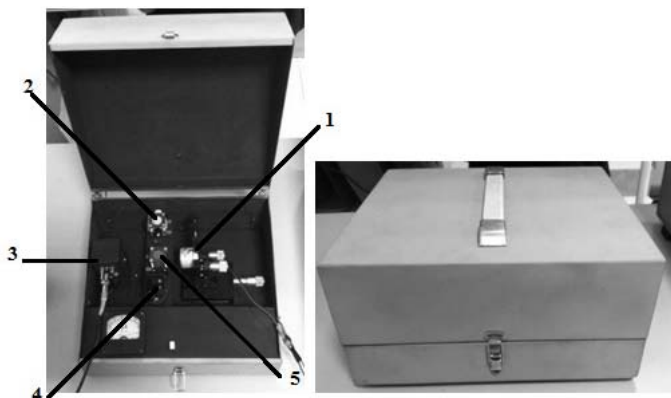


Рис. 1. Внешний вид установки: 1 – зеркало, прикрепленное к пьезокерамическому цилиндру; 2 – лазер; 3 – фотоприемник; 4 – опорное зеркало; 5 – светоделительный кубик

Данный прибор можно использовать, чтобы определить длину когерентности лазера. Это явление наблюдается при перемещении пьезоэлектрического зеркала (рис. 2). Наблюдается исчезновение интерференционной картины, но лишь при условии, что длина когерентности лазера не превышает 1 см. При подаче постоянного напряжения меняется интенсивность картины. Также с помощью установки можно определять характеристику оптических узлов на базе.

Выбор цилиндрической формы пьезокерамического элемента обусловлен тем, что обеспечивается плоскопараллельное перемещение зеркала с минимальными искажениями.

Фоторегистрирующее устройство служит для приема сигнала и отображения фототока на осциллографе. Фотоприёмник выполнен в прямоугольном цилиндре. Форма фотоприёмника выбрана исходя из поставленной задачи. Источник питания 9 В (батарейка типа «крона») выведен за корпус.



Рис. 2. Фотография пьезокерамического элемента с зеркалом

По окончании работы был собран переносной интерферометрический комплекс, работоспособность которого экспериментально доказана исследованием свойств оптического узла на базе пьезокерамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коломийцов Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории, применении. Л., Машиностроение, Ленингр. отд., 1976. 294 с.
2. Ганьшин В.А., Коршкишко Ю.Н., Петров В.З. Обзоры по электронной технике. Сер. 11. Лазерная техника и электроника. 1987. В. 2(1174).

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА КОНТРАСТНОСТИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ ЗАТВОРОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКООМНОГО КРИСТАЛЛА KTiOPO_4

О.Т. Вазинский, М.В. Чуманов, студенты,

И.А. Паргачёв, аспирант каф. ЭП

*Научный руководитель Л.Я. Серебренников, доцент каф. ЭП, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, oleg_vazhinsky92@mail.ru*

Для получения гигантских импульсов [1] в твердотельных лазерах используется модуляция добротности резонатора. Одним из наиболее распространенных устройств, используемых для модуляции добротности резонаторов, является электрооптический (ЭО) затвор. При работе лазера на ЭО-затвор оказывается ряд воздействий, влияющих на его корректную работу. Одним из них является температурное воздействие. В зависимости от конфигурации лазерного резонатора и условий его работы, изменяется температура ЭО-затвора и ее распределение.

В данной работе рассматриваются ЭО-затворы, включающие в себя элементы, изготовленные из высокоомного кристалла KTiOPO_4 (RKTP) [2].

При вводе лазерного излучения в элемент ЭО-затвора происходит явление двулучепреломления, вследствие чего в элементе распростра-

няются две волны с разными скоростями распространения (U_f – быстрая волна, U_s – медленная волна), которые зависят от соответствующих показателей преломления, связанных с анизотропией кристалла. В зависимости от длины элемента разность фаз быстрой и медленной волн на выходе элемента будет равна:

$$\Delta\varphi(l) = l \times \omega / (U_f - U_s).$$

Изменение температуры элемента влечёт за собой изменение его длины, пропорционально коэффициентам терморасширения (КТР) и показателей преломления. На основании этого можно сделать вывод, что температура влияет на разность фаз быстрой и медленной волн.

Для компенсации фазового сдвига в элементах ЭО-затвора применяется так называемая термокомпенсирующая схема [3]. Чтобы термокомпенсирующая схема корректно работала, необходимо равенство температур элементов. Если элементы нагреты неравномерно, тогда один из элементов затвора будет вносить больший фазовый сдвиг между быстрой и медленной волнами, чем второй, в результате чего, при стационарном положении ЭО-затвора в резонаторе уменьшится контрастность.

За основу измерения коэффициента контрастности принята методика, описанная в [4]. Исследование зависимости контрастности от температуры ЭО-затвора, осуществляется по схеме, представленной на рис. 1.

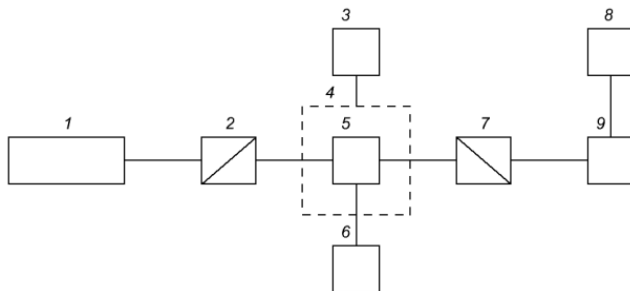


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

- 1 – Nd:YAG лазер ($\lambda = 1,064$ мкм); 2, 7 – поляризатор;
- 3 – термометр (АКИП-вольтметр универсальный В7-78/1); 4 – термокамера;
- 5 – ЭО-затвор; 6 – источник высокого напряжения (ИВН); 8 – ПК;
- 9 – фотодетектор (Spiricon SP620U)

Термическая камера (4) устанавливается между скрещенными поляроидами (2 и 7). ЭО-затвор помещается в термическую камеру и подключается к ИВН (6). Температура регистрируется термометром (3). На фотодетекторе (9) регистрируется интенсивность излучения,

прошедшего анализатор (7), без управляющего напряжения на ЭО-затворе (I_1). После чего на ЭО-затвор подается полуволновое напряжение [3] и регистрируется интенсивность света (I_2).

Контрастность (K) ЭО-затвора рассчитывается по формуле

$$K = I_2/I_1.$$

В ЭО-затворах, собранных по термокомпенсирующей схеме, как правило, элементы крепятся на корпусе с помощью различных клеев. В таких конструкциях при изменении температуры возникают механические напряжения на элементах в результате различных коэффициентов термического расширения корпуса затвора, клея и самого элемента. Это может привести к значительной деформации элементов. Деформация в свою очередь приводит к преломлению света на оптических гранях элементов. Из-за этого в лазерном резонаторе могут возникнуть дополнительные моды и уменьшиться контрастность ЭО-затвора. На рис. 2 представлен график изменения коэффициента контрастности с течением времени при изменении температуры для ЭО-затвора, собранного из двух кристаллических элементов размерами $6 \times 6 \times 10$ мм каждый. Корпус затвора выполнен из нержавеющей стали, в качестве клея использован эпоксидный состав с токопроводящими примесями.

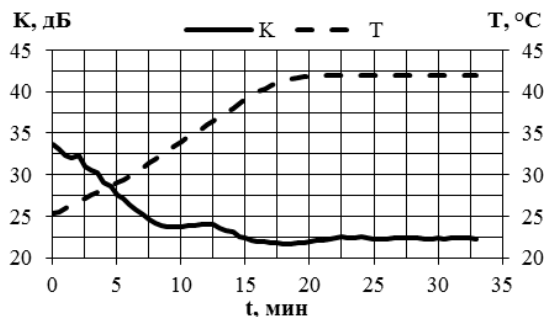


Рис. 2. Изменение коэффициента контрастности ЭО-затвора при изменении температуры

График показывает, что при изменении температуры затвора на 15°C контрастность уменьшается примерно в 10 раз, т.к. после стабилизации температуры контрастность не изменяется, то можно сделать вывод, что процесс изменения коэффициента контрастности статичен и слабо зависит от скорости изменения температуры затвора.

Для решения проблемы следует тщательным образом подбирать материал корпуса, коэффициент термического расширения (КТР) которого близок с КТР элементов ЭО-затвора, а также клей с соответст-

вующими характеристиками по эластичности, прочности, КТР и температурным эксплуатационным диапазоном. Кроме того, клей должен быть хорошим проводником тока.

Альтернативным методом решения данной проблемы, является разработка конструкции ЭО-затвора, предусматривающей фиксацию элементов без использования клея.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жаботинский М.Е. Квантовая электроника. Маленькая энциклопедия. М., 1969. С. 89–118.
2. Паргачёв И.А. Электрооптические модуляторы лазерного излучения на основе высокоомных кристаллов КРО / И.А. Паргачёв, Л.Я. Серебренников, А.Е. Мандель и др. // Доклады ТУСУРа. 2011. Т. 24, №2. Ч. 2. С. 116–118.
3. ГОСТ Р 51036–97. Элементы электрооптические. Методы измерения электрооптических параметров.

ПОВЫШЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА ТИТАНА ПРИ ПРОГРЕВЕ И МОДИФИЦИРОВАНИИ НАНОЧАСТИЦАМИ

С.А. Юрьев, аспирант каф. ЭП

*Научный руководитель М.М. Михайлов, зав. лабораторией радиационного и космического материаловедения, д.ф.-м.н., профессор
г. Томск, ТУСУР, yusalek@gmail.com*

Порошки диоксида титана находят широкое применение в областях действия квантов и заряженных частиц: в космической технике, в качестве пигмента эмалей и красок, в катализе. В этих пигментах под действием излучений образуются дефекты и центры поглощения, что приводит к появлению полос поглощения, уменьшению коэффициента диффузного отражения в УФ-, видимой и ближней ИК-областях спектра и к увеличению интегрального коэффициента поглощения солнечного излучения (α_s).

Одним из перспективных способов решения этой проблемы может быть модифицирование пигментов белыми оксидными нанопорошками, поскольку наночастицы, обладая большой удельной поверхностью, могут выступать в качестве центров релаксации дефектов, образующихся при облучении. Предыдущие исследования по влиянию модифицирования нанопорошками на фото- и радиационную стойкость пигментов ZrO_2 [1] и TiO_2 [2,3] показали высокую эффективность данного метода.

Целью настоящей работы является исследование влияния температуры прогрева на оптические свойства и радиационную стойкость модифицированных наночастицами порошков диоксида титана.

Методика эксперимента. Модифицирование порошка – пигмента TiO_2 осуществляли диспергированием в магнитной мешалке смесей с наночастицами SiO_2 , их выпариванием в сушильном шкафу при $150\text{ }^\circ\text{C}$, прогревом в течение 2 ч в высокотемпературной печи СНОЛ при температуре 300, 500, 700, 900, 1100 и $1200\text{ }^\circ\text{C}$ с последующим перетиранием. Концентрацию нанопорошка выбирали на основании ранее выполненных исследований по модифицированию порошков TiO_2 наночастицами Al_2O_3 и ZrO_2 [2, 3], она составила 7 мас. %.

Образцы для исследований приготавливали прессованием полученных порошков в металлические чашечки диаметром 28 мм и глубиной 2 мм. Их одновременно закрепляли на предметном столике оптической установки-имитаторе условий космического пространства «Спектр» [4], получали вакуум и измеряли спектры диффузного отражения ($\rho_{\lambda 0}$) в диапазоне 350–2100 нм по точкам с шагом 10–200 нм, зависящем от информативности различных областей спектра. Облучение осуществляли электронами ($E=30\text{ кэВ}$, $\Phi=1\cdot 10^{16}\text{ см}^{-2}$, $P=10^{-6}\text{ Торр}$, $T=300\text{ К}$). Спектры ρ_{λ} измеряли в вакууме на месте облучения (in situ). Погрешность измерения составляет 0,2–0,3% в области $\lambda < 1000\text{ нм}$ и 3% в более длинноволновой области.

Интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения рассчитывали по формуле

$$\alpha_s = 1 - R_s,$$

где R_s – интегральный коэффициент диффузного отражения солнечного излучения, рассчитанный как среднеарифметическое значение коэффициента диффузного отражения по 24 точкам, расположенным на равноэнергетических участках спектра излучения Солнца, согласно методике Джонсона [5].

Полученные результаты и их обсуждение. Количественной характеристикой отражательной способности и радиационной стойкости порошков-пигментов является интегральный коэффициент поглощения солнечного излучения (α_s) и его изменение после облучения порошков ($\Delta\alpha_s$). В таблице приведены зависимости коэффициента поглощения α_s и его изменение от температуры прогрева до и после облучения флюенсом электронов $1\cdot 10^{16}\text{ эл./см}^2$.

Из таблицы следует, что отражательная способность модифицированных порошков по сравнению с немодифицированными падает и составляет от 1,56 (при температуре $700\text{ }^\circ\text{C}$) до 1,97 раза (при температуре $1200\text{ }^\circ\text{C}$). Наибольшее ухудшение отражательной способности

наблюдается у порошков прогретых при температуре 1100 и 1200 °С. После облучения коэффициент поглощения всех порошков увеличивается. Наибольшее увеличение регистрируется для немодифицированного порошка и порошка, модифицированного при 1200 °С, наименьшее – для порошка, модифицированного при 1100 °С. Наиболее стойкими к облучению являются порошки, прогретые при 900 и 1100 °С.

Зависимость коэффициента поглощения до (α_{s0}) и после (α_{si}) облучения электронами и его изменение ($\Delta\alpha_s$) от температуры прогрева порошков TiO_2 , модифицированных 7 масс. % SiO_2

$T, ^\circ\text{C}$	Немод.	300	500	700	900	1100	1200
α_{s0}	0,191	0,299	0,299	0,298	0,327	0,328	0,376
α_{si}	0,285	0,34	0,339	0,35	0,361	0,357	0,443
$\Delta\alpha_s$	0,094	0,042	0,039	0,052	0,034	0,029	0,067

Увеличение радиационной стойкости при прогреве порошков может быть обусловлено десорбцией физически и химически связанных газов (в основном ОН-групп и воды). Прогрев при температуре 900°С дает заметное изменение интегрального коэффициента поглощения относительно 700 °С, это можно объяснить тем, что при меньших температурах химической десорбции не происходит и соответственно не происходит заполнения освобожденных связей молекулами кислорода и восстановления стехиометрии диоксида титана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mikhailov M.M., Verevkin A.S. Optical properties and radiation stability of thermal control coatings based on doped zirconium dioxide powders // Journal of Material Research. 2004. Vol. 19, № 2. P. 535–541.
2. Михайлов М.М., Соколовский А.Н. Кинетика фотодеградации пигмента диоксида титана, легированного нанопорошками Al_2O_3 и ZrO_2 // Физика и химия: обработка материалов. 2006. № 1. С. 32–36.
3. Михайлов М.М., Соколовский А.Н. Исследование радиационной стойкости покрытий на основе диоксида титана, легированного нанопорошками Al_2O_3 и ZrO_2 // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2006. № 8. С. 79–85.
4. Косицын Л.Г., Михайлов М.М., Кузнецов Н.Я., Дворецкий М.И. Установка для исследования спектров диффузного отражения и люминесценции твердых тел в вакууме // Приборы и техника эксперимента. 1985. № 4. С. 176–180.
5. Johnson F.S. Solar constant // J. Meteorological. 1954. Vol. 11. № 5. P. 431–439.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЫТОВЫХ ПРЕДМЕТОВ И ПОМЕЩЕНИЙ

*Е.А. Батунина, Н.Н. Достовалов, А.А. Сидоров, студенты
4-го курса, направление «Стандартизация и метрология»*

Научный руководитель Ю.Ц. Батомункуев, доцент, к.т.н.

*г. Новосибирск, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная
геодезическая академия»*

В последние годы созданы высокоразрешающие цифровые камеры, чувствительные в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазонах спектра, что открывает возможность совершенствования известных и разработки новых устройств контроля, работающих в более широком диапазоне спектра. Устройства визуального контроля с применением ультрафиолетового излучения известны и широко используются, например, для контроля документов, ценных бумаг и денежных купюр [1]. Но при разработке устройств контроля поверхностей бытовых предметов, помещений, в частности для визуального контроля и оценки их чистоты, требуется учет особенностей применения этих устройств.

В соответствии с действующими в настоящее время стандартами и нормативными документами контроль чистоты бытовых помещений (например, после уборки) осуществляется в основном визуально, тогда как существует целый ряд помещений, например операционные и реанимационные палаты в больницах, где требуется тщательный контроль и соблюдение норм чистоты. Практикуемый в настоящее время визуальный контроль не позволяет объективно оценить степень чистоты помещений. Отсутствие компактных простых устройств контроля чистоты не позволяет быстро и объективно оценивать качество выполнения работ по уборке помещений, в том числе и клининговыми компаниями.

Целью работы является разработка и изготовление малогабаритного устройства контроля поверхностей предметов и помещений в видимом и ближнем ультрафиолетовом диапазонах спектра.

Устройству контроля предъявляются следующие требования: возможность получения изображений поверхности предметов в ультрафиолетовом и видимом диапазонах спектра, обеспечение разрешения этих изображений не менее 2 мегапикселей, обеспечение высокой чувствительности изображений при низком уровне освещенности предметов, наличие подключения к разъёму USB компьютера, малогабаритность и возможность крепления устройства на произвольные поверхности, наличие встроенных источников излучения ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра для работы устройства в темноте.

Внешний вид разработанного и изготовленного устройства контроля представлен на рис. 1. Устройство содержит встроенные источники ультрафиолетового и видимого диапазонов спектра и камеру с



Рис. 1

переключаемым ультрафиолетовым светофильтром. Устройство подключается к компьютеру через разъём USB. Работа устройства основана на сравнении изображений, полученных в видимом и ультрафиолетовом диапазонах спектра.

В работе представлены изображения в видимом и в ультрафиолетовом свете поверхностей различных предметов, указывающие на существенные различия этих изображений из-за наличия пыли, загрязнений, потертостей и других дефектов предметов, практически

невидимых визуально, но ярко проявляющихся в ультрафиолетовом свете. Представлены изображения продуктов в видимом и в ультрафиолетовом свете, указывающие на существенную разницу полученных изображений. Представлены графики распределения интенсивности света в изображениях предметов, позволяющие количественно выявить степень загрязненности поверхностей этих предметов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грамович Г.И., Якушко В.И. Некоторые возможности фотосъемки в ультрафиолетовых лучах в оперативно-розыскной деятельности ОВД // Межвузовский сборник научных трудов. Минск, 1989. С. 14–17.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИНТЕРЕ

***А.А. Дианова, Т.В. Маганакова, Н.А. Харитюшин, студенты
5-го курса направления «Стандартизация и метрология»,
«Испытание и эксплуатация техники»***

*Научный руководитель доцент Ю.Ц. Батомункуев, к.т.н.
г. Новосибирск, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная
геодезическая академия»*

В настоящее время известно большое количество оптических дифракционных элементов (ДОЭ), преобразующих заданным образом амплитуду и фазу световой волны. В связи с появлением высокораз-

решающих 2D- 3D-принтеров возникает задача применения этих принтеров для изготовления различных ДОЭ, в том числе наложенных и составных ДОЭ. Известно, что сложные преобразования амплитуды и фазы световой волны, осуществляемые ДОЭ, могут быть представлены в виде комбинаций более простых преобразований [1, 2].

Целью работы является изготовление на принтере дифракционных оптических элементов, осуществляющих самые простые преобразования световой волны. Простые преобразования осуществляются путем разделения одной волны на две и более волн, поворота и искривления волнового фронта, уменьшения и увеличения интенсивности и фазы этих волн. Нами выделены из известных дифракционных оптических элементов следующие (осуществляющие простые преобразования световой волны):

- одномерные и двумерные дифракционные решетки;
- кольцевая и эллипсная дифракционные решетки;
- зонная пластина для сферической волны, сходящейся в точку;
- зонная пластина для цилиндрической волны, сходящейся в отрезок;
- зонная пластина для асферической (астигматической) волны;
- зонные пластины для торической волны, сходящейся в окружность или эллипс.

Процесс изготовления дифракционных оптических элементов включает в себя расчет, формирование изображения этих элементов с помощью стандартных компьютерных систем проектирования и печатание полученного изображения на прозрачную пленку или пластину.

Например, формирование изображения дифракционного элемента в программе проектирования и черчения Auto CAD состоит из нескольких действий: выбора линий, формы и цвета зоны, указания размеров и их взаимного расположения [3, 4]. В качестве примера на рис. 1 представлено изображение зонной пластины Френеля в Auto CAD. Минимальные размеры дифракционной структуры элементов ограничены разрешением принтера. По указанной методике были изготовлены дифракционные оптические элементы, составляющие базовый каталог, и измерены экспериментально распределения интенсивности в дифракционных картинах, формируемых этими элементами. Показано, что синтез различных составных и наложенных дифракционных оптических элементов может быть получен

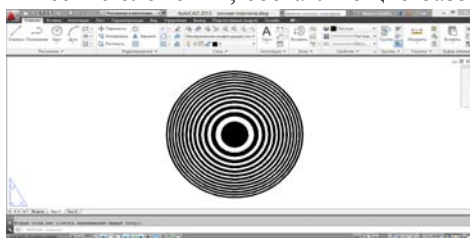


Рис. 1. Изображение зонной пластины Френеля (в увеличенном виде)

соответствующим комбинированием дифракционных элементов базового каталога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коронкевич В.П. Киноформы: технологии, новые элементы и оптические системы / В.П. Коронкевич, В.П. Корольков, А.Г. Полещук, и др. // Автометрия. 1989. № 3. С. 95–102.
2. Дифракционная компьютерная оптика / Под ред. В.А. Сойфера. М.: Физматлит, 2007. 736 с.
3. Батомункуев Ю.Ц., Дианова А.А., Маганакова Т.В. и др. Компьютерный синтез пленочных составных и наложенных дифракционных элементов // Ползуновский вестник. 2012. № 3/2. С. 139–142.
4. Батомункуев Ю.Ц., Дианова А.А., Маганакова Т.В. и др. Компьютерный синтез дискретных дифракционных оптических элементов // Сб. матер. Междунар. науч. конф. «СибОптика–2013. Дифракционные и интерференционные системы и приборы»». 2013. С. 81–86.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛОВ КАЛИЙ ТИТАНИЛ-ФОСФАТА ПО ПЕТЛЯМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГИСТЕРЕЗИСА НА ЧАСТОТЕ 50 Гц

Ю.В. Кулешов, аспирант каф. ЭП,

*Е.В. Осиновская, Д.К. Каженов, студенты каф. СВЧКР,
Т.М. Акылбаев, Д.С. Исаков, Б.А. Сибанбаев, магистранты каф. ЭП
г. Томск, ТУСУР, MandelAE@svch.rk.tusur.ru*

*Проект ГПО СВЧКР-1105 – «Исследование кристаллов семейства
КТР и разработка электрооптических модуляторов на их основе»*

Кристаллы калий титанил-фосфата KTiOPO_4 (КТР) обладают высокой нелинейно-оптической эффективностью, высокой оптической однородностью, относительно высоким порогом оптического разрушения и широко используются для создания нелинейно-оптических устройств [1–3]. Кристаллы семейства КТР с прецизионной регулярной доменной структурой с микронными периодами используются для выполнения условия фазового квазисинхронизма при преобразовании длины волны лазерного излучения [4].

Целью данного этапа работы является измерение коэрцитивного поля в высокоомных кристаллах КТР, предоставленных компанией «Кристалл-Т».

Простым и наиболее распространенным способом является определение величины коэрцитивного поля и поляризации кристалла по петлям диэлектрического гистерезиса. Схема экспериментальной установки, позволяющая получать на экране осциллографа петли гисте-

резиса, представлена на рис. 1. Низкочастотное напряжение сети частотой 50 Гц прикладывается к последовательно соединенным эталонному конденсатору C_0 и исследуемому монокристаллическому образцу C_k . При условии, что $C_0 \gg C_k$, практически все приложенное напряжение падает на образце. Напряжение с эталонного конденсатора подается на вертикальные пластины осциллографа. Горизонтальное отклонение луча осциллографа пропорционально величине приложенного напряжения. Таким образом, при непрерывном изменении электрического напряжения отклонение луча осциллографа по вертикали пропорционально поляризации кристалла, а по горизонтали – величине приложенного к нему напряжения, а следовательно, и электрического поля. При изменении поля по синусоидальному закону на экране осциллографа выписывается зависимость поляризации кристалла P от электрического поля E , которая для сегнетоэлектриков имеет гистерезисный характер.

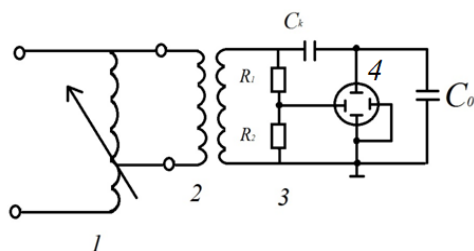


Рис. 1. Электрическая схема для наблюдения петли гистерезиса:
 1 – лабораторный автотрансформатор (ЛАТР); 2 – трансформатор;
 3 – делитель напряжения; 4 – осциллограф; C_k – исследуемый образец;
 C_0 – эталонный конденсатор; R_1, R_2 – сопротивления высоковольтного делителя напряжения

В экспериментах использовались два образца кристаллов КТР размерами $10 \times 8 \times 1,1$ мм по осям X, Y, Z соответственно. На плоскости кристалла, перпендикулярных оси Z , наносились электроды из алюминия. Кристалл помещался в специальный держатель.

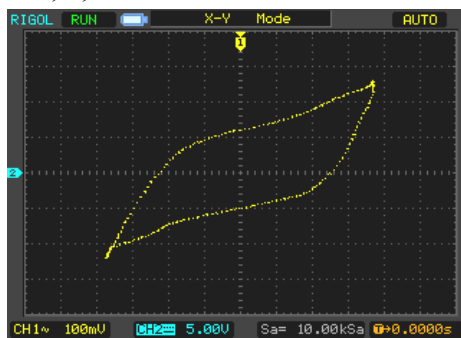


Рис. 2. Зависимость поляризации P от электрического поля E для кристалла КТР

В процессе проведения экспериментов подаваемое на кристалл переменное напряжение изменялось от 0 до 2300 В. Через каждые 100 В регистрировались осциллограммы. Типичная осциллограмма, характеризующая зависимость поляризации P от электрического поля E для исследуемых образцов, приведена на рис. 2.

Измерения показали, что петли гистерезиса для исследуемых образцов асимметричны. Симметрия петли гистерезиса зависит от температуры выращивания кристаллов и отклонения атомов калия от стехиометрической структуры [5]. По полученным осциллограммам были определены значения коэрцитивного поля E_c и полной поляризации P для исследуемых образцов. Значения коэрцитивного поля составляли $+E_c = 2,3$ кВ/мм; $-E_c = -2,1$ кВ/мм. Полная поляризация P кристалла составила $16,5$ мКл/см².

Таким образом, по петлям диэлектрического гистерезиса получены основные характеристики высокоомного кристалла КТР, что позволяет использовать эти кристаллы в дальнейшем для разработки технологии формирования периодических доменных структур в таких кристаллах с помощью приложения внешних импульсных электрических полей.

Работа выполнена в рамках задания Минобрнауки РФ № 2014/225 (проект № 2491).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ebberts C.A., Velsko S.P. High Average Power KTiOPO₄ electrooptic Q-switch // Appl. Phys. Lett. 1995. Vol. 67, № 5. P. 593–595.
2. Roth M., Tseitlin M., Angert N. Oxide Crystals for Electro-Optic Q-Switching of Lasers // Glass Physics and Chemistry. 2005. Vol. 31, № 1. P. 86–95.
3. Русов В.А., Серебряков В.А., Каплун А.Б., Горчаков А.В. Применение модуляторов на кристаллах КТР в Nd:YAG-лазерах с высокой средней мощностью // Оптический журнал. 2009. Т. 76, № 6. С. 6–7.
4. Moscovich S., Arie A., Urneski R. et al. Noncollinear second-harmonic generation in sub-micrometer-poled RbTiOPO₄ // Optic Express/ 2004. Vol. 12. № 10. P. 2236–2242.
5. Rosenman G., Urenski P., Arie A. et al. Polarization reversal and domain grating in flux-grown KTiOPO₄ crystals with variable potassium stoichiometry // Appl. Phys. Lett. 2000. Vol. 76. № 25. P. 3798–3800.

СЕКЦИЯ 9

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

*Председатель секции – Демидов А.Я., зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н.,
зам. председателя – Гельцер А.А., ст. преподаватель каф. ТОР, к.т.н.*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИГНАЛОВ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ LTE

***Ж.Т. Эрдынеев, Г.О. Манохин, аспиранты,
А.С. Вершинин, ст. преподаватель, к.т.н.***

*Научный руководитель А.А. Гельцер, доцент каф. ТОР, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. ТОР, erdineevzh@gmail.com*

Беспроводные технологии стремительно завоевывают мир со скоростью и широтой охвата, превосходящи[все ожидания. По оценкам экспертов, к 2015 г. пользовательская база мобильного широкополосного доступа (ШПД) в мире превысит 3 млрд человек. Одним из решений, призванных обеспечить растущий спрос на высокоскоростные телекоммуникационные системы, является технология LTE.

Целью данной работы является обзор алгоритмов синхронизации абонента с базовой станцией (БС), процедуры формирования и детектирования сигналов первичной (PSS) и вторичной (SSS) синхронизации, а также проведение эксперимента с целью обнаружения сигналов PSS и SSS с действующей базовой станции.

Перед подключением мобильной станции (МС) к ближайшей базовой станции МС должна провести процедуру поиска соты. Она состоит из ряда этапов синхронизации, по которому мобильная станция определяет временные и частотные параметры, необходимые для демодуляции нисходящей линии связи, передачи сигналов по восходящей линии и правильной синхронизации.

Существует две процедуры поиска соты в LTE [1]:

- начальная синхронизация;
- идентификация новой ячейки.

В обоих случаях процедура синхронизации использует два вида специальных физических сигналов, которые транслируются в каждой соте: первичный и вторичный сигналы синхронизации. Эти сигналы не

только обеспечивают временную и частотную синхронизацию, но и информируют мобильную станцию о физическом идентификаторе соты и длине циклического префикса и о том, какой дуплекс используется: с частотным (FDD) или временным разделением каналов (TDD).

В сигнале PSS используются последовательности Задова–Чу (ZC) [2, 3]. Эта категория последовательностей широко используется в LTE, в том числе для формирования преамбулы случайного доступа и опорных сигналов по восходящей линии связи в дополнение к PSS.

Последовательность Задова–Чу длиной N_{ZC} задается как [4]

$$ZC_M^{N_{ZC}}(n) = \exp\left[-j \frac{\pi M n(n+1)}{N_{ZC}}\right], n=0,1,\dots,62,$$

где N_{ZC} – длина последовательности (для PSS равна 63), M – корень последовательности.

При формировании сигнала PSS используется следующий набор корней: $M = 29, 34, 25$.

Последовательности SSS образуются из последовательностей максимальной длины, известных как М-последовательности, которые генерируются путем переключения в частотной области двух вторичных синхронизирующих кодов длиной 31.

Формулы для расчета М-последовательностей и скремблирующих последовательностей можно найти в [4].

Как уже говорилось, последовательности, которые используются для передачи сигналов PSS и SSS в соте, несут в себе информацию о физическом идентификаторе соты N_{ID}^{cell} , который нужен для дальнейшей обработки сигнала. Всего существует 504 уникальных значения физического идентификатора соты в LTE, сгруппированных в 168 групп по три значения в каждой. Формула для определения идентификатора соты выглядит следующим образом [4]:

$$N_{ID}^{cell} = 3 \cdot N_{cell}^{(2)} + N_{cell}^{(1)},$$

где $N_{cell}^{(2)}$ – номер последовательности сигнала SSS, $N_{cell}^{(1)}$ – номер последовательности сигнала PSS.

В рамках данной работы был проведен эксперимент, целью которого было следующее:

- 1) запись сигнала с ближайшей работающей базовой станции LTE одного из операторов связи;
- 2) оценка сигналов PSS, SSS;
- 3) вычисление идентификатора соты БС.

В результате расчета максимумов корреляционной функции для каждой опорной последовательности PSS для корней 29 и 34, изобра-

женных на рис. 1, была проведена оценка, которая показала, что в сигнале используется последовательность Задова–Чу с корнем $M = 34$, что соответствует значению $N_{ID}^{(1)} = 2$.

После детектирования сигнала PSS был проведен расчет корреляционной функции для каждой последовательности SSS, изображенной на рис. 2 в результате было получено, что в сигнале используется M -последовательность со значением $N_{ID}^{(1)} = 7$.

Таким образом, идентификатор соты для данной базовой станции равен

$$N_{cell}^{ID} = 3 \cdot 7 + 2 = 23.$$

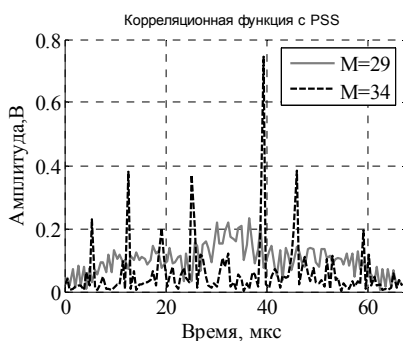


Рис. 1. Корреляционная функция с PSS

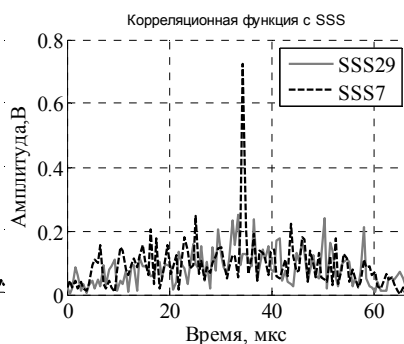


Рис. 2. Корреляционная функция с SSS

По результатам данного исследования были изучены сигналы первичной и вторичной синхронизации, включая структуру сигналов и их расположение на частотно-временном ресурсе. Также был осуществлен эксперимент, где было проведено детектирование изученных сигналов в сигнале LTE Downlink и вычислен идентификатор соты, который равен 23. Показан примерный вид корреляционной функции при детектировании сигналов первичной и вторичной синхронизации и продемонстрировано различие уровней боковых лепестков после вычисления взаимной корреляции последовательностей PSS и SSS.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sesia S., Toufik I., Barker M. LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice, John Wiley & Sons Ltd, 2009. 611 p.
2. LTE E. Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)(3GPP TS 36.300, version 8.11.0 Release 8), December 2009 // ETSI TS. T. 136, №. 300. P. V8.

3. Frank R., Zadoff S. and Heimiller R. Phase Shift Pulse Codes With Good Periodic Correlation Properties // IEEE Trans. on Information Theory. 1962. Vol. 8. P. 381–382.

4. ETSI TS 136 211 v 9.1.0 (2010-04) LTE Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation.

ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ В MANET

Д.И. Иовлев, аспирант каф. АСУ

г. Томск, ТУСУР, prodenx@t-sk.ru

*Научный руководитель И.В. Бойченко, к.т.н., ст. науч. сотрудник
Томского филиала Института вычислительных технологий СО РАН
(ТФ ИВТ СО РАН)*

В ходе ранее проведенных исследований была выявлена проблема в управлении передачей данных в сетях MANET и положено начало разработке ее решения [1–2].

Было решено, что при разработке транспортного протокола необходимо исходить из высокой «энтропии» и децентрализованности сетей MANET.

Протокол маршрутизации (сетевой уровень) и транспортный протокол (транспортный уровень) работают в тандеме. Поэтому изменения коснулись и сетевого уровня. Сейчас уже имеется запатентованное фирмой «Микран» решение [1]. Данный протокол маршрутизации позволяет значительно быстрее реагировать на изменения в топологии сети. На данный момент имеются первые рабочие версии. Дальше речь пойдет о принципах разрабатываемого нами транспортного протокола TPM (Transmission Protocol for MANET).

Главной особенностью протокола TPM является организация управления передачей данных на каждом хопе всего маршрута, вдоль которого осуществляется общение между модулями протокола в пункте отправления и пункте назначения. То есть в управлении передачей потока участвуют модули протокола TPM на каждом промежуточном узле (рис. 1).

Из схемы видно, что в передаче данных от процесса в пункте отправления процессу в пункте назначения участвуют модули протокола TPM на каждом узле маршрута. Передающий и принимающий процессы, в пункте отправления и пункте назначения соответственно не знают о посредниках (промежуточных узлах), которые участвуют в доставке данных. То есть данные доставляются в неизменном виде так, как бы это происходило при использовании TCP и сквозной передачи.

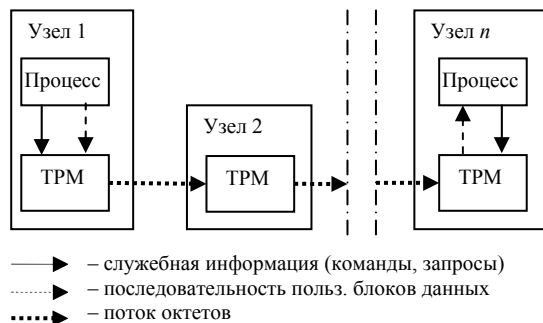


Рис. 1. Схема передачи потока данных с пункта направления в пункт назначения

Для управления передачей данных протокол ТРМ использует обратную связь (ОС). ОС организуется между модулями протокола ТРМ на каждом хопе маршрута следования данных.

Протокол ТРМ обладает механизмами обеспечения надежной доставки данных. Эти механизмы функционируют на каждом промежуточном узле маршрута и используют информацию, которая поступает по обратной связи. Таким образом, подтверждение доставки данных осуществляется на каждом хопе.

Такой подход обеспечивает возможность проталкивания данных в сети: ретрансляция данных осуществляется на том хопе сети, где они были потеряны.

На каждом хопе модуль протокола ТРМ осуществляет регулирование скорости передачи данных: данные в определенном размере передаются через определенные промежутки времени. Конкретные значения параметров передачи вычисляются на основе информации о загрузке соседнего узла, которая поступает от него же по обратной связи.

Модуль протокола на передающей стороне поддерживает такую скорость передачи, при которой загрузка соседнего узла находится на оптимальном уровне, что снижает вероятность возникновения затора на принимающей стороне.

ТРМ представляет ориентированный на соединения протокол. Для обеспечения вышеописанных принципов протокол оперирует двумя типами соединений:

- Соединение между пунктом отправления и пунктом назначения (AAC – Application-to-Application Connection). Данное соединение используется пользовательскими процессами как точка входа (в пункте отправления) и выхода (в пункте назначения) для обмена данными.

- Соединение между передающим и принимающим узлом (PPC – Protocol-to-Protocol Connection). Данное соединение используется для передачи содержимого потока данных, поступающего в AAC, от модуля протокола на передающем узле модулю протокола на принимающем узле.

Через последовательность соединений PPC осуществляется передача данных, которые поступают в соединение AAC (рис. 2).

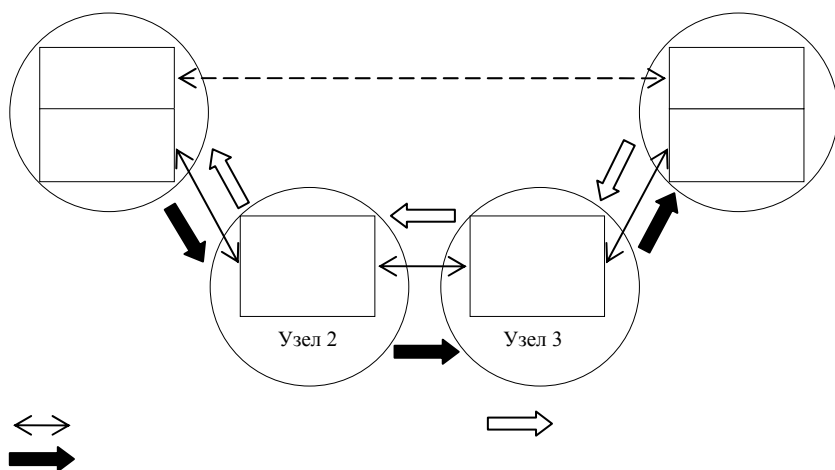


Рис. 2. Схема организации соединений для передачи данных вдоль маршрута

В протоколе используется несколько различных заголовков сообщений. Каждый из них выполняет определенную задачу в передаче данных и для этого содержит минимальный необходимый набор параметров. Это позволяет значительно сократить количество служебной нагрузки во время трансляции.

Заключение. В ходе исследований были выявлены проблемы управления передачей данных в сетях MANET. Были изучены существующие решения и выявлены недостатки их использования. Разработаны основные принципы решения указанных проблем.

Предполагается, что по предложенным принципам будет реализован транспортный протокол TPM в составе стека протоколов MANET, разрабатываемый компанией «Микран». В настоящее время практически завершена разработка спецификации протокола TPM. Ведется разработка архитектуры программной реализации протокола и моделирования протокола в системе NS-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иовлев Д.И. Алгоритм управления скоростью передачи данных в беспроводных ad hoc сетях // Матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 16–18 мая 2012 г. Томск: В-Спектр, 2012: В 5 ч. Ч. 2. 336 с.
2. Иовлев Д.И. Повышение устойчивости передачи данных в сетях MANET / Д.И. Иовлев, В.В. Абрамов // Доклады ТУСУРа. 2012. №2 (26), ч. 1. С. 171–177.
3. Соковых О.В., Скирта Ю.В., Абрамов В.В. Способ маршрутизации для беспроводных мобильных самоорганизующихся сетей передачи данных: пат. 2486703 Российская Федерация. 2013.

МОДЕЛЬ ФАЗОВОГО ШУМА С УЧЕТОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ МАСКИ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТЫ И ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛА

Я.В. Крюков, Д.А. Покаместов, аспиранты каф. ТОР

г. Томск, ТУСУР, yaachik@gmail.com

При разработке любой современной системы связи важной задачей для инженера является обоснованное требование к допустимому уровню мощности фазового шума (ФШ) в приемно-передающем тракте для безошибочного генерирования и достоверной обработки принятого сигнала, что накладывает ограничение на использование того или иного оборудования. Фазовый шум является, пожалуй, важнейшим критерием стабильности генератора и синтезатора. Однако при небольшом различии в характеристике уровня мощности фазового шума цена на устройства может отличаться в несколько раз. В связи с этим важным является компромисс между ценой и качеством конкретного оборудования для разрабатываемой системы.

Распространенным методом исследования параметров систем связи является симуляционное моделирование, например в платформе «Matlab». Для достоверной оценки влияния фазового шума на систему необходима модель фазового шума [1], позволявшая учитывать спектральную маску плотности фазового шума, которая предоставляется производителем. На основании такой модели можно делать вывод о целесообразности использования тех или иных устройств при проектировании тракта.

Системная модель. Синусоидальный сигнал на выходе генератора описывается как

$$S(t) = [S_0(t) + \Delta S(t)]e^{i(\varphi(t) + \Delta\varphi(t))},$$

где $\Delta S(t)$ – амплитудные флуктуации; $\Delta\varphi(t)$ – флуктуации фазы.

Фазовый шум (ФШ) имеет случайную природу возникновения. К таким шумам относятся дробовый шум и фликкер-шум в полупроводниковых элементах. Для количественной оценки ФШ источника используется оценка девиации частоты или фазы в частотной либо временной области. Фундаментальным определением фазового шума является спектральная плотность мощности (СПМ) фазовых флуктуаций S_φ в заданной полосе частот:

$$S_\varphi(f_m) = \frac{[\Delta\varphi_{\text{СК}}^2(f_m)]}{BW},$$

где f_m – частота отстройки от несущей; $\varphi_{\text{СК}}$ – среднееквадратическое значение флуктуации фазы; BW – полоса, которая используется при измерении $\Delta\varphi_{\text{СК}}$.

Чаше всего используют другое определение характеристики фазового шума – спектральную плотность мощности фазового шума (СПМ ФШ) в одиночной боковой полосе $L(f_m)$, которая связана с $S_\varphi(f_m)$ с помощью простой аппроксимации [2]

$$L(f_m) = \frac{1}{2} S_\varphi(f_m).$$

Модель должна генерировать фазовый шум с параметрами, соответствующими спектральной маске интересующего нас устройства. Нами предлагается модель формирования фазового шума, структура которой представлена на рис. 1.

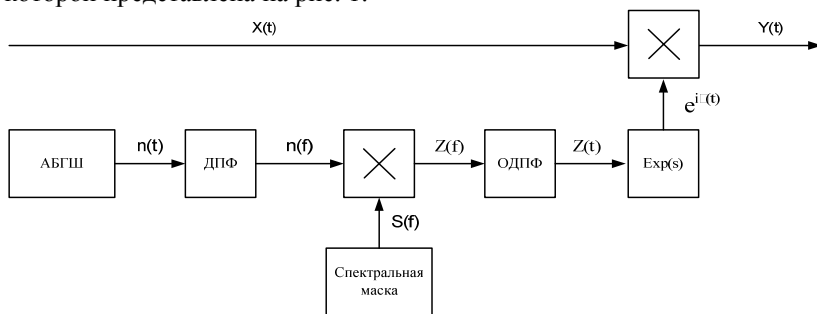


Рис. 1. Структурная схема модели фазового шума

Модель реализуется в пакете «Matlab» и основывается на преобразовании в частотной области сгенерированного АБГШ и преобразовании его в мультипликативную помеху. Преобразование происходит путем наложения на спектр АБГШ спектральной маски фазового шума устройства, тем самым генерируемый фазовый шум этого устройства эквивалентен сгенерированному фазовому шуму модели. На рис. 2

изображены СПМ ФШ в одиночной боковой полосе для существующего синтезатора ADF4360-7 (рис. 2, *а*) и его представление в модели (рис. 2, *б*).

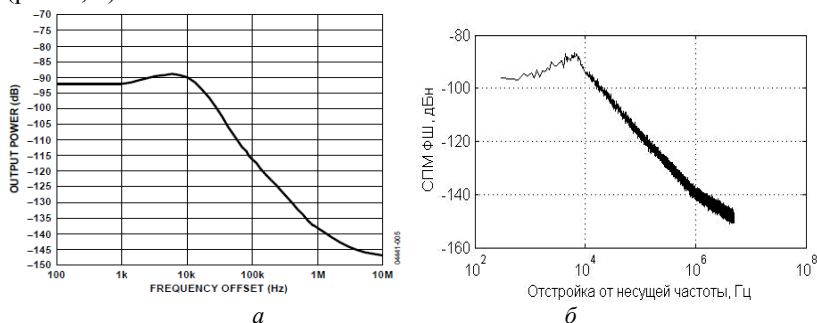


Рис. 2. СПМ ФШ в одиночной боковой полосе:
а – синтезатор ADF4360-7; *б* – модель синтезатора ADF4360-7

На рис. 3 изображен спектр синусоиды в полосе 16 МГц на выходе канала с фазовым шумом.

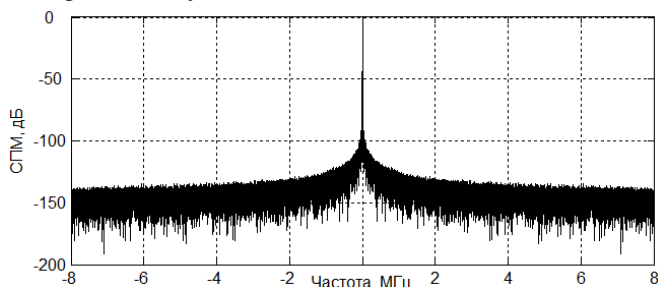


Рис. 3. Спектр синусоиды в полосе 16 МГц

Закключение. Разработана системная модель фазового шума, учитывающая спектральную маску плотности фазового шума реального синтезатора или генератора частоты. Такая модель позволяет моделировать фазовые искажения в приеме-передающем тракте разрабатываемой системы связи и определять требования к допустимому уровню фазового шума, на основании которых выдвигать требования к используемому оборудованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добычина Е. М. Фазовые шумы синтезаторов частот // Вестник Московского авиационного института. 2009. Т. 16, №. 3.
2. Бельчиков С. Фазовый шум: как спуститься ниже -120 дБн/Гц на отстройке 10 кГц в диапазоне частот до 14 ГГц, или Борьба за децибелы // Компоненты и технологии. 2009. №. 5.

О ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБАХ СИНХРОНИЗАЦИИ ОКНА БПФ ДЕМОДУЛЯТОРА DVB-T2

А.Ф. Ломакин, доцент каф. ЭиСС, к.г.н.,

Г.А. Стеценко, магистр каф. ЭиСС

г. Владивосток, ДВФУ, stecenko_jobs@mail.ru

Известно [1–3], что при работе передатчиков в синхронной сети DVB-T2 главной угрозой качественного приема телевизионного сигнала являются межсимвольная интерференция и эффекты частотных замираний. Для борьбы с частотными замираниями используется техника разделения по частоте OFDM-символа, которая преобразует частотно-избирательный канал в ряд узкополосных параллельных каналов с гладкими замираниями. Модуляция сигнала при этом осуществляется с помощью обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ), а демодуляция – с помощью прямого преобразования Фурье (БПФ), в связи с чем вводят понятие «Окно БПФ» – период времени для демодуляции OFDM-символа.

Оптимальное размещение окна БПФ относительно одинаковых OFDM-символов спектра получило название стратегии синхронизации. К сожалению, информация о стратегии синхронизации, используемой в приемниках, является закрытой и не раскрывается производителями. Целью настоящего исследования является рассмотрение некоторых известных стратегий синхронизации, используемых в современных приемниках DVB-T2 применительно к задачам планирования одночастотных сетей.

Стратегии синхронизации окна БПФ, используемых производителями тюнеров, отличаются способом выбора пика во временном импульсе полученного сигнала, используемого для синхронизации, и расположением окна БПФ относительно этого пика.

Одна из самых первых стратегий получила название «Синхронизация по мощнейшему сигналу». Ее принцип заключается в том, что окно БПФ синхронизируется по самому мощному сигналу. Так как остальные принятые сигналы могут предшествовать или опережать этот сигнал, центр окна БПФ размещается в центре OFDM-символа сигнала.

Наиболее часто производителями используется стратегия «Первый сигнал выше порогового уровня», когда позиционирование окна БПФ осуществляется относительно первого принятого сигнала выше минимального порогового уровня, и в этом случае окно БПФ размещается в конце OFDM-символа, вызвавшего срабатывание сигнала (рис. 1).

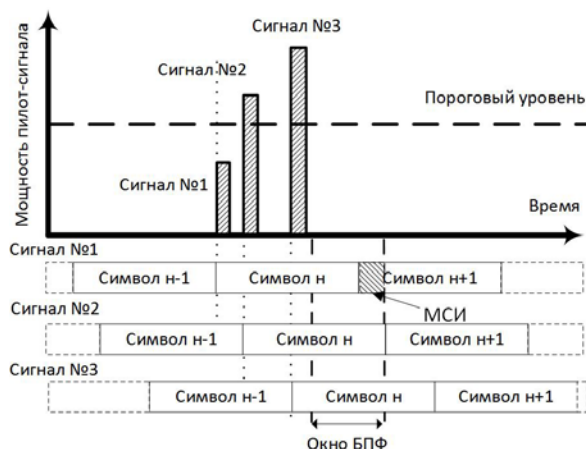


Рис. 1. Стратегия «Первый сигнал выше порогового уровня» (МСИ – зона межсимвольной интерференции)

Выбор уровня порога – отличительная черта этой стратегии синхронизации, который может быть установлен в соответствии с минимальной используемой напряженностью поля DVB-T2 в точке приема, либо задаваемой более жестко – на 6–10 дБ ниже мощнейшего сигнала.

Синхронизация по средней мощности приходящих сигналов происходит, когда за точку отсчета принимается время, рассчитанное по средневзвешенной сумме произведения времени и мощности каждого сигнала, приходящего в данную точку. Центр окна БПФ располагается в рассчитанной точке. Данная стратегия демонстрирует хорошие результаты, когда присутствуют опережающие сигналы и сигналы с большой задержкой с одним уровнем, так как при позиционировании окна БПФ учитывается не один сигнал, а вся импульсная характеристика канала связи [1].

Квазиоптимальная стратегия основывается на стратегии порогового уровня, но с добавлением требования «Оптимальное отношение несущая/интерференция (C/I)». При этом первый сигнал выше порогового уровня принимается за отправную точку расположения окна БПФ. Алгоритм направлен на поиск такого расположения окна БПФ, при котором возможна корректная демодуляция сигнала.

Перечисленные стратегии ориентированы на быстрое нахождение хорошего положения окна БПФ, однако наилучшим выбором является такое позиционирование, при котором эффективное отношение C/I достигает максимального уровня. Данная стратегия редко применяется ввиду сложности реализации и называется «Максимум C/I». Отноше-

ние C/I , также известное как отношение несущей к помехе, – это отношение между средней мощностью полученного полезного символа и средним значением мощности соседнего символа от принятых других сигналов. Поиск такого положения окна БПФ представляет собой непростую задачу и требует сложных вычислений.

В задачах планирования одночастотных сетей DVB-T2 важным условием является отсутствие внутрисетевой интерференции. При этом, выбор стратегии синхронизации окна БПФ в модели приемника приобретает решающее значение, поскольку влияет на процент охвата населения в зоне обслуживания [1, 4]. Исследования показали, что различия в проценте охвата населения цифровым сигналом при различных стратегиях синхронизации могут достигать 20% (таблица).

**Процент охвата территории цифровым сигналом
для различных алгоритмов синхронизации приемника**

Стратегия БПФ окна	Фиксированный наружный прием		Портативный прием в помещении	
	Диапазон 3	Диапазон 4	Диапазон 3	Диапазон 4
Мощнейший сигнал	85,8	86,1	78,0	70,7
Первый сигнал выше порогового значения	97,1	95,3	83,8	74,2
Средневзвешенное	77,8	77,7	63,7	59,9

Таким образом, алгоритмы синхронизации окна БПФ, их программная и аппаратная реализация в приемниках DVB-T2 определяют его устойчивость к возникновению внутрисетевых помех и тем самым сильно влияют на качество их работы. При планировании одночастотных сетей DVB-T2 выбор стратегии синхронизации имеет решающее значение для охвата сети, а ее лучшим вариантом является размещение окна БПФ в начала первого сигнала выше определенного порогового уровня.

ЛИТЕРАТУРА

1. OFDM – impact on coverage of inter-symbol interference and FFT window positioning. Roland Brugger IRT, David Hemingway BBC.
2. Драганов В. М., Маковеенко Д.А. Оценка выигрыша сетевого усиления в синхронной сети // Праці УНДІРТ. 2007. № 2–3. С. 74–78.
3. Frequency and network planning aspects of DVB-T2, Geneva November 2013.
4. Технический отчет EBU BPN 066 «Guide on SFN Frequency Planning and Network Implementation with regard to T-DAB and DVB-T», 2005.

ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ

А.М. Мукашев

Научный руководитель А.В. Пуговкин, профессор каф. ТОР

г. Томск, ТУСУР, ali_2475@mail.ru

Проект ГПО ТОР-1202 – «Инфокоммуникационные технологии интеллектуальных зданий»

Для достоверного учета потребляемой тепловой энергии с помощью уравнения Ньютона–Рихмана (1) нахождение коэффициента теплоотдачи является одной из проблем, подлежащих решению.

$$P = G_{\text{ист}} \cdot (T_{\text{ист}} - T_1), \quad (1)$$

где P – тепловая мощность, отдаваемая источником; $G_{\text{ист}}$ – коэффициент теплоотдачи отопительного прибора; $T_{\text{ист}}$ – средняя температура поверхности отопительного прибора; T_1 – температура воздуха в помещении.

Разность между температурой поверхности отопительного прибора и воздуха в помещении $(T_{\text{ист}} - T_1)$ обозначим как температурный напор.

Коэффициент теплоотдачи обычно находится из справочной литературы или путем измерения в специализированных лабораториях. Нами разработан метод [1] нахождения коэффициента теплоотдачи, учитывающий индивидуальные особенности отдельных эксплуатируемых приборов. Суть его заключается в следующем: в динамическом режиме (например, прекращение подачи тепловой энергии) из нестационарного уравнения теплового баланса получим:

$$G_{\text{ист}} = \frac{dT_{\text{ист}}}{dt \cdot (T_{\text{ист}} - T_1)} \cdot C, \quad (2)$$

где C – теплоемкость отопительного прибора; $\frac{dT_{\text{ист}}}{dt}$ – скорость изменения температуры

В выражении (2) скорость изменения температуры измеряется экспериментально в зависимости от времени.

На рис. 1 приведена экспериментальная кривая, полученная в реальных условиях.

Можем заметить, что данная кривая наряду с детерминированной составляющей имеет флуктуационную составляющую. Это связано с тем, что температурные датчики обладают погрешностью измерения и подвержены влиянию помех.

Целью данной работы является устранение флуктуационной составляющей для более точного анализа экспериментальных данных.

Один из методов решения данной проблемы – операция сглаживания с помощью временных окон (например, прямоугольное окно).

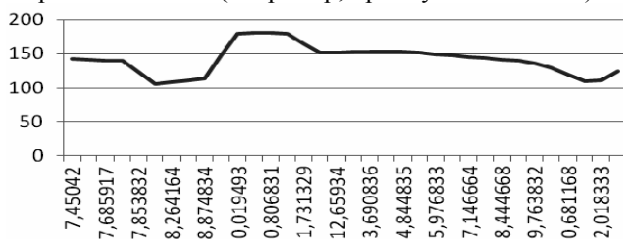


Рис. 1. Зависимость $G_{ист}$ радиатора от температурного напора

Одним из недостатков метода временных окон является то, что уменьшается диапазон измерения за счет искажений в начале и конце участка. Кроме того, для детального описания тепловых процессов, происходящих в отопительном приборе (таких, как конвекция, теплообмен, инфракрасное излучение), нам необходимо произвести разложение в степенной ряд данной функции. Это связано с тем, что составляющая теплообмена не зависит от разности температур, конвективная составляющая пропорциональна второй степени этой разности, а инфракрасная составляющая пропорциональна четвертой степени этой разности. С помощью метода временных окон данную операцию произвести нельзя. Поэтому для решения поставленной задачи выбираем метод полиномиальной аппроксимации.

Суть метода заключается в том, что полученную нами экспериментальную кривую мы представляем в виде многочлена. Коэффициенты многочлена мы находим по известным значениям функции в отдельных точках.

Дальнейшее рассмотрение проведем для алюминиевого радиатора (рис. 2). Для более точного описания процессов происходящих в батарее проведем аппроксимацию до четвертой степени. Следовательно, нам необходимо взять пять экспериментальных точек:

$$A_0(t_0=3,7; \quad g_0=3,4), \quad A_1(t_1=4,7; \quad g_1=6,2), \quad A_2(t_2=7; \quad g_2=8,1),$$

$$A_3(t_3=12; \quad g_3=11,1), \quad A_4(t_4=25,4; \quad g_4=13).$$

Составляем систему алгебраических уравнений:

$$g_0 = a_0 + a_1 \cdot t_0 + a_2 \cdot t_0^2 + a_3 \cdot t_0^3 + a_4 \cdot t_0^4,$$

$$g_1 = a_0 + a_1 \cdot t_1 + a_2 \cdot t_1^2 + a_3 \cdot t_1^3 + a_4 \cdot t_1^4,$$

$$g_2 = a_0 + a_1 \cdot t_2 + a_2 \cdot t_2^2 + a_3 \cdot t_2^3 + a_4 \cdot t_2^4,$$

$$g_3 = a_0 + a_1 \cdot t_3 + a_2 \cdot t_3^2 + a_3 \cdot t_3^3 + a_4 \cdot t_3^4,$$

$$g_4 = a_0 + a_1 \cdot t_4 + a_2 \cdot t_4^2 + a_3 \cdot t_4^3 + a_4 \cdot t_4^4.$$

Подставляем наши данные и решаем систему алгебраических уравнений. В результате получаем значения искоемых нами коэффициентов полинома:

$$a_0 = -30,96; \quad a_1 = 16,7; \quad a_2 = -2,534; \quad a_3 = 0,159; \quad a_4 = -3,23 \cdot 10^{-3}.$$

Полученный полином содержит значительную линейную составляющую (a_1) и малые значения составляющих высших порядков (a_2 , a_3 и a_4). Эти коэффициенты говорят о том, что основную долю в передаче тепла алюминиевого радиатора воздуху играет теплообмен. Также подтверждается немаловажная роль конвекции в этом процессе. Очень маленькая доля коэффициента a_4 говорит о том, что инфракрасное излучение все-таки есть, но его доля настолько мала, что его в принципе можно не учитывать.

Запишем уравнение аппроксимирующей прямой с помощью найденных коэффициентов:

$$G(t) = -30,96 + 16,7 \cdot t - 2,534 \cdot t^2 + 0,159 \cdot t^3 - 3,23 \cdot 10^{-3} t^4.$$

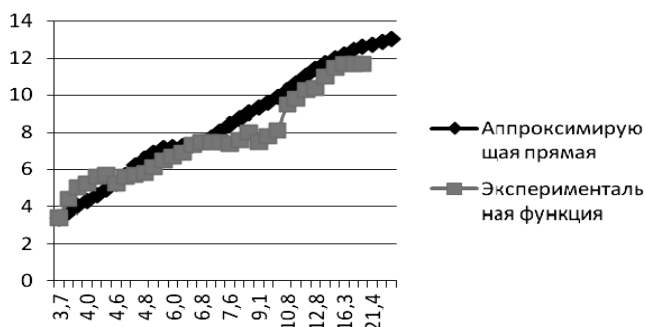


Рис. 2. Зависимости $G_{\text{ист}}$ алюминиевого радиатора от температурного напора

Из рис. 2 видно, что аппроксимирующая кривая хорошо согласуется с экспериментальной. При этом флуктуации устраняются.

Метод полиномиальной аппроксимации позволяет не только разложить функцию в степенной ряд и найти коэффициенты, но и достаточно точно устранить погрешности, возникаемые при эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пуговкин А.В. Автоматизация мониторинга и управления теплоснабжением зданий и помещений / А.В. Пуговкин, Н.И. Муслимова, С.В. Купреков. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники.
2. Вычислительная физика / Д.В. Кирьянов, Е.Н. Кирьянова. М.: Полибук Мультимедиа, 2000.

РЕГИСТРАЦИЯ OFDMA-СИГНАЛОВ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРЕАМБУЛОЙ

Д.А. Покаместов, Я.В. Крюков, аспиранты каф. ТОР

г. Томск, ТУСУР, dmal@sibmail.com

Современные системы связи LTE и WiMAX построены на основе технологии OFDMA (множественный доступ с ортогональным частотным разделением каналов). Для синхронизации и обнаружения момента начала кадра этими стандартами предусмотрено использование в начале каждого кадра известной преамбулы. Задача обнаружения кадра сводится к нахождению пика взаимно корреляционной функции (ВКФ) между известным опорным сигналом и поступающим с базовой станции сигналом во временной форме. В стандарте 802.16d (фиксированный WiMAX) применяется периодическая преамбула [1], это позволяет уменьшить размер окна вычисления ВКФ и оценить сдвиг частоты в многолучевом канале [2]. ВКФ определяется через соотношение

$$r_i = \sum_j P_j^* \times S_{i+j}, \quad (1)$$

где i – сдвиг последовательностей относительно друг друга, P_j^* – комплексно-сопряженная преамбула WiMAX, S_{i+j} – последовательно сдвинутый сигнал с базовой станции. При этом для работы системы необходимо количество умножителей, равное длине опорного сигнала и окна вычисления корреляции.

Существует другой подход к вычислению ВКФ – использование свойств преобразования Фурье. В определенных задачах этот алгоритм может быть более быстрым, чем метод с последовательными сдвигами, описанный выше. Вычисление ВКФ производится в соответствии с формулой

$$r = \text{ifft}(\text{fft}(P^*) \cdot \text{fft}(S)), \quad (2),$$

где P_j^* – комплексно-сопряженная преамбула WiMAX; S – сигнал с базовой станции; fft – быстрое преобразование Фурье (БПФ); ifft – обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ).

В результате этой операции вычисляется массив отсчетов ВКФ с длиной, равной длине окна. Соответственно шаг выполнения этой операции равен длине окна.

Согласно стандарту 802.16d первый символ преамбулы имеет структуру, изображенную на рис. 1: CP – циклический префикс, T_g – интервал циклического префикса, «64» – базовая последовательность, повторяющаяся 4 раза.



Рис. 1. Первый символ преамбулы WiMAX

При использовании периодической преамбулы можно считать корреляцию, используя окна, кратные длине периода преамбулы (в случае 802,16d кратные 64). В данной статье рассмотрен случай длины корреляции в 128 отсчетов при длине окна в 64 отсчета (при другой длине периода преамбулы и окна корреляции принцип регистрации сохраняется). При вычислении ВКФ уровень пиков зависит от положения окна корреляции (интервал вычисления ВКФ). На рис. 2 изображены различные положения окна корреляции: P – преамбула в сигнале и опорной последовательности; $R(t)$ – ВКФ; $S(t)$ – сигнал с базовой станции во временной форме. Если положение совпадает с моментом начала символа преамбулы (рис. 2, а), то ВКФ имеет 4 пика одинаковой (максимальной) амплитуды. При сдвиге окна влево относительно начала преамбулы первый пик уменьшается (рис. 2, б), при дальнейшем сдвиге он становится ниже порогового уровня (рис. 2, в). При этом можно заметить, что следующий пик имеет достаточный уровень для преодоления порога и его положение соответствует началу одной из составляющих преамбулы. Таким образом, регистрируя сигнал по первому пику, мы или принимаем верное решение о начале кадра, или ошибаемся на 128 отсчетов.

Для устранения этой неоднозначности мы предлагаем метод, заключающийся в повторном вычислении ВКФ, при этом начало окна корреляции соответствует первому пику. В случае правильного предположения о начале кадра ВКФ сводится к случаю, изображенному на рис. 2, а, в случае неправильного – к случаю, изображенному на рис. 2, д. В обоих вариантах получаются пики одинакового уровня мощности, по которым принимается решение о правильности предположения (4 пика – верное решение, 3 – ошиблись на 128 отсчетов).

Данный алгоритм обнаружения сигналов реализован на ПЛИС регистратора сигналов WiMAX. Использовалось БПФ, сгенерированное с помощью пакета «MegaWizard Plug-In Manager» Quartus II, с архитектурой Stream. Сигнал на выходе каждого Фурье-преобразователя имеет задержку в 300 отсчетов с входным сигналом. Для однократного вычисления ВКФ необходимо два преобразования (БПФ и ОБПФ), что соответствует 600 отсчетам. Для устранения неоднозначности операция вычисления ВКФ повторяется, поэтому в системе используется буфер длительностью 1200 отсчетов. После устранения неоднозначно-

сти информация из буфера записывается в память вместе с остальными отсчетами кадра.

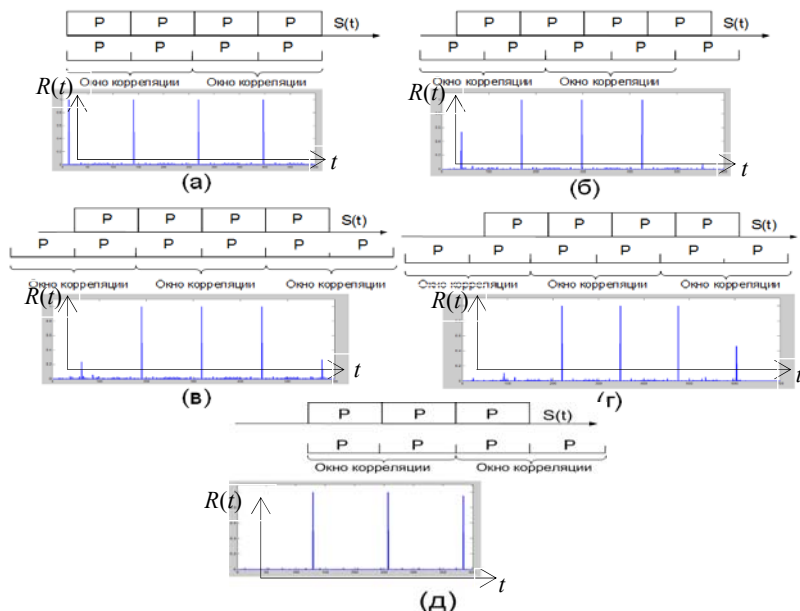


Рис. 2. ВКФ сигнала с преамбулой в зависимости от положения окна корреляции

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Standard for local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access System // IEEE Std 802.16-2004 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf> (дата обращения: 02.03.2014).
2. Майков Д.Ю., Демидов А.Я., Каратаева Н.А., Ворошилин Е.П. Оценка сдвига частоты для процедуры Initial Ranging в системе «Мобильный WiMax» // Доклады ТУСУРа. 2011. №2(24), ч. 1. С. 59–64.

ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ АНАЛОГОВОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПОЛНОДУПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

*А.С. Колдомов, студент, Е.В. Рогожников, аспирант каф. ТОР
г. Томск, ТУСУР, udzhon@mail.ru*

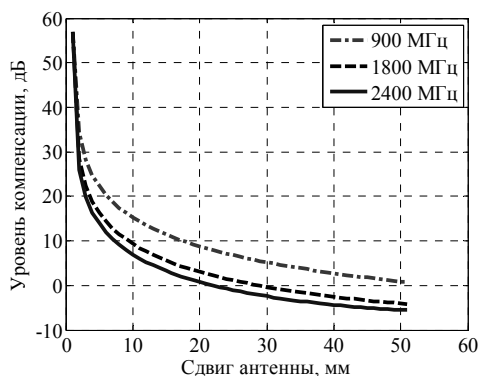
Для того чтобы полнодуплексная связь [1] стала реализуемой, необходимо в каждом приеме-передающем пункте производить компенсацию собственного передаваемого сигнала в приемном тракте, при-

чем необходимо производить компенсацию как в аналоговом, так и в цифровом виде.

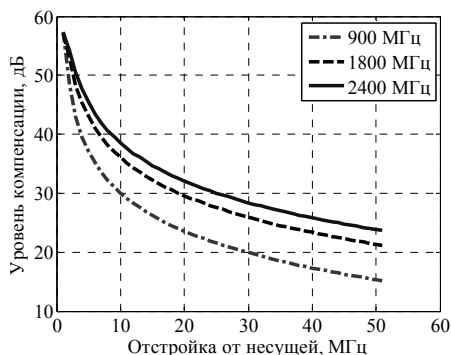
Основная идея аналоговой компенсации заключается в том, что в приемный тракт каждого приемопередающего пункта полнодуплексной системы связи вводится компенсирующий сигнал, причем компенсирующий сигнал должен полностью повторять «паразитный сигнал», но при этом быть в противофазе.

Аналоговая компенсация теоретически может полностью исключить сигнал собственного передатчика в приемном тракте и обеспечить развязку между антеннами порядка 100 дБ. Однако это недостижимо на практике. Для случая аналоговой компенсации с использованием третьей антенны [2] к таким факторам можно отнести положение передающих антенн относительно приемной, ширину полосы сигнала, а также разницу ослабления сигналов передающих антенн за счет разности расстояний между передающими антеннами и приемной. Рассмотрим зависимость степени компенсации от расстояния между передающими антеннами при неизменной частоте. Полученные зависимости приведены на рис. 1.

Рис. 1. Зависимость аналоговой компенсации сигнала в приемном тракте от расстояния между передающими антеннами для частоты: 900, 1800, 2400 МГц



Как видно из рис. 1, наибольшее влияние на степень компенсации оказывает изменение расстояния между передающими антеннами на частоте 2400 МГц, поскольку на данной частоте длина волны будет минимальной, по сравнению с остальными рассматриваемыми частотами (900 и 1800 МГц). Еще одним немаловажным фактором, влияющим на уровень компенсации, является ширина полосы сигнала. С увеличением ширины полосы сигнала по мере удаления от несущей частоты степень компенсации будет снижаться, поскольку данным частотам соответствуют уже другие длины волн, соответственно должно быть другое расстояние между антеннами. Полученные при моделировании зависимости уровня компенсации от частотной

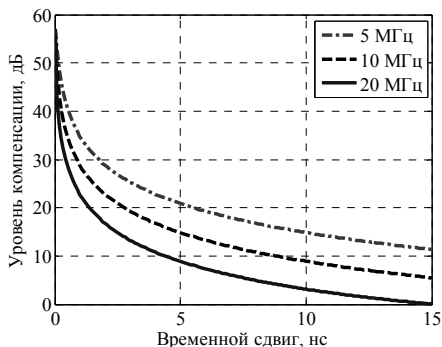


отстройки при фиксированном расстоянии между передающими антеннами приведены на рис. 2.

Рис. 2. Зависимость степени компенсации сигнала передатчика в приемном тракте от ширины полосы передаваемого сигнала, для частот: 900, 1800, 2400 МГц

По мере удаления от несущей частоты степень компенсации снижается, при этом влияние «широкополосности» уменьшается, с увеличением несущей частоты (с 900 до 2400 МГц). Это связано с тем, что отстройка на 10 МГц, при несущей частоте 100 МГц, приводит к изменению длины волны на 10%, при этом на несущей 1 ГГц отстройка в 10 МГц приводит к изменению длины волны только на 1%, что гораздо меньше влияет на степень компенсации.

Наиболее эффективный способ аналоговой компенсации с использованием 2-канального цифроаналогового преобразователя [3], также имеет несколько факторов, влияющих на уровень компенсации. К таким факторам можно отнести неточность настройки перестраиваемого аттенуатора и перестраиваемой линии задержки. На рис. 3



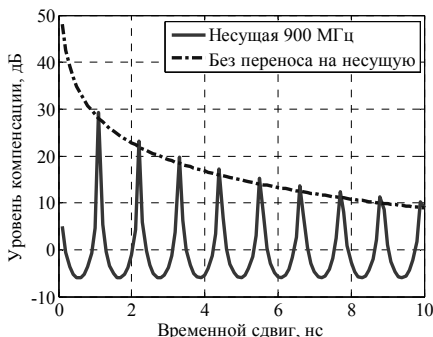
приведена зависимость уровня компенсации сигнала собственного передатчика в приемном тракте от ошибки временной синхронизации от 0 до 15 нс.

Рис. 3. Зависимость уровня компенсации сигнала собственного передатчика в приемном тракте от ошибки временной синхронизации от 0 до 15 нс

При моделировании использовался OFDM-сигнал с полосой от 10 и 50 МГц, частота дискретизации 1 ГГц. Зависимости, приведенные на рис. 3, получены для сигналов полосой 5, 10 и 20 МГц без переноса на несущую частоту. Как видно из рис. 3, уровень компенсации падает с увеличением задержки между сигналами. Однако в реальной системе сигнал компенсации и «паразитный сигнал» суммируются уже после

переноса на несущую частоту. Зависимость уровня компенсации сигнала собственного передатчика в приемном тракте от ошибки временной синхронизации, для сигнала полосой 10 МГц на несущей 900 МГц приведена на рис. 4.

Рис. 4. Зависимость уровня компенсации сигнала собственного передатчика в приемном тракте от ошибки временной синхронизации для сигнала полосой 10 МГц без переноса на несущую частоту и на несущей 900 МГц



После переноса сигнала на несущую частоту (к примеру, 900 МГц) уровень компенсации начинает изменяться периодически, причем период изменения уровня компенсации равен периоду несущей. Это накладывает жесткие ограничения на работу системы временной синхронизации, поскольку ошибка в 1 нс, при переносе сигнала на 900 МГц может привести к уменьшению уровня компенсации на 30 дБ и более.

Закключение. Методы аналоговой компенсации обладают рядом недостатков, поскольку на их работу оказывает влияние такие факторы как расположение антенн, несущая частота сигнала, ширина полосы сигнала, задержка распространения сигнала и др. Произведено моделирование рассмотренных методов аналоговой компенсации, получены зависимости влияния параметров системы на уровень компенсации. В условиях многолучевого канала распространения радиоволн, методы аналоговой компенсации не могут полностью устранить влияние «паразитного сигнала» на «полезный сигнал». Для полной компенсации сигнала собственного передатчика в приемном тракте необходимо использовать цифровые методы компенсации, уровень которой должен достигать 30–40 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рогожников Е.В., Гельцер А.А. Способ повышения скорости передачи данных в системе беспроводной связи // Матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2013», 15–17 мая 2013 г., г. Томск. Томск, 2013. Ч. 2. С. 99–102.
2. Jain M. et al. Practical, real-time, full duplex wireless // Proceedings of the 17th annual international conference on Mobile computing and networking. ACM. 2011. С. 301–312.
3. Duarte M., Dick C., Sabharwal A. Experiment-driven characterization of full-duplex wireless systems // Wireless Communications, IEEE Transactions on. 2012. Т. 11, №. 12. Р. 4296–4307.

СЕКЦИЯ 10

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Председатель секции – Катаев М.Ю., профессор каф. АСУ, д.т.н.,
зам. председателя – Суханов А.Я., доцент каф. АСУ, к.т.н.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЕВРАЗТЕХНИКА»

М.А. Ашиток

г. Томск, ТУСУР, thenn@mail.ru

Материально-техническое обеспечение как компонент процесса производства во многом определяет качество как самого процесса, так и продукции в целом. Оно включает в себя: определение потребности в материально-технических ресурсах, поиск и покупку ресурсов, организацию доставки, хранения и выдачи потребителям. Снабжение материально-техническими ресурсами должно быть своевременным, комплексным и требовать минимальных затрат. Выполняет эту работу отдел планирования и учета снабжения.

При рассмотрении особенностей материально-технического обеспечения потребностей крупных предприятий на базе ООО «ЕвразТехника» выяснилось, что, несмотря на то, что большая часть промышленных предприятий имеют непрерывный цикл производства, а следовательно, потребность в услуге снабжения также непрерывна, управление процессом формирования потребностей в материалах и оборудовании по статьям расходов и направлениям деятельности в соответствии с выделенным бюджетом (лимитом) централизовано, а следовательно, не может оперативно реагировать на появление новых запросов в момент их поступления.

На больших предприятиях потребности в некоторых ресурсах для разных подразделений могут совпадать, однако, несмотря на существующую на предприятии автоматизацию, каждая заявка отрабатывается по отдельности, не в комплексе, что увеличивает трудоемкость процесса снабжения.

Кроме того, каждая заявка на крупном предприятии должна пройти контроль службы экономической безопасности, согласование с техническими специалистами и подтверждение бухгалтерией предпри-

ятия, в связи с этим срок поставки материально-технического обеспечения возрастает.

Разработка и реализация автоматизации управления потоками потребностей подразделений ООО «ЕвразТехника» позволит быстро реагировать на создание новых заявок на потребность в материально-техническом обеспечении, обеспечит большую прозрачность действий подразделений по согласованию, акцептованию, резервированию необходимых товаров или услуг, а также лучше контролировать деятельность отдельных подразделений.

Цель автоматизации:

- а) повышение общей эффективности процессов снабжения;
- б) повышение прозрачности бизнес-процессов дирекции по коммерческим вопросам.

Бизнес-сценарий процесса управления потоками потребностей состоит из следующих основных этапов:

а) Установка и контроль лимитов на заявки (лимитов на потребность ТМЦ).

б) Определение потребности и создание заявок на ТМЦ.

в) Резервирование потребности под конкретные заявки на складах, в том числе резервирование потребности свободными остатками на центральных складах.

г) Передача оставшейся после резервирования свободными остатками потребности ТМЦ на закупку у внешних контрагентов.

д) Проведение конкурсного отбора контрагентов (реализовано в SAP SRM).

е) Формирование приложений к договору на закупку ТМЦ у внешних контрагентов на основании результатов конкурсного отбора.

ж) Резервирование поступающих на склады ТМЦ на основании заявок.

з) Отпуск ТМЦ со складов на основании резервирования.

В настоящий момент на предприятии существует система автоматизации электронного документооборота, однако она не предусматривает проработку по каждой заявке, следовательно, необходимо создание новой подсистемы.

Необходимо автоматизировать следующие функции:

а) установление лимитов на материально-техническое обеспечение в соответствии с выделенным бюджетом;

б) поступление заявок на материально-техническое обеспечение;

в) согласование заявок, поступивших за период времени, техническими специалистами и службой экономической безопасности;

г) акцептование согласованных заявок бухгалтерией;

д) резервирование товарно-материальных ценностей по складам;

е) оформление с поставщиком договора на поставку товарно-материальных ценностей.

Подсистема разработана в системе 1С: Предприятие 8, так как она обладает необходимым функционалом, хорошо знакома пользователям, не требует больших материальных затрат на разработку.

ОБУЧЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ БИОНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В.Ю. Белоусов, студент каф. АСУ, А.Я. Суханов, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, sawyerkar@gmail.com

Имитационное моделирование, проводимое с помощью компьютерных систем, позволяет перенести полученные знания на реальные объекты, что позволяет уменьшить затраты на их дальнейшее осуществление и является важным при реализации робототехнических систем. Также в настоящее время методы искусственного интеллекта и их имитация используются в компьютерных играх и виртуальной реальности, когда часто необходимо имитировать поведение некоторого «разумного» игрока или объекта. В нашей работе рассматривается гипотетическая задача, в которой объекты управляются с помощью нейронной сети, оптимальность управления достигается за счет самообучения и обмена опытом с использованием механизмов эволюции, данные механизмы развиты в бионических методах в виде генетических алгоритмов.

Генетические алгоритмы применяются при разработке программного обеспечения, в системах искусственного интеллекта, оптимизации, искусственных нейронных сетях и других отраслях [1–2].

Для решения задачи разрабатываем программу, в которой есть объекты и частицы пищи в некоторой среде. Объекты могут двигаться в пространстве и менять скорость. Если объект находится достаточно близко к частице пищи, то она считается съеденной и исчезает, в тот же момент в случайном месте среды появляется новая частица пищи.

Алгоритм поведения объектов будем конструировать в виде нейронной сети. Для моделирования конкурентной среды можно воспользоваться генетическим алгоритмом и проводить турниры: всем существам присваивается нейронная сеть определенной конфигурации («мозг») и через некоторый промежуток времени фиксируется количество съеденных частиц пищи. Выигрывают те нейронные сети, под управлением которых агенты смогли собрать больше пищи – на их основе формируется новая популяция нейронных сетей, и т.д.

Рассмотрим эти этапы более подробно.

Создание новой популяции. На этом шаге создается начальная популяция, которая, вполне возможно, окажется не кошерной, однако велика вероятность, что алгоритм эту проблему исправит. Главное, чтобы они соответствовали «формату» и были «приспособлены к размножению».

Размножение. Для получения потомка требуется два родителя. Главное, чтобы потомок (ребенок) мог унаследовать у родителей их черты.

Мутации. Мутации схожи с размножением, из мутантов выбирают некое количество особей и изменяют их в соответствии с заранее определенными операциями.

Отбор. Мы начинаем выбирать из популяции долю тех, кто «пойдет дальше». При этом долю «выживших» после нашего отбора мы определяем заранее руками, указывая в виде параметра. Остальные особи должны погибнуть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И.Д. Рудинского. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.

2. Хайкин Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр.: пер. с англ. М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

С.С. Касаткин, студент каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор, д.т.н.

С развитием технологий и повышением общесоциального уровня постоянно повышаются требования к безопасности и осведомленности групп и отдельных лиц, поэтому задача мониторинга нашла свое применение в различных сферах деятельности человека. Существенную роль в решении задачи мониторинга играют системы видеонаблюдения. В настоящее время они широко используются в банках, музеях, на дорогах, в системах коммерческой, военной, общественной безопасности и других областях. Помимо типовых функций – вывода видеоизображения на монитор, многопоточного наблюдения и записи на жесткий диск – в настоящее время системы мониторинга дополняются модулями интеллектуального обнаружения и сопровождения цели.

Целью данной работы является создание аппаратно-программного комплекса (АПК), с помощью которого можно исключить фоновую

составляющую изображения, определить контур движущегося объекта, получить и оценить его параметры.

Для решения поставленных задач предлагается использовать многоэтапный алгоритм выделения, сопровождения, оценки параметров и классификации объекта. Алгоритм должен быть ориентирован на работу в реальном времени.

Аппаратная часть комплекса представлена неподвижно зафиксированной видеокамерой.

Программная часть комплекса состоит из двух больших модулей:

- модуль выделения объекта;
- модуль получения и оценки параметров выделенного объекта.

Существует много алгоритмов выделения движущихся объектов, но, в принципе, почти все состоят из процедур, которые представлены на рис. 1. Самыми главными являются предобработка, обнаружение движения и постобработка.

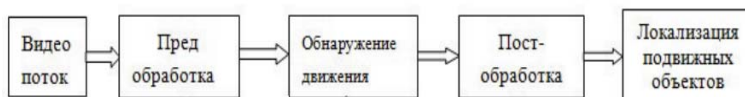


Рис. 1. Схема обнаружения подвижных объектов

1. Предобработка

Основной задачей на этапе предобработки растровых данных является подготовка изображений к обнаружению на них движущихся объектов. Поэтому предобработка должна сводиться к выделению на изображении тех его элементов, которые предположительно принадлежат движущимся объектам.

Самым первым шагом на этапе предобработки растровых данных часто является уменьшение размера кадра. Выполнение данной операции на самом начальном этапе дает два важных преимущества: сокращение объема информации и ослабление аддитивного и импульсного шумов на входных данных. Иначе этот шаг можно назвать переходом к усредненным значениям пикселей, поскольку значения яркости исходного пикселя заменяются усредненными значениями яркости данного пикселя и его соседей.

Следующим шагом является перевод видеоряда в полутоновое изображение – серый мир.

2. Обнаружение движения

Вычисление межкадровой разности является распространенным методом первичного обнаружения движения, после выполнения которого можно определить, присутствует ли в потоке кадров какое-либо движение. Алгоритм вычисления межкадровой разности выглядит сле-

дующим образом: на вход алгоритма поступают два видеокадра, следующих друг за другом $E_t(x, y)$ и $E_{t-1}(x, y)$, представляющих собой RGB-структуру, которая переводится в цветовую структуру Iuv. Производится вычисление попиксельных межкадровых разностей по следующей схеме:

$$d_t(x, y) = I_t(x, y) - I_{t-1}(x, y).$$

Разность сравнивается с заданным порогом T . В результате сравнения формируется двоичная маска:

$$M_t(x, y) = \{0, d_t(x, y) < T\} \text{ или } \{1, d_t(x, y) < T\},$$

где $M_t(x, y)$ – значение t -го элемента маски, T – порог сравнения, иногда называемый также уровнем чувствительности. Самый простой вариант определения T связывают с диапазоном $[0-255]$ изменения величины $I(x, y)$ и более сложный с гистограммой распределения изображения.

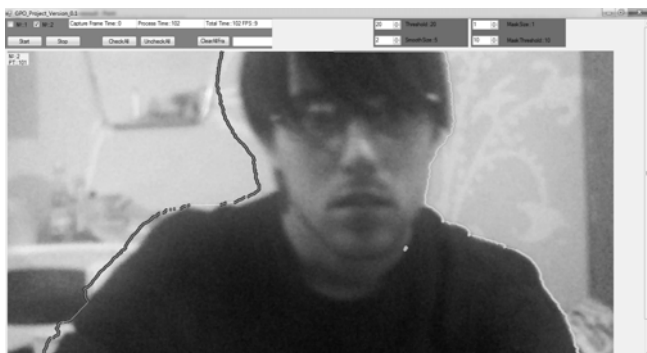


Рис. 2. Результат работы программы выделения движения (слева – темные и справа – белые точки относительно фигуры человека)

Предлагаемый выше подход реализован с помощью библиотеки компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV (от английского Open Source Computer Vision Library). Кратко, средствами библиотеки OpenCV, алгоритм выделения движения может быть представлен в следующем виде:

1) Взятие 2 последовательных кадров и преобразование их в Grayscale с помощью функций `QueryFrame()` и `Convert<Gray, byte>()`.

2) Вычисление разницы кадров с помощью функций `Im2.Sub(Im1).AddWeighted(Im1.Sub(Im2), 5, 5, 0)`, где `Im1` – первый кадр; `Im2` – второй кадр; `SmoothSize` – изменяемый параметр.

3) Сглаживание изображения с помощью функции `Sub(new Gray(100)).SmoothMedian(SmoothSize)`.

4) Выделение связанных между собой точек – контура, характеризующего движение.

На основе предложенного алгоритма и программного обеспечения можно создать многофункциональную систему, способную обнаруживать объекты на последовательности кадров (в видеопотоке) и отслеживать выделенные объекты как внутри помещения, так и на открытом пространстве.

На основе численных экспериментов отмечено, что почти во всех изображениях присутствуют тени объектов, которые мешают правильному выделению контура движения самого объекта. Дальнейшая работа будет связана с решением задачи удаления тени. Кроме того, будет продолжаться работа над модулем получения и оценки параметров – предполагается написать программу, позволяющую получать и анализировать параметры бега/походки человека и сравнивать полученные характеристики.

ОБРАБОТКА МЕДИАПОТОКОВ В СРЕДЕ MEDIA FOUNDATION

*А.А. Ханефт, студент каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, a.khaneft@mail.ru*

В настоящее время основным элементом комплекса безопасности является система видеонаблюдения. В качестве оборудования для наблюдения за охраняемой территорией используют IP-камеры, которые относятся к категории веб-камер, но имеют ряд преимуществ над ними:

- передача потока с высоким сжатием с помощью методов MPEG-4 или H.264;
- одновременная передача аудио- и видеопотока по сети;
- возможность передачи видеопотока с требуемой частотой.

Для передачи данных IP-камеры используют прикладной протокол Real-Time Transport Protocol (RTP). Он хорошо подходит для передачи аудио- и видеопотоков. В своём заголовочном пакете протокол RTP переносит данные, необходимые для восстановления аудио- и видеопотоков, а также данные о типе кодирования. Также передаются временная метка и номер пакета. Эти параметры позволяют определить порядок и момент декодирования каждого пакета. За синхронизацию, обратную связь и качество обслуживания между медиапотокami отвечает протокол Real-time Transport Control Protocol. Для управления медиапотокami используется протокол Real Time Streaming Protocol с возможностью передачи команд «старт», «запись», «стоп» и т.д.

Основная задача заключается в получении видеопотока по вышеописанным протоколам и его представление в нужном формате для пользователя. Для конвертации видеопотока из одного формата в другой можно использовать технологию DirectShow либо Media Foundation (MF). В настоящий момент технология DirectShow считается устаревшей, так как не обеспечивает достаточную защиту видеопотока, приложения, написанные с использованием этой технологии, трудно масштабируемы.

Для решения поставленной задачи будет использоваться технология MF. Архитектура MF подразделяется на слой управления, слой ядра и слой платформы (рис. 1). Слой ядра включает большую часть функциональности MF. Он является мультимедийным конвейером, состоящим из Media Source (источник мультимедиа данных), Media Sink (приёмник обработанных данных) и Media Foundation Transforms (MFT).

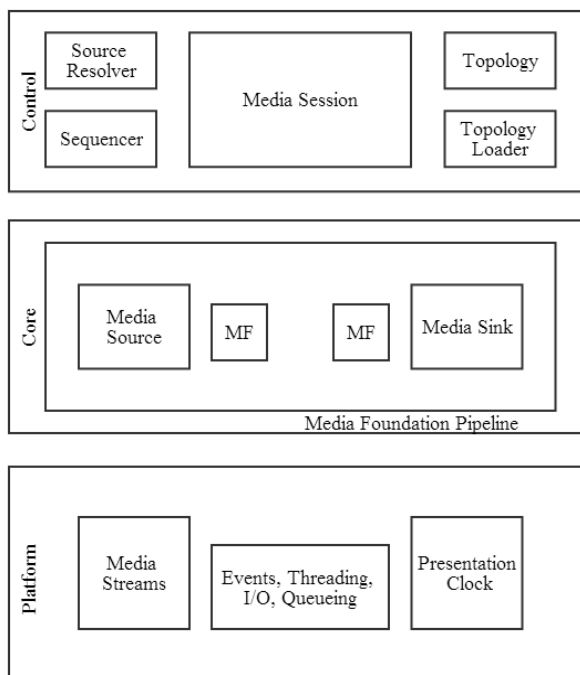


Рис. 1. Архитектура Media Foundation

MFT, получив данные от Media Source, делает промежуточную обработку и отдает Media Sink. Он может состоять из нескольких об-

рабатывающих фильтров, а может быть и пустым. Набор фильтров, идущих последовательно, образует мультимедийный конвейер.

Главным достоинством MF является встроенные аудио- и видео-кодеки. Благодаря этому программист не должен заботиться о конвертации данных из одного формата в другой. Будет достаточно построить топологию, указав Media Source и Media Sink. В случае если формат выхода Media Source и формат входа Media Sink не будут совпадать, то между ними будет добавлен один или несколько MFT для конвертации в нужный формат, в противном случае возникнет ошибка при построении топологии. Ниже представлен пример простой топологии MF (рис. 2).

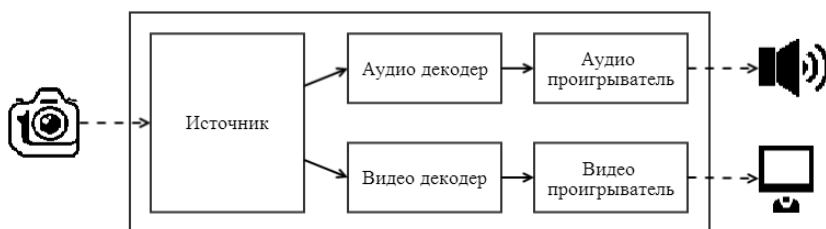


Рис. 2. Топология Media Foundation

В настоящий момент не существует бесплатных источников для работы RTSP. Полученный компонент-источник для MMF может быть использован в различных сферах, в частности в системах видеонаблюдения.

ЛИТЕРАТУРА

1. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Application [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc3550>, свободный (дата обращения: 02.03.2014).
2. Real Time Streaming Protocol (RTSP) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc2326>, свободный (дата обращения: 02.03.2014).
3. Migrating from DirectShow to Media Foundation [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa468614.aspx#comparing_media_foundation_with_directshow_nzmp, свободный (дата обращения: 03.03.2014).
4. Polinger A. Developing Microsoft Media Foundation Applications. Microsoft Press, 2011. 386 p.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

А.И. Харитонов, студент каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ФСУ, lexa.punisher@mail.ru

Установка систем мониторинга и видеонаблюдения в общественном транспорте – это важное и актуальное направление в настоящее время. Хулиганство и терроризм вынуждают человека задуматься о безопасности себя и своих близких в транспорте. Создание комплексной системы безопасности для транспорта является одной из приоритетных задач для компаний, занимающихся системами безопасности.

Цель работы: разработать программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий контроль пассажиропотока в автотранспорте.

Решаемые задачи:

1. Изучение предметной области.
2. Поиск и изучение программ аналогов.
3. Разработка алгоритма определения числа входящих / выходящих пассажиров из автотранспорта.
4. Контроль за движением пассажиров внутри транспортного средства.
5. Написание программы и ее тестирование на модельных и реальных примерах.

Для выбора лучшего положения камеры были проанализированы следующие ее состояния (рис. 1):

1. Наблюдение за входом.
2. Наблюдение за салоном.
3. Съемка сверху входящих /выходящих пассажиров.

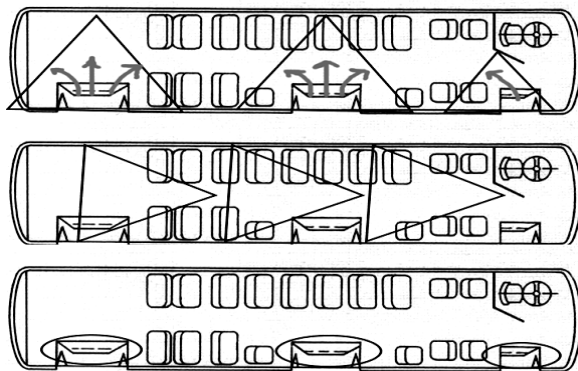


Рис. 1. Местоположение камер

Структура системы представлена на рис. 2.

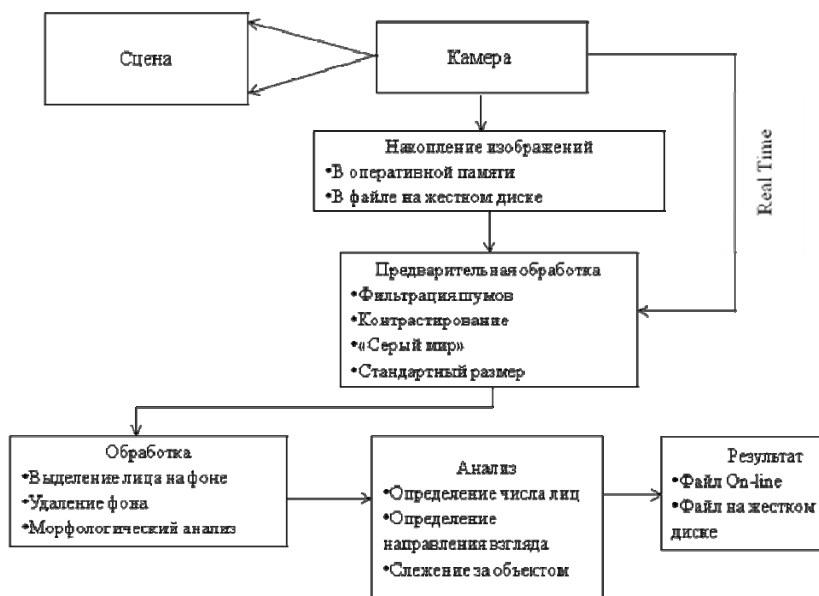


Рис. 2. Структура системы

Работу системы можно разложить на следующие составляющие:

1. Выделение переднего плана.
2. Предобработка изображения.
3. Выделение движущихся областей.
4. Слежение за движущимися областями.
5. Выделение областей кожи.
6. Обнаружение лиц на участках кожи.

Программа написана в среде Visual Studio 2010 на языке C++.

Для работы с видеопотоком была использована библиотека OpenCV.

Результаты проделанной работы:

1. Разработан программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий контроль пассажиропотока в автотранспорте.
2. Разработан алгоритм определения числа входящих/выходящих пассажиров из автотранспорта.
3. Проведено тестирование системы на модельных и реальных примерах.

СИСТЕМА ЛАЗЕРНОГО НАВЕДЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ

А.Е. Косова, магистрант каф. АСУ

Научный руководитель А.И. Попков, доцент каф. ТОИ фИнф ТГУ,

к.ф.-м.н.

г. Томск, ТУСУР, kosova_ae@mail.ru

В настоящее время часто возникают задачи, когда нужно отслеживать появление на определённой территории объектов, которых там быть не должно. А затем принимать меры, чтобы такие объекты не могли несанкционированно получить доступ к определённой информации или принести иной вред. Особенно это становится актуально в связи с развитием робототехники, разведывательных и военных БПЛА [1]. Существуют различные разработки, позволяющие выполнять поиск и отслеживание объектов, способных потенциально нести угрозу. К примеру, может использоваться радиолокационная система охраны периметра и территории [2, 3] для обнаружения и наблюдения за разного рода движущимися объектами, оповещения охраны.

В данной работе задачи поиска, отслеживания, установления координат и возможности предотвращения дальнейших возможных нежелательных действий со стороны появившегося объекта предлагается решить, используя компьютерное зрение, которое позволит определить, какие необходимо выполнить действия по отношению к нежелательному объекту автоматически, без дополнительного участия человека.

Цель и постановка задачи. Целью работы является создание управляющей системы, позволяющей применять компьютерное зрение для обнаружения и слежения за новыми объектами, появляющимися и движущимися в видеокадрах, для того, чтобы в дальнейшем идентифицировать объекты, принадлежащие определённому классу, например уничтожать.

Данная работа посвящена реализации модели управления лазерной установкой с помощью компьютерного зрения. Необходимо выполнить проектирование и реализацию аппаратной и программной частей так, чтобы это позволило направлять лазерную установку в направлении инородного (которого ранее не было на заданном фоне) объекта.

Аппаратная часть. Выбранная аппаратная часть системы лазерного наведения состоит из:

1) лазерной установки (включающей в себя лазерную указку), которая может вращаться вокруг вертикальной оси, а также вверх и вниз;

2) одноплатного компьютера ODROID-X – для вычислений, технические характеристики представлены в [4];

3) веб-камеры Logitech C310 – для поиска объектов. Разрешение – 1280×720, максимальная частота кадров – 30 к/с, подключение через USB 2.0.

Программная часть. Все вычисления производятся на одноплатном компьютере ODROID-X под управлением операционной системы Linux alarm 3.6.8-1-ARCH для архитектуры процессора ARMV71.

По программной части реализованы:

1) драйверы для видеокамеры;

2) программное обеспечение для лазерной установки – для задания углов и скорости поворота;

3) алгоритмы и программное обеспечение для поиска инородных объектов, которых ранее на заданном фоне не было, распознавания «пятна» и координат от лазерной указки. Реализуются на языке программирования C++ с использованием библиотеки компьютерного зрения OpenCV[5];

4) управляющий алгоритм, выбирающий направление поворота лазерной установки в зависимости от координат объекта и «пятна» лазерной указки в кадре.

Программа работает таким образом – сначала предлагается установить камеру, выбрав фон, нажать на установленную на ODROID-X кнопку. Далее происходит «запоминание» текущего фона в течение заданного количества кадров. Затем выполняется работа с каждым кадром – поиск на наличие новых объектов. Если такой объект найден и известны заранее его размеры (заданы программно), то в зависимости от взаимного расположения камеры и лазерной установки выбираются соответствующие углы поворота установки. Для объектов неизвестного размера необходимый угол поворота (вверх-вниз) рассчитывается исходя из найденных в предыдущем кадре объекта и «пятна» указки, для точного наведения.

Результаты. В настоящее время успешно реализована модель управления лазерной установкой с помощью компьютерного зрения. Объект может быть обнаружен любой, если он не одного цвета и текстуры с фоном, и в движении не сливается с ним. Некоторые примеры работы приведены на рис. 1, где a – ожидание перед запоминанием фона; b – поиск объекта в кадре через 1 пиксель по высоте и ширине; c – поиск проходом каждого пикселя.

В дальнейшем планируется на основе найденных областей классифицировать движущиеся объекты и подсвечивать, например, только принадлежащие определённым классам.

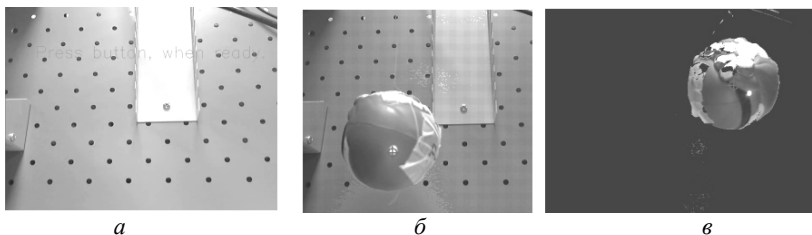


Рис. 1. Примеры работы системы поиска и модели управления лазерной установкой

ЛИТЕРАТУРА

1. Веб-сайт «Википедия». Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Беспилотный_летательный_аппарат (дата обращения: 2.02.2014).
2. Веб-сайт «DeTect Inc.» // Режим доступа: <http://www.detect-inc.ru/security> (Дата обращения: 2.02.2014).
3. Веб-сайт «DeTect Inc.» // Режим доступа: <http://adsbradar.ru/nastoyashchee-i-budushchee-opoznavaniya> (дата обращения: 2.02.2014).
4. Веб-сайт ODDROID Platform Developer. Режим доступа: http://www.hardkernel.com/renewal_2011/products/prdt_info.php?g_code=G133999328931 (дата обращения: 2.03.2013).
5. Gary Bradski, Adrian Kaehler. Learning OpenCV.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕМ

А.А. Мытник

*Научный руководитель Л.В. Горчаков, д.ф.м.-н., профессор
г. Томск, Томский государственный педагогический университет
MytnikAA@gmail.com*

Быстрый рост объема поступающей информации, необходимой для успешного функционирования современного вуза, вызывает соответствующий рост числа вспомогательного персонала, занятого в основном на этапе сбора информации, ее доставки и обработки. Это вызывает изменения в инфраструктуре вуза, влияет на структуру затрат, в том числе и на удорожание подготовки специалистов в высшей школе. В результате проведения многочисленных реформ в российской системе образования заметно возросли объем информации, циркулирующей в учебных подразделениях, и требования к ее обработке [1]. Организация качественного учебного процесса на основе современных моделей обучения требует детального и глубокого анализа информа-

ции о каждом студенте, что также ведет к значительному увеличению потока обрабатываемых данных.

Цель настоящей работы заключалась в разработке комплексной модели поведения учебного подразделения для совершенствования программного пакета E-Decanat. Разработаны основные компоненты бизнес-модели деятельности деканата: дерево и модели бизнес-процессов, стратегические цели и показатели, организационная структура, системная архитектура. Практика эксплуатации созданной информационной системы E-Decanat показала, что разработка и внедрение комплексной бизнес-модели значительно повышают эффективность работы и менеджмента учебного подразделения, обеспечивают устойчивое организационное и технологическое развитие [2–5].

В настоящее время большинство современных программных продуктов, сферой применения которых является обработка данных деканатов, разрабатываются без учета предварительного моделирования программных нагрузок, анализа документационного обеспечения и не имеют в своем наличии подобного функционала. Как правило, данная работа требует множества ручных операций и занимает множество ресурсов. В рамках данной работы проводились сравнение и анализ наиболее часто используемых в области образования программных приложений: «Интеграл», «УИС учебные заведения», «Университет», «GS-ведомости».

На рис. 1 показаны основные классы предметной области, которые реализованы в информационной системе E-Decanat. Факультет осуществляет подготовку выпускников по набору специальностей и направлений (бакалавриат и магистратура). Обучение происходит на потоке, разбитом на группы, занимающиеся по соответствующим учебным планам. На рис. 2 представлена модель основных бизнес-процессов учебного подразделения (деканата). Срок обучения разбит на сессии, в конце которых в соответствии с учебным планом проводятся контрольные мероприятия: экзамены и зачеты. Полученные результаты заносятся в учебные и академические ведомости, по которым в системе автоматически определяются рейтинговые показатели. В течение учебной сессии проводится контрольная точка, результаты которой также заносятся в соответствующую ведомость.

Для достижения поставленной цели реализована программная библиотека, содержащая алгоритмы статистического анализа, и разработана математическая модель обработки потока управленческой информации и т.д. Это позволило разработать программное дополнение к пакету E-Decanat, реализованное в виде библиотеки java-классов. При разработке были использованы IDE NetBeans, MS SQL Express Edition, СУБД MySQL. Предложенное решение является кросс-платформен-

ным и опирается на открытые стандарты свободного программного обеспечения, что заметно расширяет сферу его применения для нужд высшего профессионального образования.



Рис. 1. Основные классы предметной области

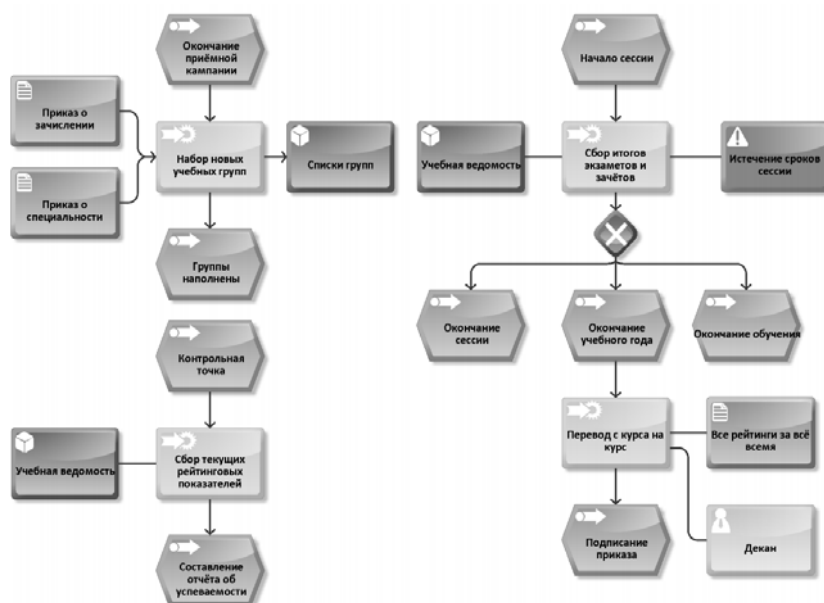


Рис. 2. Модель бизнес-процессов деканата в нотации eEPC

Опыт внедрения и эксплуатации информационной системы показывает, что успешное использование программы для управления учебным процессом на основе компетентностного подхода позволяет увеличить скорость принятия управленческих решений в среднем на 45% для большинства задач подразделения [5].

И в то же время, благодаря эффективному использованию мобильного клиента информационной системы, имеется возможность дополнительно повысить оперативность в принятии управленческих решений. В настоящее время усовершенствованный программный продукт успешно эксплуатируется на ряде факультетов Томского государственного педагогического университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фионова Л.Р., Золотова Т.А. Разработка компонентов информационной системы для управления учебным процессом на основе компетентностного подхода // Информатизация образования и науки. 2011. Т. 12, №4. С. 14–28.
2. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических систем. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 2006. 544 с.
3. Адаманский А.В. Информационная модель управления высшим учебным заведением // Вестник НГУ. 2010. Т. 8, вып. 3. С. 55–65.
4. Клишин А.П., Мытник А.А. Информационная система E-Decanat 2.0 // Матер. Всерос. науч.-метод. конф. «Телематика–2012». СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2012. С. 206–207.
5. Мытник А.А., Клишин А.П. Опыт внедрения информационной системы E-Decanat 2.0 для автоматизации учебным процессом в ТГПУ // Вестник ТГПУ. 2013. Вып. 1 (129). С. 184–187.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

О.А. Подгорная, И.М. Панкрашин, студенты каф. АСУ

Научный руководитель А.Я. Суханов, доцент каф. АСУ,

ст. науч. сотрудник лаборатории лидарных методов

Института оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН

г. Томск, ТУСУР, punk_russian@sibmail.com, lecixa@inbox.ru

Задачи лидарного зондирования и задачи атмосферной оптики часто носят вычислительный характер по обработке сигналов, представленных набором числовых рядов данных. Несмотря на обширность указанных задач, процесс их решения можно декомпозировать на отдельные сравнительно простые блоки, последовательно обрабатывающие поступающие на их входы данные от предыдущих блоков и передающие выходные данные другим блокам. Такой подход разви-

вался в таких системах, как LDAS, MOLSA, RAD [1–3]. Кроме того, например, в системе LDAS интерфейс программы предоставлял пользователю возможности по реализации диаграммы расчетов на основе уже существующих расчетных блоков, давал возможность создавать свои процедуры, сохраняя их в виде отдельных процедурных объектов.

Следует также отметить работу [4], где развивается подход, связанный с созданием распределенной системы по обработке лидарных данных, при этом реализованное приложение позволяет использовать возможности удаленного сервера по обработке лидарных данных, поступающих от удаленных клиентских приложений, располагаемых на лидарных станциях. Отметим, что данная система не позволяет динамически создавать графы обработки данных самим пользователем.

В нашей работе реализуется объединение двух подходов, когда реализованная пользователем процедура обработки на основе предоставляемых вычислительных блоков обрабатывается на удаленном сервере, такой способ обработки обусловлен развитием распределенных кластерных и облачных вычислений, а также необходимостью объединять поступающие данные от различных источников в одном центре обработки и предоставлять эти данные различным пользователям. В настоящее время широко распространяются системы, не только связанные с обработкой лидарных данных, но и распределенные системы получения гиперспектральной спутниковой информации. Требуется валидация результатов, получаемых спутниками, с наземными станциями, использование сопутствующей информации при обращении данных для получения измеряемых параметров.

Таким образом, рассматривая возникающий обширный класс задач, мы придерживаемся той точки зрения, что пользователь должен иметь средство для дополнения, реализации и создания вычислительных диаграмм. При этом часть требуемых им данных может находиться на сервере, часть – предоставляться им самим, также как и алгоритм по обработке данных.

В процессе работы реализована часть системы, связанная с построением вычислительных диаграмм, и модель классов на основе шаблонов проектирования Model-View-Controller, а также серверная часть по реализации вычислений. В процессе реализации использовались следующие технологии:

- JavaScript;
- AJAX;
- HTML5;
- Canvas;
- XML.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев М.Ю. Программная система моделирования лидарного зондирования газового состава атмосферы в УФ-области спектра (MOLSA) / М.Ю. Катаев, И.В. Бойченко // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. Томск : ТУСУР, 2002. С. 54–60.
2. Суханов А.Я. Программный комплекс LDAS для анализа и обработки лидарных данных. Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование. Т. 5: Сб. тр. Второй Междунар. науч.-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». СПб., 2006. С. 186–187.
3. Катаев М.Ю. Программная система моделирования отраженного от поверхности Земли солнечного излучения / М. Ю. Катаев, И. В. Бойченко // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2009. № 1(19), ч. 1.
4. Бойченко И.В. Распределенная информационная система автоматизации обработки данных лидарного зондирования / И.В. Бойченко, М.Ю. Катаев, А.И. Петров // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2007. №2(16). С. 55–61.

ФУРЬЕ- И ВЕЙВЛЕТ-СГЛАЖИВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЛИДАРНЫХ DIAL СИГНАЛОВ

И.С. Сидоренко, студент каф. АСУ

Научный руководитель А.Я. Суханов, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, inmasidor93@yandex.ru

Обработка данных лидарного зондирования является многоаспектной задачей, включающей в себя множество различных алгоритмов и методов. Например, в работах [1–4] рассматриваются подходы по реализации программных систем, декомпозирующих решение прямых и обратных задач лидарного зондирования на отдельные вычислительные блоки, так чтобы программные комплексы по обработке данных лидарного зондирования обеспечивали модифицируемость ПО и добавление новых методов обработки без серьезной модификации имеющегося программного обеспечения. В настоящее время создается распределенная клиент-серверная система с возможностью динамического интерфейсного построения диаграммы вычислений по обработке данных на основе отдельных вычислительных блоков.

Одними из таких блоков являются вычислительный блок для сглаживания сигналов и блок дифференцирования, в частности, востребованные методами решения обратной задачи восстановления концентрации различных газов по данным DIAL-зондирования. Работа посвящена исследованию методов сглаживания для дальнейшей реализации данных блоков.

Задачей сглаживания являются отсчеты (значения) «точного» сигнала, которые зашумлены (искажены) случайным шумом (погрешностью) различной природы. Сглаживание заключается в построении алгоритма сглаживания (вычислительной процедуры), которая позволила бы достигнуть наилучших результатов в удалении шума из исходного (зашумленного) сигнала.

Будем рассматривать частотные алгоритмы фильтрации, в которых обработке подлежат коэффициенты разложения зашумленного сигнала по Фурье-базису и вейвлет-базису. Эти алгоритмы достаточно эффективны с точки зрения удаления шума, не требуют такой априорной информации, которая часто отсутствует на практике. При этом большое внимание уделяется выбору параметров алгоритма, исходя из условия минимума среднеквадратической ошибки фильтрации.

Алгоритмы Фурье-фильтрации находят широкое и успешное применение при обработке гладких сигналов и изображений, в которых высокочастотные составляющие зашумленного сигнала обусловлены только шумами.

При сглаживании сигналов возникает сначала проблема выбора алгоритма, а затем проблема выбора параметров взятого алгоритма, которые бы обеспечили успешную работу.

С позиции анализа произвольных функций в частотной области и точного восстановления этих функций следует отметить недостатки рядов Фурье, которые привели к появлению оконного преобразования Фурье и стимулировали развитие вейвлет-преобразований.

Вейвлет-анализ является успешной альтернативой анализу Фурье, благодаря более гибкой технике обработки сигналов. Важное преимущество перед Фурье-анализом состоит в том, что он позволяет выделить хорошо локализованные изменения сигнала на фоне случайного шума.

Основные недостатки Фурье-анализа: ограниченное применение при спектральном анализе стационарных сигналов и невозможность анализа их особенностей (разрывов, ступенек, пиков и т.д.), так как в частотной области эти особенности «размываются» по всему частотному диапазону спектра; преобразование Фурье не дает представления о локальных свойствах сигнала при быстрых изменениях его спектра во времени, и оно не может анализировать частотные характеристики сигнала в произвольные моменты времени.

В нашей работе рассматривается и реализуется сравнение методов сглаживания и дифференцирования, включая Фурье-сглаживание, а также WaveLet-сглаживание [5–6]. Даются сравнительные оценки и рекомендации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Катаев М.Ю. Программная система моделирования лидарного зондирования газового состава атмосферы в УФ-области спектра (MOLSA) / М.Ю. Катаев, И.В. Бойченко // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. Томск : ТУСУР, 2002. С. 54–60.
2. Суханов А.Я. Программный комплекс LDAS для анализа и обработки лидарных данных // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования, образование: Сб. тр. Второй Междунар. науч.-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». СПб., 2006. Т. 5. С. 186–187.
3. Катаев М.Ю. Программная система моделирования отраженного от поверхности Земли солнечного излучения / М.Ю. Катаев, И.В. Бойченко // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2009. № 1(19), ч. 1.
4. Бойченко И.В. Распределенная информационная система автоматизации обработки данных лидарного зондирования / И.В. Бойченко, М.Ю. Катаев, А.И. Петров // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2007. №2(16). С. 55–61.
5. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения // Успехи физических наук. 1996. Т. 166, № 11. С. 1145–1170.
6. Воскобойников Ю.Е. Фильтрации сигналов и изображений: Фурье- и вейвлет-алгоритмы (с примерами в Mathcad) / Ю.Е. Воскобойников, А.В. Гоцаков, А.Б. Колкер / Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2010. 188 с.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ НА СПУТНИКОВЫХ ФОТОГРАФИЯХ НА ОСНОВЕ ЯРКОСТНЫХ И ТЕКСТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОБРАЖЕНИЯ

В.А. Соловьев, студент каф. АСУ

*Научный руководитель В.Т. Калайда, профессор каф. АСУ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, SoVictor_tomsk@hotmail.com*

В рамках разрабатываемого проекта решается проблема распознавания различных типов облачности на спутниковых фотографиях и последующего определения их скорости и направления движения.

Яркость облаков на изображении может значительно меняться в зависимости от времени суток, однако различие яркости светлых и темных участков облака остаётся почти неизменным, за счёт чего сохраняются его текстурные характеристики.

Для выделения на изображении разных типов облачности применяется кластеризация (кластерный анализ), то есть разбиение множества объектов (пикселей исходного изображения) на группы, называемые кластерами. Каждый кластер составляют «похожие» объекты, а объекты из разных кластеров должны быть максимально различны.

Алгоритм. Переводим очередной RGB-кадр в формат grayscale (градации серого, 8 бит на пиксель).

Для каждого пикселя выделяем окружающую его квадратную область 21×21 пиксель, центром которой он является. Чтобы захватить область вблизи края изображения, проделаем его зеркальными отражениями (рис. 1).

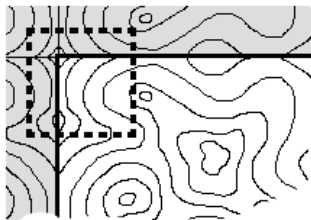


Рис. 1. Выделение окружающей области для близких к краю изображения пикселей

Для каждого пикселя на основе выделенной области изображения строим матрицы смежности. Размер матрицы смежности определяется числом уровней яркости изображения (матрица 256×256 в рассматриваемом случае), а значение j -го элемента i -й строки равно числу переходов от яркости i к яркости j в исходном изображении при обходе в заданном направлении [1] (рис. 2).

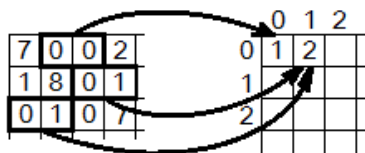


Рис. 2. Пример формирования матрицы смежности для перехода слева направо

При этом для каждого пикселя строится 8 матриц смежности по различным направлениям: переход слева направо, справа налево, сверху вниз, снизу вверх и в обоих направлениях для каждой диагонали.

После того как найдены 8 матриц смежности для пикселя, суммируем их, а полученную при этом новую матрицу $\mathbf{M}$ нормируем относительно максимального значения в ней. На основе полученной матрицы находим текстурные характеристики каждого пикселя:

1. Энергия

$$T_0 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} m_{ij}^2.$$

2. Энтропия

$$T_1 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} m_{ij} \cdot \log_2 m_{ij}.$$

3. Гомогенность

$$T_2 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} \frac{m_{ij}}{1+|i-j|}.$$

4. Контраст

$$T_3 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} m_{ij} \cdot (i-j)^2.$$

5. Среднее по i

$$T_4 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} y \cdot m_{ij}.$$

6. Среднее по j

$$T_5 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} x \cdot m_{ij}.$$

7. Дисперсия по i

$$T_6 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} (i-T_4)^2 \cdot m_{ij}.$$

8. Дисперсия по j

$$T_7 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} (j-T_5)^2 \cdot m_{ij}.$$

9. Ковариация

$$T_8 = \sum_{i=0}^{255} \sum_{j=0}^{255} \frac{(i-T_4) \cdot (j-T_5) m_{ij}}{T_6 \cdot T_7}.$$

Полученные характеристики пикселя будем интерпретировать как новые координаты в многомерном пространстве. Для кластеризации полученного множества точек используем алгоритм DBSCAN [2].

Для быстрого нахождения точек многомерного пространства в окрестности заданной (а значит, имеющих похожие текстурные характеристики) будем использовать структуру R-дерево [3].

После того как исходное изображение разбито на кластеры, для каждого из них определяем тип облачности. Тип облачности позволяет определить, на каком вертикальном уровне находится кластер.

Собрав информацию о последовательности снимков, определяем для каждого вертикального уровня скорость и направление движения облачности.

Для программной реализации алгоритма **используются** язык C++, среда разработки Microsoft Visual Studio 2010 и библиотека OpenCV.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстов // ТИИРЭ. №5. 1979. С. 98–118.
2. Ester M. A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise / M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander, X. Xu // Proceedings of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96). Portland, 1996. P. 226–231.
3. Guttman A. R-trees: A Dynamic Index Structure For Spatial Searching // Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data. 1984. P. 47–57.

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ БЮДЖЕТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ФОНДА СОЦИАЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

М.А. Сурганова, М.О. Денисенко, студент каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, surganchik@mail.ru, hohlushka21_12@mail.ru

*Проект ГПО АСУ-1201 – «Процессный подход
в управлении предприятием»*

Управление любой организацией, в том числе и бюджетной, связано с решением большого количества организационных, экономических, социальных и хозяйственно-финансовых вопросов по целенаправленному воздействию органов управления на коллектив людей с целью организации и координации их деятельности. В настоящее время успешно решать этот комплекс проблем на основе прежних подходов к управлению и организации предприятия становится все сложнее, а учитывая постоянно растущий уровень конкуренции и как следствие увеличивающиеся требования к качеству продукции и конкурентоспособности организации вообще, следует говорить о необходимости скорейшего изменения подходов к управлению и организации производства.

В 80-х годах XX в. на предприятиях всего мира началось внедрение системы управления качеством продукции – TQM (Total Quality Management). К концу 2002 г. количество организаций, имеющих сертификаты систем качества, базирующихся на семействе стандартов ISO 9000, во всем мире составило 510 616 (в США – 37 026, в Японии – 27385, в Китае – 57 783, в России – 1 517). Эта система впервые была построена на принципах альтернативного подхода к управлению организацией – процессного подхода [3].

В последние десятилетия предприятия передовых экономических держав, таких как Япония, США, Германия, Великобритания, Швеция, активно переходят к процессному подходу в управлении. На них внедрена система управления качеством, организация рассматривается как сеть взаимосвязанных процессов, практически реализуются прогрессивные методологии совершенствования бизнес-процессов предприятия, такие как реинжиниринг (BPR), непрерывное улучшение (BPI) и др. За весьма непродолжительный период времени процессный подход зарекомендовал себя как наиболее эффективный в современных экономических условиях [3].

Эффективность работы любой организации в значительной степени определяется эффективностью управления, его соответствием внутренним и внешним условиям деятельности предприятия. Изменение этих условий вызывает изменения подходов к управлению.

В последнее время в организациях России предпринимаются первые попытки перейти к процессному подходу в управлении, но этот процесс идет медленно и крайне сложно. Основной причиной этого, на наш взгляд, являются различные толкования сущности процессного подхода. Такая ситуация обусловлена несколькими причинами. Первая из них состоит в том, что существующая культура менеджмента качества, основанная на процессном подходе, только начинает развиваться. Вторая причина – деятельность консалтинговых компаний, которые рекламируют процессный подход, трактуя его каждая по-своему с целью продажи дорогостоящих программных средств моделирования бизнес-процессов, тем самым внося путаницу при понимании его сути. Третья же причина, на наш взгляд, кроется в недостаточной подготовке менеджеров высшего уровня в области систем менеджмента качества и управления процессами [2].

Фонд социального страхования Российской Федерации (ФСС РФ) – один из государственных внебюджетных фондов, созданный для обеспечения обязательного социального страхования граждан России. Создан 1 января 1991 г. совместным Постановлением Совета Министров РСФСР и Федерации независимых профсоюзов РСФСР № 600/9-3 от 25 декабря 1990 г. [1].

Деятельность фонда регулируется Бюджетным кодексом Российской Федерации и Федеральным законом «Об основах обязательного социального страхования», а также иными законодательными и нормативными актами.

Функции:

- страхование на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством: выплата пособий по временной нетрудоспособности (оплата «больничных»), пособий по беременности и родам, едино-

временных пособий при постановке на учет в ранние сроки беременности, единовременных пособий при рождении, ежемесячных пособий по уходу за ребенком;

- страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- финансовое обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- обеспечение льготных категорий граждан путёвками на санаторно-курортное лечение;
- обеспечение инвалидов техническими средствами реабилитации и протезами;
- оплата родовых сертификатов.

Отчеты в Фонд социального страхования представляется в виде установленной формы 4-ФСС (о начислениях страховых взносов и расходовании средств социального страхования) не позднее 15 числа после окончания отчётного периода (квартала). Уплачивающие добровольно страховые платежи также сдают отчет 4а-ФСС [1].

Сегодня на предприятиях всего мира осуществляется переход от традиционного функционального управления к процессному, поскольку процессный подход к управлению предприятием в полной мере соответствует новой парадигме управления и построен на новых принципах управления: направленность на постоянное улучшение качества конечного продукта и удовлетворение клиента, взаимная ответственность за результат бизнес-процесса между всеми его участниками, эффективная система мотивации работы персонала, снижение значимости и силы действия бюрократического механизма и др. Важно подчеркнуть, что этот переход стал возможен благодаря бурному прогрессу в информационных технологиях и их прикладной адаптации в сфере производства и управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фонд социального страхования Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fss.ru>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
2. Волков О. Стандарты и методологии моделирования бизнес-процессов. Режим доступа: <http://www.connect.ru/article.asp?id=5710>. Загл. с экрана.
3. Григорьев Д. Моделирование бизнес-процессов предприятия. Режим доступа: <http://www.valex.net/articles/process.html>. Загл. с экрана.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И АНАЛИЗА ДАННЫХ ДАТЧИКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОТОКИ КОНЦЕНТРАЦИИ CO_2 И CH_4

Р.С. Сушко, студент каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ФСУ, tolsty_i_rs@sibmail.com

Экстраполяция наблюдаемых трендов глобальных параметров в будущее указывает на возможность существенных изменений параметров биосферы и климата Земли. Оценка темпов, масштабов и причин этих изменений – одна и актуальнейших задач, стоящих перед современной наукой.

Для измерения потоков газов в деревне Плотниково (Томская область) была установлена автоматическая система регистрации потоков метана и углекислого газа. Система состоит из шести камер, микропроцессора, соединительных трубок, разнообразных датчиков, баллонов с калибровочными смесями (рис. 1).



Рис. 1. Схема автоматической системы регистрации потоков метана и углекислого газа из почвы

Создание системы обработки получаемых с датчиков данных и их анализа позволяет существенно облегчить понимание этих данных и прогнозировать изменения в природе в будущем.

Цель работы: разработать программы для хранения, обработки и визуализации данных.

Область применения – программа может быть использована в научных институтах для обработки данных с датчиков регистрации газов.

Исходя из требований, предъявляемых к программе, была произведена объектная декомпозиция, представленная на рис. 2.

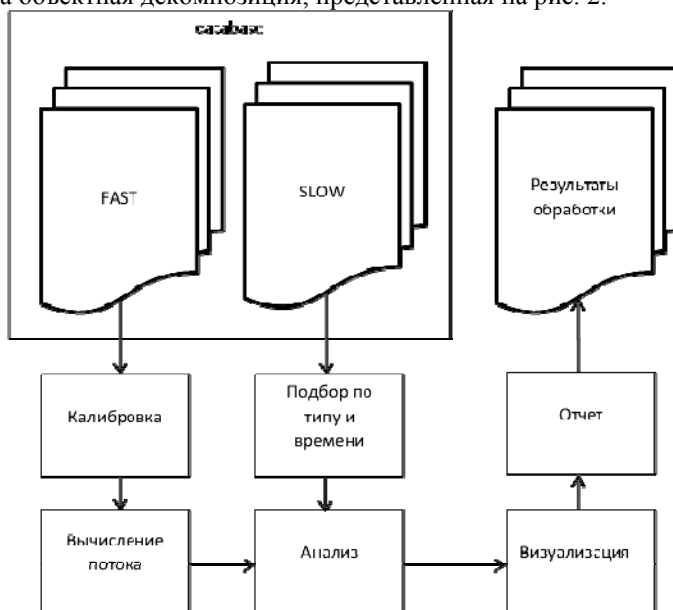


Рис. 2. Объектная декомпозиция

Систему можно разделить на несколько связанных модулей:

Модуль работы с базой данных – отвечает за сохранение, конвертацию, загрузку данных

База данных – база для хранения информации по измерениям.

Модуль работы с данными – отвечает за всю работу с данными: получение данных из внешних источников, получение данных из модуля работы с базой данных, формирование выходных документов, создание доступа к данным математического и графического модуля.

Математический модуль – отвечает за обработку данных, полученных от модуля работы с данными.

Графический модуль – отвечает за отображение данных, полученных от математического или графического модуля.

В результате был разработан комплекс-программа, позволяющая загружать, хранить, обрабатывать и визуализировать данные. Данный комплекс позволяет выполнять следующие функции:

1. Загрузка данных из файлов, полученных с датчиков газов.
2. Хранение и быстрый доступ к данным.
3. Возможность экспорта исходных и обработанных данных.

4. Возможность обработки данных.
5. Расчет потоков концентрации газов.

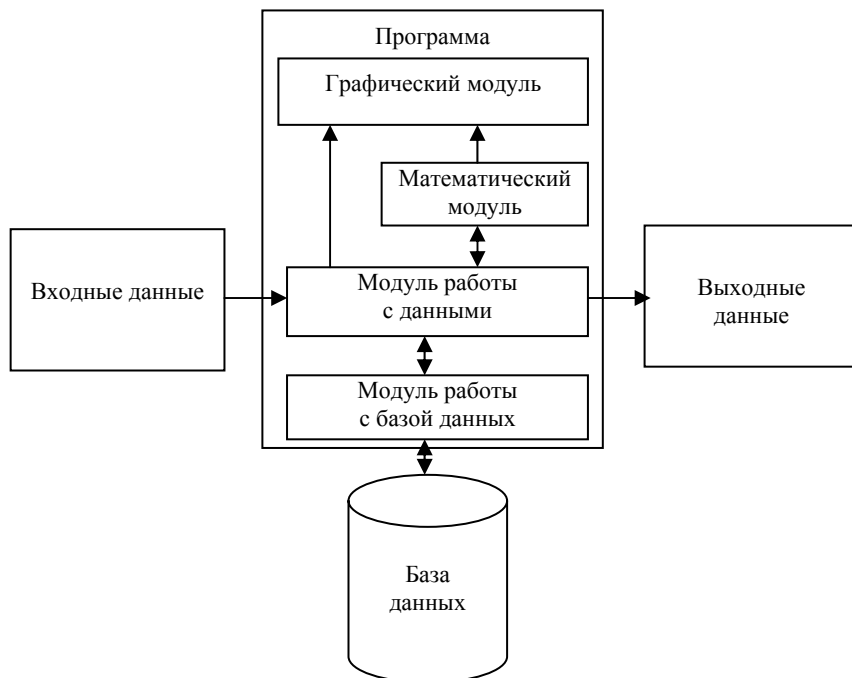


Рис. 3. Архитектура программы

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Д.Н. Тимофеев, А.В. Романов студенты 4-го курса

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР

Проект ГПО АСУ-1104 – «Обработка и анализ сцен на изображении»

В настоящее время существует высокая потребность в системах распознавания образов и в частности системах распознавания лиц, используемых в таких областях, как охранные системы, контроль безопасности дорожного движения, медицина.

В рамках проекта ГПО решается задача построения системы контроля за состоянием (сон, смех, поворот головы от направления на дорогу и др.) водителя автомобиля посредством анализа видеопотока.

Задачу распознавания положения лица осложняет возможность непредсказуемого изменения яркости по причине наличия теней, отбрасываемых кузовом автомобиля, и окружением объектов дорог (дома, деревья и др.).

Основной проблемой является обнаружение положения лица и его элементов, таких как глаза. Поиск первоначальных границ лица осуществляется с помощью анализа отличий яркости двух кадров видеопотока.

В двух соседних либо близких кадрах видеопотока, как правило, существует статичный фон, изменения которого по яркости и цвету либо нет, либо оно незначительно в сравнении с изменением яркости и цветов отдельных элементов кадра. Исходя из этого, можно получить приближенные границы объектов, которые изменяют своё положение.

Поиск приближенных границ выполняется по следующему алгоритму:

Вход: image1 – отдельный кадр, image2 – соседний или близкий кадр кадру image1:

1) разбить image1 и image2 на несколько прямоугольных областей;

2) вычислить модули разностей яркостей соответствующих пикселей в соответствующих областях;

3) вычислить средние найденных модулей разностей для каждой области;

4) определить среднее среди всех результатов, полученных на предыдущем шаге;

5) области, у которых значение, полученное на шаге 3, больше значения, полученного на шаге 4 вывести на экран.

Цвет кожи европеоидов и монголоидов находится в определенных границах. Определить принадлежность цвета пикселя к цвету кожи можно, используя формулу.

$$\left(\frac{G}{R} \leq 0,839 \right) \text{ и } \left(\frac{G-B}{R+G+B} \leq 0,054 \right) \text{ и } \left(\frac{G \cdot B}{(R+G+B)^2} > 0,067 \right) \\ \text{и } \left(\frac{G \cdot B}{(R+G+B)^2} < 0,098 \right) \text{ и } \left(\frac{B}{G} \leq 1,048 \right) \text{ и } \left(\frac{G}{3 \cdot (R+G+B)} \leq 0,108 \right),$$

где R – красная координата цвета, B – голубая компонента цвета, G – зеленая компонента цвета.

Далее строятся вертикальная и горизонтальная гистограммы распределения яркости на изображении. Очевидно, что гистограмма будет соответствовать основным особенностям лица человека. Поиск приближенного положения глаз выполняется с помощью поиска впадин на

гистограмме яркости. По причине особенностей строения головы человека на изображениях лица наблюдается низкая яркость в области глаз. Используя это свойство, на гистограммах яркости выделяются впадины, которые соответствуют положению глаз.

Как правило, гистограммы, построенные по исходным кадрам видеопотока, малоинформативны, так как на изображении существуют шумы и резкие перепады яркости. Подготовка изображения к построению гистограмм заключается в применении сглаживающего фильтра (например, функция Гаусса).



Результатом работы является программа, написанная на MS Visual Studio 2012 C++. Результаты работы программы представлены на рис. 1.

Рис. 1. Результаты работы программы (крестиками выделены особые точки лица – глаза, рот, лоб и шея)

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ МЕДИЦИНСКИМ УЧРЕЖДЕНИЕМ

Е.А. Туркова, А.М. Ооржак, студенты каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, lena.tukova@mail.ru

Проект ГПО АСУ-1201

В настоящее время система управления практически всеми медицинскими учреждениями имеет ярко выраженную функциональную направленность. Есть руководитель, которому подчиняются заместители по направлениям, в подчинении каждого из них находятся подразделения, выполняющие определенные функции. Но этот подход управления является недостаточно эффективным, по следующим причинам:

– рабочие различных подразделений выполняют конкретно свою работу, они не ориентированы на целевые задачи медицинского учреждения;

– в функционально ориентированных структурах чрезмерно усложнен обмен информацией между различными подразделениями, что приводит к большим накладным расходам, неоправданно длительным срокам выработки управленческих решений и как следствие потере клиентов. По подсчетам аналитиков время взаимодействия между подразделениями разделяется следующим образом: 20% – время работы, 80% – передача результатов следующему исполнителю.

В нашем случае рассматривается ОГАУЗ «Городская клиническая больница №3», которая была основана в 1968 г. В настоящее время это крупный научно-практический центр городского здравоохранения, включающий в себя стационар на 415 коек и два поликлинических отделения, обслуживающих около 45 500 прикрепленного населения.

Ежегодно в стенах стационара данного лечебного учреждения получают медицинскую помощь различного профиля более 11 000 пациентов, в отделениях хирургического профиля выполняется около 4 500 оперативных вмешательств. 280 000 посещений пациентов в год приходится на наши поликлинические отделения.

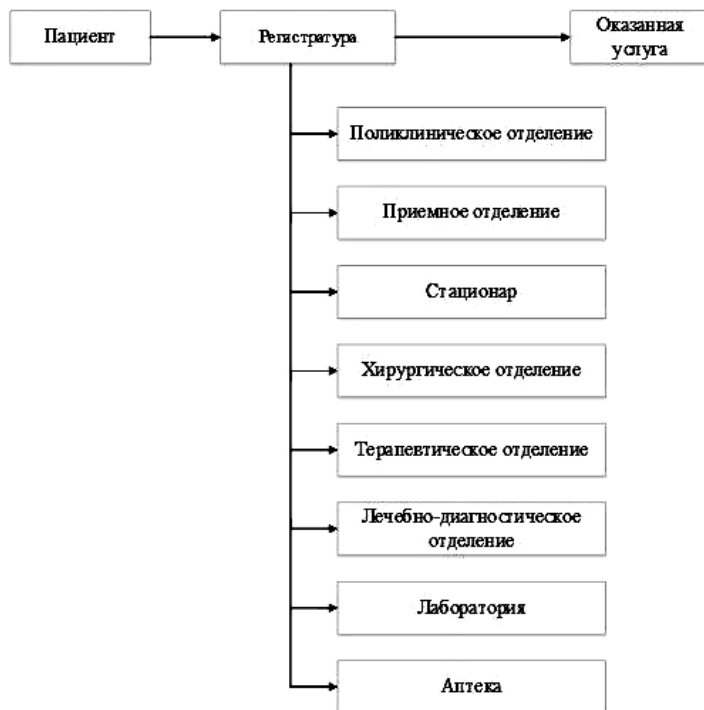


Рис. 1. Общая модель функционирования медицинского учреждения

Бизнес-процессы медицинского учреждения. Бизнес-процесс – это регулярно повторяющаяся последовательность взаимосвязанных мероприятий (операций, процедур, действий), при выполнении которых используются ресурсы внешней среды, создается ценность для потребителя и выдается ему результат (в данном случае это медицинская услуга).

Классификация бизнес-процессов. Различают основные и вспомогательные процессы.

Основными бизнес-процессами являются процессы, ориентированные на производство товара или оказание услуги, являющиеся целевыми объектами создания предприятия и обеспечивающие получение дохода. Так, для медицинского учреждения основным бизнес-процессом является оказание пациенту качественной медицинской помощи (качественных медицинских услуг).

Вспомогательные процессы формируют инфраструктуру организации, в медицинском учреждении – создают условия для выполнения лечебно-диагностического процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОГАУЗ «Городская клиническая больница №3» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gb3.ru/>
2. Медицинская информатика [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://krasgmu.ru/sys/files/ebooks/el_medinfo/2060.html

АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕЛЕТЕКСТА В СТАНДАРТЕ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ DVB-T2

В.В. Вдовченко, студент гр. 439-1, каф. АСУ

*Научный руководитель С.Ю. Золотов, доцент каф. АСУ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. АСУ, vladimir.vdovchenko@gmail.com*

Постановка задачи. Стремительное развитие технологий в области цифрового телевидения предъявляет высокие требования к качеству и функционалу современных приставок. В программном обеспечении еще не было реализовано такой функции, как телетекст. Телетекст представляет новые, скрытые возможности телевидения – это круглосуточный поток информации, доступный всем. Вместе с телевизионной программой передается и журнал телетекста, который можно читать на телевизорах, имеющих специальный декодер или внешнюю приставку декодера. Телетекст представляет собой систему для передачи и отображения текстовой информации на экран.

В данной работе создан алгоритм обработки и отображения телетекста, принимаемого телевизионной цифровой приставкой Elecard iTelec STB 840 [1] в стандартах цифрового телевидения формирования пакетов телетекста DVB-T2 вещания: ETSI EN 300 706 V1.2.1 и ETSI EN 300 468 V1.13.1.

Описание работы алгоритма. Были просмотрены существующие алгоритмы, доступные в свободном доступе, и в них выявлены следующие недостатки:

- 1) непереносимость на платформу приставки Elecard iTelec STB 840;
- 2) жесткая привязанность к графическому выводу информации;
- 3) «нечитаемость кода», трудность в понимании, отсутствие комментариев в исходном коде;
- 4) алгоритмы, сильно требовательные к ресурсам оперативной памяти;
- 5) наличие ошибок в построении «листов» страниц, которые не соответствуют стандарту ETSI EN 300 706 V1.2.1.

В приставке к модулю приемника цифрового вещания поступают данные, и на выходе модуля получаем сформированные друг за другом пакеты согласно стандарту MPEG-2/TS. Здесь каждый пакет равен 188 байт с заголовком пакета в 4 байта (рис. 1) [2].

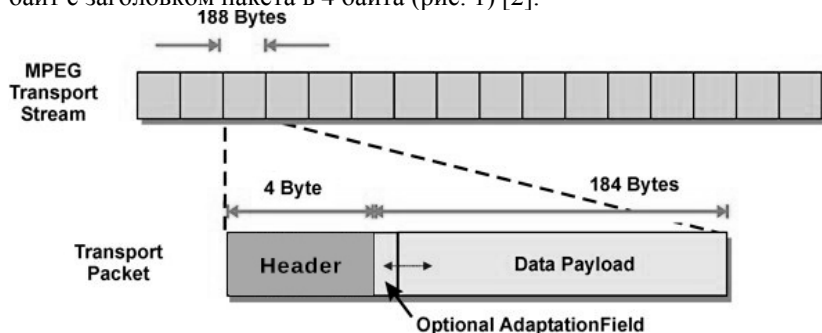


Рис. 1. Транспортный поток MPEG-TS

Необходимо в режиме реального времени обрабатывать и управлять пакетами согласно стандарту ETSI EN 300 468 V1.13.1 [3]:

1. Из транспортного потока вещания выделяется уникальный номер пакета (PID) телетекста от PID, захваченного каналом в отдельный буфер в пользовательском пространстве.
2. Создается управляемый буфер с PID телетекста для возможности по запросу передать модулю сам телетекст.

3. Согласно последнему стандарту запускается модуль графического вывода телетекста на экран, способный запоминать состояние и воспроизводить накопленные страницы.

4. Обрабатываются сигналы управления телетекстом с пульта приставки.

5. Все настройки телетекста запоминаются в прошивке приставки в виде отдельного модуля.

Результаты работы. Успешно внедрен алгоритм управления телетекстом в разработку цифровой приставки Elecard iTelec STB 840. Функционал алгоритма ничем не уступает готовым решениям, встроенным в современные телевизоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Elecard iTelec STB 840 [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <http://www.elecard.com/ru/products/digital-tv-solutions/consumer-devices/stb-840.html>

2. MPEG-2 Transmission [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <http://www.erg.abdn.ac.uk/future-net/digital-video/mpeg2-trans.html>

3. Digital Video Broadcasting (DVB). Specification for Service Information (SI) in DVB systems [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300400_300499/300468/01.13.01_40/en_300468v011301o.pdf

ПРИМЕНЕНИЕ АВАТАР-ОБУЧЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

К.А. Буянова, В.А. Поваляева, А.А. Клюкин, студенты каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н.

*г. Томск, ТУСУР, k-buyanova@mail.ru, vapova93@gmail.com,
ri-zone@mail.ru*

Проект ГПО АСУ-1304 – «Avatar (Аватар)»

В связи с распространением информационных технологий и Интернета, активным внедрением концепции непрерывного образования возрастает потребность в обучении, подтверждении имеющихся знаний, переобучении, повышении квалификации. Наиболее удобной формой получения знаний в данный момент являются электронные ресурсы, т.к. они содержат большое количество информации и являются доступными, независимо от времени и расстояния. Таким образом, в настоящее время сфера электронного образования является весьма перспективной, но мало освоенной. Виртуальное пространство предоставляет широкие возможности как для коллективного образования и разработки совместных проектов, так и для индивидуального или самообразования. Однако недостатками существующих электрон-

ных образовательных систем являются их пассивность, отсутствие обратной связи, анализа полученных результатов, невозможность оценить текущую эффективность обучения и в дальнейшем сформировать компетенции.

Целью проекта является создание виртуального помощника (активного аватара) для ускорения и упрощения образовательного процесса. Использование аватаров (виртуальных персонажей) представляется одним из лучших способов взаимодействия с компьютерными системами, поскольку они предоставляют возможность передавать, кроме прочего, невербальную информацию. Аватар представляет собой интеллектуального помощника, позволяющего обеспечить обратную связь между пользователями и системой обучения, позволяющей контролировать знания и компетенции и формировать индивидуальную траекторию обучения. Разрабатываемый продукт не только поможет пользователю получить необходимые знания, но и предлагает обширный набор функций, связанный с планированием времени и организацией учебного процесса. Аватар сможет грамотно распределить время, задания на временном промежутке по степени трудоемкости, выполнит рутинную работу по составлению шаблонов отчетов, предложит информацию, которая может понадобиться, напомним о сроках.

Разрабатываемая система состоит из двух логически независимых блоков: интерфейс пользователя и серверное приложение. Пользователь взаимодействует с интерфейсом, интерфейс отправляет информацию на сервер, который впоследствии ее обрабатывает, сохраняя в базе данных, и возвращает результат пользователю. На рис. 1. изображена структура проектируемой системы. Данная схема аналогична типовой схеме организации дистанционного обучения, однако туда введен аватар и добавлены блоки: траектория обучения, контроль знаний и компетенций и планировщик времени (time scheduler).

Процесс обучения представляет собой выбор конкретной дисциплины из индивидуального плана. Первичное тестирование выявит у обучающегося наличие знаний, необходимых для изучения данной дисциплины. Если в ходе тестирования обнаружатся ошибки, пользователю будет предложена литература, в которой изложены данные темы. Успешно пройдя тестирование, обучающийся получит доступ к курсу, после чего он будет последовательно проходить структурные единицы дисциплины (лекции, лабораторные или практические работы). Результаты обрабатываются в блоке контроль знаний. По завершении обработки происходит либо возврат к пройденному, но не усвоенному материалу, либо студент переходит к следующей структурной единице дисциплины. Также у студента может возникнуть вопрос или замечание по материалу, эти данные можно отослать как напрямую

преподавателю, так и аватару, который попыбует найти ответ в базе знаний. При отсутствии ответа аватар оставит преподавателю уведомление о наличии вопроса.



Рис. 1. Функциональная структура проекта

Тестирование предполагает структуру вопросов по изученной теме, включающей в себя основные определения, смысловые тематические понятия и примеры (если они присутствуют в данной теме). Все вопросы разбиты по нескольким уровням сложности, учащийся вправе выбирать вопросы определенной сложности, имея в виду, величину итоговой оценки (на уровне простых вопросов невозможно получить высокую оценку). Под анализом понимается блок, который проводит измерение времени на ответы, учет сложности вопросов, повторов и на основе его выводов принимается решение о повторе изучения материала темы или переход к следующей теме.

В итоге после изучения учебного материала в результате работы всех блоков анализа можно рассчитать время ответов на все задания тестов (вопросы, практические задания) по формуле

$$T = \sum_{i=1}^I T_i = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{j_i} T_{ij}, \quad (1)$$

здесь $i = 1, 2, \dots, I$ – число блоков материала (например, лекций); $j = 1, 2, \dots, j_i$ – число тем в каждом элементе блока i ; T_i – суммарное время изучения i -го блока материалов (лекции); T_{ij} – суммарное время изучения j -й темы i -го блока материалов.

В точности по такой же формуле можно подсчитать и суммарную величину правильных ответов Z , полученных в ходе тестирования:

$$Z = \sum_{i=1}^I Z_i = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{ji} Z_{ij}, \quad (2)$$

здесь Z_i – суммарная величина правильных ответов для i -го блока материала и Z_{ij} – суммарная величина правильных ответов для j -го теста i -го блока материала.

Выражения (1) и (2) могут лечь в основу некоторого критерия успеваемости учащегося по данной дисциплине W в виде

$$W = \sum_{i=1}^I W_i = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{ji} (\alpha_i + \beta Z_{ij}),$$

где α , β – некоторые коэффициенты, отражающие важность временных и оценочных показателей (например, может быть вариант $\alpha = \beta = 1$ или $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,7$).

Предлагаемый подход позволит, используя «знаниевый» W и «временной» T критерии, проводить детальный анализ уровня знаний отдельного обучающегося в режиме on-line и своевременно осуществлять корректировку. Это дисциплинирует студентов, заставит их ответственно относиться к этапу тестирования, готовиться к нему. Совместный анализ результатов для целой группы обучающихся даст возможность выявлять недостатки организации курса и своевременно вносить соответствующие изменения.

СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ LANDSAT В РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ

*И.С. Кожевников, С.И. Яковченко,
Н. Куртушин, студенты каф. АСУ*

*Научный руководитель М.Ю. Катаев, д.т.н., профессор
г. Томск, ТУСУР, vapo315@mail.ru*

Проект ГПО АСУ-1306 – «Обработка спутниковых данных»

Программа Landsat – наиболее продолжительный проект по получению спутниковых фотоснимков планеты Земля. Оборудование, установленное на спутниках Landsat, сделало миллиарды снимков. Снимки, полученные в США и на станциях получения данных со спутников по всему миру, являются ресурсом для проведения множества научных исследований в области сельского хозяйства, картографии, геологии, лесоводства, разведки, образования и национальной безопасности. К примеру, Landsat 7 поставляет снимки в 8 спектраль-

ных диапазонах с пространственным разрешением от 15 до 60 метров на точку; периодичность сбора данных для всей планеты изначально составляла 16 суток.

Основные технические характеристики спутников Landsat 1–7

Сенсор	MSS (Landsat 1–5)	TM (Landsat 4–5)	Etm+ (Landsat 7)
Количество спектральных каналов	4 канала	7 каналов	8 каналов
Спектральный диапазон (мкм) и разрешение (м)	0,42–0,52 (30 м) 0,53–0,61 (30 м) 0,63–0,69 (30 м) 0,78–0,90 (30 м)	0,42–0,52 (30 м) 0,53–0,61 (30 м) 0,63–0,69 (30 м) 0,78–0,90 (30 м) 1,55–1,75 (30 м) 10,40–12,50 (60 м) 2,09–2,35 (30 м)	0,42–0,52 (30 м) 0,53–0,61 (30 м) 0,63–0,69 (30 м) 0,78–0,90 (30 м) 1,55–1,75 (30 м) 10,40–12,50 (60 м) 2,09–2,35 (30 м) 0,52–0,90 (15 м)
Размер кадра (км)	185 × 170	170 × 183	170 × 183
Динамический диапазон (бит)	6	7	8
Время повторной съемки	16 дней		
Высота орбиты	705 км		

Данные поставляются в цифровом виде, за исключением некоторых сцен, полученных сенсором MSS и доступных на черно-белой пленке.

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт вплоть до масштаба 1:200 000;
- обновление топографической подосновы для разработки проектов схем территориального планирования субъектов Федерации;
- обоснование перспективных площадей под поисковые работы на нефть и газ, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа, потенциальная оценка их нефтегазоносности;
- поиск и обоснование перспективных площадей под поисковые работы на рудные и нерудные полезные ископаемые;
- мелкомасштабная лесная инвентаризация;
- контроль лесопользования и мониторинг состояния лесов;
- сельскохозяйственное картографирование на уровне регионов, мониторинг состояния посевов, прогнозирование урожайности;
- автоматизированное создание карт растительности, ландшафтов и природопользования;

• мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров, половодий, паводков и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/>
2. [Электронный ресурс]. http://landsat.usgs.gov/documents/LS-IAS-01_Geometric_ATBD.pdf

ОЦЕНКА QOS СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

А.С. Крупский, аспирант

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор, д.т.н.

В статье приводится описание модели для оценки времени работы сервис-ориентированной системы фрактального сжатия изображений на основе беспроводной сети. Проведена оценка QOS для передачи изображений в формате JPEG, BMP, сжатых фрактальным алгоритмом.

Бурное развитие технических и программных компонент, обслуживающих Интернет, сопровождается ростом спроса на все более разнообразные и надежные услуги, заставляет интернет-провайдеров постоянно модернизировать свои сети. Это особенно важным становится в настоящее время, когда по Интернету передаются цифровое телевидение, большие объемы разнородной информации и др. Управление производственными процессами больших предприятий также опирается на локальный Интернет.

Особенностями современных интернет-сетей являются:

- постоянное увеличение числа пользователей;
- передача большого количества разнородной информации, значительная часть которой является мультимедийной;
- необходимость обеспечения передачи информации, близкой к режиму реального времени;
- попытки защиты от несанкционированного доступа.

Все это предъявляет повышенные требования к пропускной способности каналов, к алгоритмам маршрутизации, к поиску оптимальных узлов сети.

Важной частью разработки и поддержания работоспособности реальных сетей является анализ параметров (трафик, вложенность и типы сетей и др.). Однако программные анализаторы не позволяют получать количественные оценки характеристик модернизируемых, разрабатываемых компьютерных сетей. В этих случаях необходимо исполь-

зовать математические и программные средства имитационного моделирования.

В статье представлено описание модели, которая позволяет имитировать и исследовать работу реальной сети с заданными характеристиками.

Модели оценки производительности сетей. К моделям оценки производительности компьютерных сетей относят системы массового обслуживания (СМО), методы анализа стохастических процессов, а также имитационные модели.

Аппарат СМО широко применяется в качестве моделей производительности с целью представления и анализа ресурсов распределенных систем [1–2]. Одним из методов анализа стохастических процессов являются сети Петри [3], которые используются, как правило, при моделировании поведения параллельных распределенных систем.

Методы оптимизации маршрутизации описывают процесс повышения производительности сети путем выявления и внедрения оптимальных моделей распределения нагрузки (трафика) без нарушения/изменения принятой структуры сети. В случаях когда наращение нагрузок или временные колебания трафика вызывают перегрузки каналов связи, эти методы применяются для полного или частичного разрешения проблем производительности сети. Суть оптимизации заключается в изменении маршрутизации в целях лучшей структуризации сетевых ресурсов для обеспечения заданного качества предоставляемых услуг (QoS – Quality of Service).

Другим способом является имитационное моделирование. В условиях стохастической неопределенности, в сложных структурах компьютерной сети, где результат передачи информации зависит от множества случайных событий и аналитические вычисления нереальны, применяется имитационное моделирование.

Имитационные модели представляют собой компьютерную программу, которая последовательно, модельно воспроизводит события, происходящие в реальной системе. Применительно к компьютерным сетям их имитационные модели воспроизводят процессы генерации сообщений на уровне узлов сети, разбиение сообщений на пакеты определенных протоколов, задержки, связанные с обработкой пакетов, процесс получения доступа к компьютеру, процесс обработки поступающих пакетов маршрутизатором и т.д. При имитационном моделировании сети не требуется приобретать дорогостоящее оборудование – его работы имитируются программой, достаточно точно воспроизводящей все основные особенности и параметры такого оборудования. В ходе моделирования использовался симулятор сети ns3.

Предлагаемая модель оценки сети. Пусть имеется множество узлов U с заданным набором атрибутов: $i = 1 \dots N$, $j = 1 \dots M$ – координаты узла сети на линейной и прямоугольной сетке, M , N – пространственное число узлов координатной сетки по обоим координатам, V – объем передаваемой узлом в сеть информации в момент времени t , t – момент времени, в секундах, измеряемый от начала суток, соответствующий данному состоянию узла (занят, свободен, частично занят), Z – связность узла, которая несет не только характеристику того, какие узлы связаны между собой, но и как они связаны. Примером такой модели сети может быть вариант, показанный на рис. 1, где цифрами обозначен номер узла.

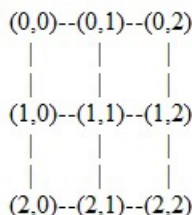


Рис. 1. Модель компьютерной сети

Результаты моделирования. При помощи сетевого симулятора была проведена оценка эффективности при передаче данных по сети WiMAX в зависимости от частоты запросов клиента к сетевой подсистеме и от величины формируемых им порций данных. Критерием эффективности был выбран объем переданных данных. В результате наибольший объем передачи был достигнут при частоте отправки в 0,005 с. Следует отметить, что процесс симуляции начинается со второй секунды.

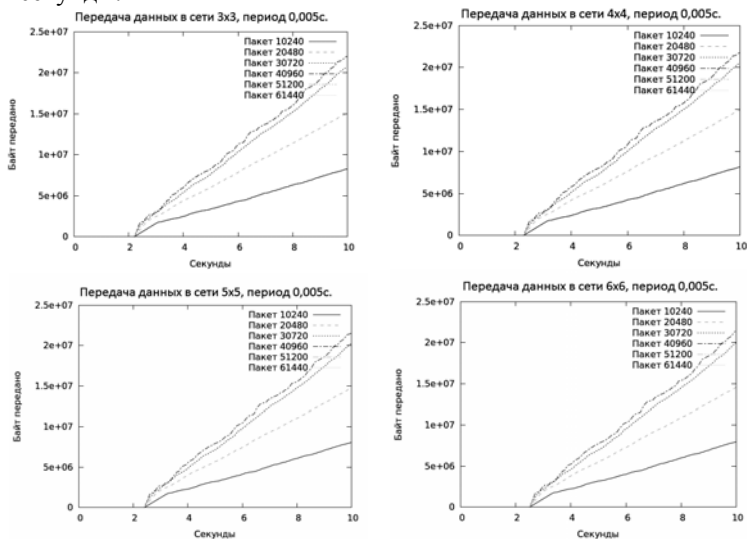


Рис. 2. Пропускная способность сети при изменении размера

Результаты приведены для квадратной сети передачи со стороны квадрата от трёх до шести. На основе экспериментальных данных, приведённых на рис. 2, можно сделать вывод, что наибольшая эффективность использования сети достигается при передаче клиентом информации порциями по 40960 байт. При этом эффективность падает с увеличением размера сети. Эффективность сети шесть на шесть по сравнению с сетью три на три меньше на 2,7932% по объёму переданной информации за 8 с. Данное различие может быть связано с разностью задержки при инициализации сети.

Оценка фактического качества обслуживания системы. Эксперимент основан на сжатии клиентского изображения в формате bmp сервисом. Предполагается, что клиент и сервер расположены на диагонали квадратной сети. Для тестов использовались цветные (RGB) изображения из базы данных группы фрактального кодирования и анализа (fractal coding and analysis group) [4]. После получения изображения и сжатия фрактальным алгоритмом происходит отправка сжатого изображения клиенту. Для определения пропускной способности беспроводной сети (см. рис. 2) использовался сетевой симулятор. Симуляция проводилась на квадратной матрице беспроводных узлов (WiMAX) со стороны от трёх до шести. В зависимости от размера сети за восемь секунд симуляции передаётся различный объём данных. Время, необходимое для передачи исходного bmp изображения на сервер и передачи сжатого фрактальным алгоритмом изображения клиенту, определено на основе полученных данных нагрузочного тестирования (см. рис. 2) и приведено в табл. 1.

Таблица 1

Время передачи изображения по сети

BMP-файл от клиента к серверу					Фрактально сжатый файл от сервера к клиенту			
Имя	Размерность сети				Размерность сети			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	×5	6×6
	Время, с				Время, с			
Clegg	1,4098	1,9830	2,5562	3,1294	0,2213	0,3215	0,4216	0,521873
Frymire	1,6598	2,2622	2,8646	3,4671	0,2737	0,3739	0,4741	0,574332
Lena3	2,1579	3,1895	4,2211	5,2526	0,2101	0,3103	0,4105	0,510722
Monarch	2,377	3,4952	4,6126	5,7299	0,2158	0,3160	0,4162	0,516417
Peppers3	2,2118	3,2704	0,4091	5,3873	0,2087	0,3089	0,4091	0,509348
Sail	1,5601	2,2682	2,9763	3,6844	0,2250	0,3252	0,4253	0,525564
Serrano	1,6084	2,3211	3,0337	3,7464	0,2163	0,3165	0,4167	0,516934

Время работы фрактального алгоритма и общее время обработки системой запроса с учётом времени передачи приведены в табл. 2.

Таблица 2

Время обработки запроса системой

Время работы фрактального сжатия						Время обработки системой			
Имя	Время сжатия на 64-х ядрах, с	Время декодера, с	Размер файла, кб	SSIM	PSNR, дБ	Размерность сети			
						3×3	4×4	5×5	6×6
						Время, с			
Clegg	155,52	0,24	167,8	0,998	31,32	157,160	157,833	158,507	159,180
Frymire	443,582	0,25	584,1	0,989	30,69	445,515	446,218	446,920	447,623
Lena3	28,484	0,051	79,3	0,987	38,24	30,8521	31,9839	33,1156	34,2473
Monarch	66,466	0,081	124,5	0,998	40,81	69,0596	70,2773	71,4948	72,7123
Peppers3	24,361	0,054	68,4	0,989	39,75	26,781	27,9403	28,1703	30,2577
Sail	79,114	0,104	197,1	0,994	38,62	80,8991	81,7074	82,5157	83,3240
Serrano	64,239	0,103	128,6	0,989	34,28	66,0637	66,8767	67,6895	68,5023

Заключение. Доля времени, требующегося на пересылку, по сравнению с временем обработки запроса мала. Сервис может работать либо как сервис сжатия изображений со значительными затратами времени (порядка сотен секунд), либо как хранилище сжатых графических файлов. В этом случае выигрыш во времени передачи по WiMAX составляет порядка десятков миллисекунд на одно изображение, что может быть существенно при большой интенсивности запросов. В целом среднее время пересылки изображения, сжатого набора тех же JPEG составляет 0,3020058 с, BMP – 3,0988292 с, а изображения сжатого фрактальным алгоритмом 0,2988493 с на данном наборе тестовых изображений. В среднем применение алгоритма фрактального сжатия, при использовании сервиса в качестве сервера хранения и сжатия изображений обеспечивает уменьшение использования сети на 2,1 процента для пересылки уже сжатого фрактальным алгоритмом изображения по сравнению с JPEG.

ЛИТЕРАТУРА

1. Моделирование систем с использованием теории массового обслуживания / Под ред. Д.Н. Колесникова. СПб.: СПбГПУ: 2003. 180 с.
2. Брейдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. 264 с.
4. Круглов В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: учеб. пособие / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2001. 224 с.

ПРОГРАММА ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ

К.В. Попов, М.Н. Егеръ, А.В. Анищенко, студенты каф. АСУ

Научный руководитель М.Ю. Катаев, профессор каф. АСУ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, x-sator13@mail.ru

Термины

- Виртуальный – реализованный программно, симулированный, имитированный с помощью компьютера.

- Одежда – совокупность изделий, надеваемых человеком с целью обезопасить своё тело от негативного влияния окружающей среды, например от погодных условий (холод, дождь, солнце), насекомых, токсических веществ, оружия и других угрожающих факторов для собственного здоровья. Помимо этого одежда выполняет эстетические функции, различные её элементы наделены культурным и социальным значением.

- Фигура человека – очертание человеческого тела, телосложение.

- Моделирование – исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов.

Актуальность проблемы. Анализируя существующие решения, выделены следующие проблемы:

- Сайтов, осуществляющих продажу одежды, большое количество. Для совершения покупки на каждом необходимы довольно долгие процедуры: регистрация, оформление заказа, оплата. Много регламентных действий, которые на каждом сайте индивидуальны.

- При выборе недостаточно информации о приобретаемом товаре, нам представлено лишь небольшое количество фотографий, краткое описание.

- При наличии на сайтах функции примерки одежды нам предложено ее совершать на статичную двухмерную модель с идеальной фигурой. Примерочных на трехмерную модель практически не существует. Возникает проблема примерки одежды по размерам и пропорциям конкретного человека.

Наш ресурс отличается от аналогов:

- Главным отличием от других аналогичных технологий будет возможность оценить реальный вид различных размеров на своей фигуре, а не просто подбирать понравившуюся модель.

- Систематизация каталогов одежды, её примерки и других функций в рамках одного проекта, а также простота в использовании.

- Актуальность в отсутствие аналогов с примеркой одежды в трёхмерном пространстве для конкретного человека.

Цель. Проектирование и разработка программы, позволяющей пользователю произвести примерку желаемой модели одежды на себя,

формирующей определенный образ; разработка онлайн-ресурса, объединяющего товары различных брендов, с возможностью выбора, примерки и возможной покупки интересующих товаров.

Задачи. Создание структуры и дизайна сайта с возможностью выбора и приобретения товаров от известных брендов; разработка виртуальной примерки одежды на двухмерную и трехмерную модель; изучение алгоритмов и технологий по работе с трехмерной графикой и обработки изображений; создание возможности хранения информации о пользователях (параметры фигуры, фотографии), истории их заказов и покупок, а также оценки и мнения от других пользователей о созданных образах.

Инструментарий. Для решения задачи были использованы следующие инструменты.

Операционная система – Windows; Языки программирования – PHP, JavaScript, C++; Технологии визуализации – Autodesk 3ds Max, WebGL; Среда разработки – VRML; СУБД – MySQL; CMS – WordPress.

Выбор данного инструментария позволяет разработать систему в соответствии со всеми предъявляемыми к ней требованиями. Кроме того, разработанная система обладает гибкой архитектурой, что позволяет вносить изменения по мере необходимости (рис. 1).

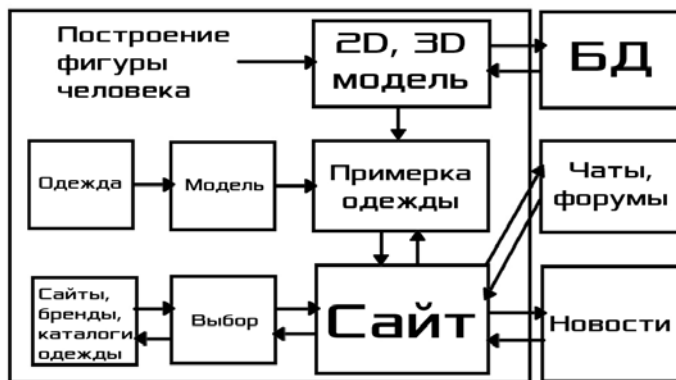


Рис. 1. Архитектура программы

Взаимодействие с системой. Пользователь на сайте с примерочной может получить модель с пропорциями своего тела, просматривать каталоги одежды, примерять её на свою модель, делиться этим со своими друзьями, принимать участие в обсуждениях, чатах, личных переписках, просматривать новостные ленты (рис. 2).



Рис. 2. Рабочий прототип сайта, на котором будет размещена виртуальная примерочная

Безопасность. Сохранение резервной копии базы данных wordpress:

1. Для экспорта и импорта информации с сайта.
2. Восстановления базы данных, если вдруг произойдет сбой системы и сайт перестанет правильно работать.

Для защиты входа в учетную запись администратора wordpress используем плагины:

1. Anti-XSS attack.
2. Login LockDown или Limit Login Attempts. Плагин Anti-XSS attack будет защищать сайт от XSS-атак. Плагин Login LockDown или Limit Login Attempts – это плагины, которые предотвращают многократные попытки входа в учетную запись администратора.

Для защиты личных данных пользователя, его модели и истории переписок с другими пользователями планируем использовать шифрование базы данных сайта.

Практическое применение. Наша задача – упростить и приблизить к реальности процесс покупки одежды, чтобы пользователь системы, приобретая товар, имел полное представление о нем (фактура, размеры, ткань). Также важным аспектом является предложение объединения в единую систему каталогов одежды, различных брендов, что упростит процесс доступа к продукции, а также ее покупки. То есть мы будем предоставлять возможность существующим магазинам и компаниям предоставлять нам информацию об их товарах (фотографии, информацию) с возможностью виртуальной примерки и продажи.

Заключение. Экономия времени покупателя – еще одно громадное преимущество использования виртуальной примерочной. Возможность осуществить шоппинг без ожидания в очереди возле примерочной, а также быстрые решения для создания гармоничного образа способствуют росту актуальности создания онлайн-сервиса, и главное – увеличению объемов продаж. Кроме того, автоматически решается проблема столпотворения возле примерочных больших магазинов – благодаря онлайн-сервису каждый покупатель получает истинное удовольствие от шоппинга. Добавление рекламы в виртуальную примерочную – отличный инфоповод в рамках PR-кампании по продвижению бренда и превосходная реклама любого магазина. Ведь этот онлайн-сервис решает главную задачу покупателя – выбор.

Разрабатывается система для реализации виртуальной примерочной, также в процессе разработки находится электронный ресурс (сайт) для отображения примерочной и товаров.

СЕКЦИЯ 11

ФИЗИЧЕСКАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, д.т.н.,
профессор,
зам. председателя – Смирнов С.В., профессор каф. ФЭ, д.т.н.*

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕПЛОВОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЛЮМИНОФОРА В СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕМ ДИОДЕ

А.В. Белоножко, Н.В. Скотников,

Р.А. Соколова, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель С.В. Смирнов, профессор, д.т.н.

*Проект ГПО ФЭ-1101 – «Организация лаборатории
светодиодных технологий»*

г. Томск, ТУСУР, anastasiya.belonozhko@gmail.com

Принято считать, что одно из основных преимуществ светоизлучающих диодов – более продолжительный срок службы по сравнению с традиционными источниками света. Но зачастую заявляемые поставщиками 100 тыс. часов работы – преувеличение [1]. И одна из причин уменьшения срока службы – это термическая деградация элементов светодиода. В конструкции белого светодиода люминофор наносится прямо на поверхность кристалла светодиода, который в процессе эксплуатации значительно греется. При этом идет уменьшение светового потока источника при повышенных температурах, которое связано как с уменьшением внешней квантовой эффективности люминофора, так и уменьшением эффективности кристалла [2].

Для исследования деградации использовался люминофор марки ФЛЖ-7 с толщиной 296 мкм. Исследуемый образец нагревался до определенной температуры. При этом снимался спектр интенсивности с интервалом температур 25–30 °С. Температурная зависимость спектров излучения светоизлучающего диода приведена на рис. 1.

Исследования спектров излучения показали, что эффективность люминесценции при повышенных температурах существенно уменьшается, в результате чего происходит не только уменьшение суммарного светового потока, но и увеличение цветовой температуры за счет изменения соотношения синего и желто-красного цветов. Для этого

рассчитали значения цветовой температуры для каждого значения температуры люминофора и занесли в таблицу.

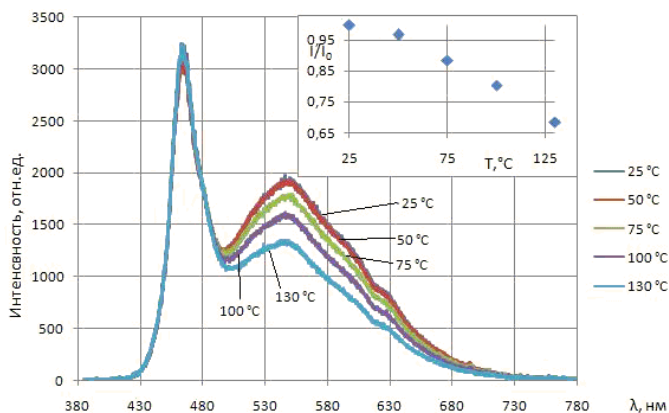


Рис. 1. Зависимость спектров излучения полупроводникового источника света. На вставке представлена температурная зависимость отношения максимумов спектров излучения люминесценции при фиксированной температуре в области температурного тушения свечения к интенсивности люминесценции в отсутствие температурного тушения

Значение цветовой температуры люминофора от температуры окружающей среды

T , град	25	50	75	100	130
$T_{ц}$, К	4963,63	5005,43	5257,48	5567,65	6112,68
X	0,353	0,351	0,341	0,330	0,314
Y	0,428	0,427	0,418	0,409	0,395

Координаты цветности из таблицы были нанесены на цветовую диаграмму, изображенную на рис. 2.

Из рис. 2 следует, что при увеличении температуры на люминофорном слое значение координат цветности x и y падает, что сказывается на увеличении цветовой температуры, то есть свет данного источника будет иметь более «холодный» оттенок. Данное явление связано с понижением эффективности люминофора, что ведёт к увеличению вклада голубой составляющей в излучаемый свет.

Зависимость интенсивности свечения от температуры возбуждения $I(T)$ в области температурного тушения имеет вид, характерный для внутрицентровых процессов, и хорошо описывается формулой Мотта:

$$I = \frac{I_0}{1 + \alpha \cdot \exp\left(-\frac{E_T}{kT}\right)},$$

где I – интенсивность люминесценции в отсутствие температурного тушения; I_0 – интенсивность люминесценции при фиксированной температуре в области температурного тушения свечения; E_T – энергия активации тушения; α – коэффициент пропорциональности.

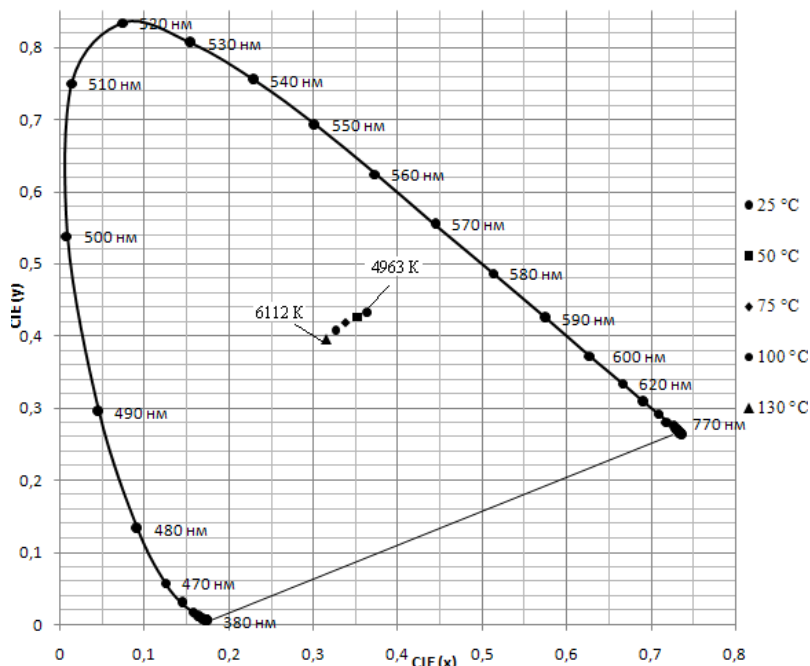


Рис. 2. Нанесенные на цветовую диаграмму координаты x , y , соответствующие разным температурам люминофора

С применением этой формулы были вычислена энергия активации процесса тушения, которая составляет $E_T = 1,73$ эВ.

Проведенные исследования показали, что повышение тепловой устойчивости люминофоров в полупроводниковых источниках света позволит существенно улучшить их эксплуатационные характеристики, цветопередачу и снизить скорость деградации световых характеристик. Снижения тепловой деградации, можно добиться при монтаже светодиода на радиатор, так как зачастую разрушение люминофора вызывается эксплуатацией светодиода с неправильным или нарушением процесса теплоотвода, а также с помощью использования метода удаленного люминофора. Удаление люминофора от источника тепла снижает скорость деградации световых характеристик.

В случае снижения светового потока с течением времени наработки и существования конструктивной возможности, возможна замена только удаленного люминофора без замены светильника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шуберт Ф. Светодиоды: пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. 2-е изд. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 496 с.
2. Смирнов С.В., Саврук Е.В., Гончарова Ю.С. Температурная зависимость спектров излучения светодиодов белого свечения на основе нитрида галлия и его твердых растворов // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2011. №2 (24), ч. 2. С. 55–58.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ.

И.О. Берков, Л.В. Шербинина, В.С. Смирнов, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель: Сахаров Юрий Владимирович,

доцент каф. ФЭ, к.т.н.

*г. Томск, ТУСУР, elias1@inbox.ru, lyuba_sherbinina@mail.ru,
sakh99@mail.ru*

Проект ГПО ФЭ-1303 – «Нанотехнология углеродных пленок»

В настоящее время большие перспективы имеют low-k-диэлектрики, имеющие диэлектрическую проницаемость меньше 2 и используемые в качестве межслойной изоляции в интегральных схемах (ИМС). Их использование позволяет увеличить быстродействие и степень интеграции ИМС, а также снизить диэлектрические потери. Основной проблемой использования low-k-диэлектриков в ИМС является сложная технология их получения, а также невозможность ее встраивания в существующие технологии их производства. Отличительной особенностью рассмотренной технологии является применение нового подхода формирования пористых диэлектриков с возможностью встраивания его в существующие технологии производства ИМС, а также любых приборов микро- и нанoeлектроники [1, 2].

Исследования проводились на тонкопленочных МДМ-структурах Al-SiO₂+C-Al. Пористый диоксид кремния наносился путем магнетронного распыления составной мишени, состоящей из кремниевой мишени, на которую помещались графитовые диски (рис. 1). Нанесение диэлектрика осуществлялось в кислородосодержащей атмосфере при давлении в вакуумной камере $(6\div 4)\times 10^{-3}$ мм рт. ст. Количество углерода, вводимого в пленку SiO₂, варьировалось путем изменения площади, занимаемой графитовыми дисками на кремниевой мишени – Sc. Толщина диэлектрика при проведении электрофизических иссле-

дований составляла около 100 нм. В качестве электродов использовались пленки Al, полученные термическим испарением в вакууме.

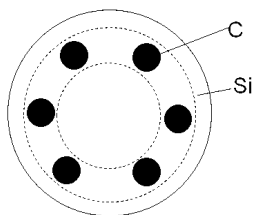


Рис. 1. Схематическое изображение составной мишени

Исследование электрической емкости полученных пленок диэлектрика показало значительное уменьшение диэлектрической проницаемости с увеличением процентного содержания графита на составной мишени: со значения $\varepsilon = 5,3$, характерного для чистого диоксида кремния (т.е. $Sc = 0\%$), до значения $\varepsilon = 2,7$ при $Sc = 40\%$. Измерения толщины и показателя преломления эллипсометрическим методом показали, что при этом также изменяется толщина пленок с 182 до 124 нм и показателя преломления со значения 1,52 до 1,47. Увеличение Sc более 40% приводит к дальнейшему уменьшению толщины осаждаемого слоя, а при приближении Sc к 100% пленка не осаждается. Снижение показателя преломления было вполне ожидаемо, поскольку происходит снижение диэлектрической проницаемости. Аномальным выглядит снижение тангенса угла диэлектрических потерь примерно на 5%, поскольку ожидалось, что введение углерода в диэлектрическую пленку диоксида кремния должно повысить количество дефектов в ней и ее электропроводность, что в конечном счете, должно было привести к значительному его увеличению. Отжиг образцов в вакууме показал характерное для диэлектрических пленок снижение емкости и тангенса угла диэлектрических потерь, однако для структур, модифицированных углеродом ($Sc = 40\%$), это уменьшение значительно ниже.

Очевидно, что такое снижение диэлектрической проницаемости может быть вызвано только присутствием большого числа пор, поскольку наличие углерода в пленке в любой модификации должно привести к обратному явлению. Наиболее вероятная причина формирования пор и развитой поверхности может быть связана с протеканием химических реакций углерода с кислородом на подложке на стадии формирования диэлектрической пленки.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение углерода в диэлектрик SiO_2 приводит к увеличению его пористости и появлению газовых включений. Причина появления такого рода дефектов состоит в сильном газовойделении со стороны диэлектрика при его нанесении, что вызвано протеканием химических реакций углерода с кислородом

или с диоксидом кремния. В результате чего образуется газообразное соединение CO или CO₂ которое покидает пленку диэлектрика, разрыхляя ее и формируя в ней сквозные поры и газовые включения. Этим можно объяснить и уменьшение толщины пленок, поскольку распыленный углерод покидает пленку. Не ясным остается снижение тангенса угла диэлектрических потерь, однако можно предположить, что химическое взаимодействие протекает более интенсивно в местах со слабой (нарушенной) связью Si-O.

Заключение

1. Основываясь на полученных измерениях, мы установили, что введение углерода в структуру диэлектрика приводит к значительному уменьшению емкости конденсатора, при $Sc = 40\%$ примерно на 5–15%.

2. При увеличении значения Sc с 0 до 40% происходит уменьшение тангенса угла диэлектрических потерь на 3–5%.

3. Толщина диэлектрической пленки при модификации углеродом с процентным соотношением $Sc = 40\%$ уменьшается на 30%.

4. Диэлектрическая проницаемость значительно уменьшается при введении в диэлектрик большего процентного содержания углерода. Для слоя кремния с $Sc = 0\%$ значение $\varepsilon = 5,3$. Для слоя кремния с $Sc = 40\%$ значение $\varepsilon = 2,75$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Троян П.Е. Исследование свойств пленок пористого диоксида кремния нанометровой толщины / П.Е. Троян, Ю.В. Сахаров, С.П. Усов // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2010. №1 (21), ч. 2. С. 118–122.

2. Сахаров Ю.В. Влияние примеси углерода на формовку и электрофизические параметры МДМ-структур: дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2006. 150 с.

ВЛИЯНИЕ ТОКА ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ПАРАМЕТРЫ СОЗДАВАЕМОЙ ИМ ПЛАЗМЫ

*В.А. Конищев, студент каф. ЭП, А.С. Климов, доцент каф. физики,
А.А. Зенин, м.н.с. каф. физики, А.В. Меньшов, студент
г. Томск, ТУСУР, klimov@main.tusur.ru*

Низкотемпературная неравновесная плазма находит широкое применение в различных технологических процессах, применяется для обработки и модификации поверхностей [1], плазмохимического нанесения тонких пленок при изготовлении микросхем [2], служит источником света и выступает в качестве активной среды электроразрядных газовых лазеров и других областях. Одним из наиболее перспективных способов формирования плазменного образования является ионизация

газа электронным пучком в диапазоне давлений 1–100 Па. Для генерации электронного пучка при таких давлениях наиболее рационально использование эмиссии электронов из плазмы тлеющего разряда с полым катодом [3]. Исследование параметров формируемой при распространении электронного пучка плазмы обуславливает актуальность представленной работы.

Цель работы – исследование параметров плазмы, создаваемой при распространении электронного пучка в форвакуумном диапазоне давлений.

Экспериментальная установка и техника эксперимента. Эксперименты проводились с использованием форвакуумного плазменного электронного источника на основе разряда с полым катодом 1 (рис. 1). Источник устанавливался на фланце вакуумной камеры 2, которая откачивалась форвакуумным насосом VocEdwards 80 до предельного давления 6 Па.

Формируемый плазменным источником электронный пучок после прохождения в атмосфере вакуумной камеры улавливался коллектором 7. Ток через коллектор контролировался амперметром. В качестве рабочего газа использовался гелий. Измерения температуры электронов и концентрации, создаваемой на участке транспортировки плазмы, проводились двойным зондом с экраном, служащим для защиты приемной части зондов от попадания электронов пучка. Зонды были изготовлены из медной проволоки диаметром 0,4 мм и имели длину рабочей части 5 мм. Нерабочая часть зонда закрывалась керамической изоляцией.

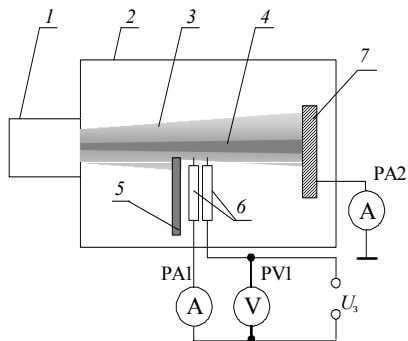


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – электронный источник с полым катодом; 2 – вакуумная камера; 3 – плазма; 4 – электронный пучок; 5 – экран; 6 – двойной зонд; 7 – коллектор

Во всех экспериментах ускоряющее напряжение U_a было равным 5 кВ, также поддерживался постоянным ток на коллекторе I_k .

Результаты и их анализ. Обработка результатов зондовых измерений производилась по методике, предложенной в [4]. ВАХ зонда разбивалась на три линейных участка: левый пологий, правый и центральный, отличающихся углом наклона к оси абсцисс. Участки ап-

проксимировались прямыми с использованием метода наименьших квадратов. Для построенных прямых определялись точки пересечения с осью I_3 , угловые коэффициенты и значение производной от тока I в точке с потенциалом $U = 0$.

Расчет электронной температуры производился по формуле [4]

$$T_e = \frac{e \cdot (i_+)_0}{\left(\left(\frac{di_+}{dU} \right)_0 - 2 \left(\frac{di}{dU} \right)_0 \right) \cdot k},$$

где k – постоянная Больцмана; T_e – электронная температура; e – элементарный заряд; $(i_+)_0$ – точка пересечения линейной экстраполяции левой пологой части ВАХ с осью i ; $\left(\frac{di_+}{dU} \right)_0$ – угловой коэффициент

зависимости тока i_+ левой пологой зависимости ВАХ зонда; $\left(\frac{di}{dU} \right)_0$ – тангенс угла наклона характеристики в области начала координат (производная полного тока в точке с потенциалом $U = 0$).

Концентрация электронов определялась по формуле [4]

$$n_e = \frac{i_+}{0,4 \cdot S_3 \cdot e \cdot \sqrt{\frac{k \cdot T_e}{M_i}}},$$

где M_i – масса иона гелия; S_3 – площадь поверхности зонда.

Результаты зондовых измерений представлены на рис. 2.

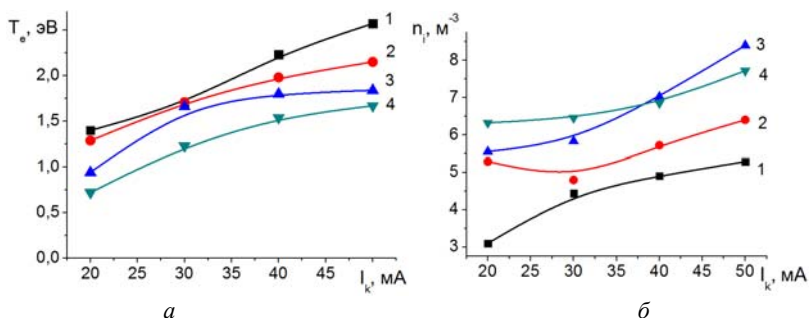


Рис. 2. Зависимость температуры электронов T_e и концентрации плазмы n_i от тока коллектора I_k при разных рабочих давлениях:
1 – 30 Па; 2 – 60 Па; 3 – 90 Па; 4 – 120 Па

Как видно, электронная температура растет с ростом тока пучка, в качестве которого принимался ток коллектора, и падает с ростом дав-

ления, так как уменьшаются диффузионные потери, и достаточно меньшей скорости ионизации. Рост концентрации пучковой плазмы с повышением тока пучка связан с повышением частоты ионизации газа за счет прохождения через него большего числа электронов пучка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилин Б.С., Киреев В.Ю. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов. М.: Энергоатомиздат, 1987. 264 с.
2. Готра З.Ю. Технология микроэлектронных устройств: справочник. М.: Радио и связь, 1991. 528 с.
3. Зенин А.А. Генерация стационарных электронных пучков форвакуумным плазменным источником в области давлений 100 Па / А.А. Зенин, А.С. Климов, В.А. Бурдовицин, Е.М. Окс // Письма в ЖТФ. 2013. Т. 39, № 10. С. 9–14.
4. Диагностика плазмы / Под ред. Р. Хаддлстоуна, С. Леонарда. М.: Мир, 1967. 250 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛЕНОК НИТРИДА КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА

И.В. Кутков, студент

*Научный руководитель М.И. Пехтелев, инженер-технолог 2-й кат.
г. Томск, ЗАО НПП «Микран», fatilwut@mail.ru*

Нитрид кремния широко применяется в современной микро- и – наноэлектронике, в частности, в производстве монолитных интегральных схем СВЧ-диапазона. Его используют как пассивирующее покрытие всей микросхемы или каких-то отдельных элементов, диэлектрический материал конденсаторов и в качестве маски.

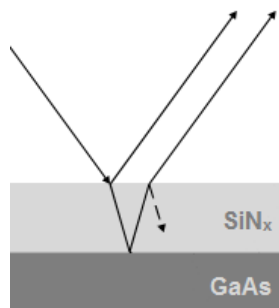
Одним из параметров, по которому отслеживается качество пленки, является показатель преломления. Показатель преломления зависит от свойств вещества и длины волны излучения, на котором он мерится. Например, изменение процентного соотношения кремния или азота в составе пленки отражается на его значении.

В данной статье предложена методика измерения показателя преломления пленки посредством лазерного интерферометра. Методика основана на явлении интерференции лазерного излучения от полупрозрачной пленки нитрида кремния, наносимой на отражающую пленку GaAs. Механизм явления представлен на рис. 1.

В начальный момент времени, когда пленка только начинает расти на подложке, присутствует только отражение от подложки – уровень сигнала максимальный (максимум интерференции).

В процессе роста пленки происходит интерференция преломленной и отраженной пленкой волн. Максимум интерференции сдвигается, так как из-за разности хода волн они отличаются фазами и в зависимости от разницы гасят друг друга.

Рис. 1. Механизм интерференции отраженной и преломленной волн от полупрозрачной пленки на отражающей подложке



Минимум интерференции наступает, когда две волны находятся в противофазе. Максимум интерференции наступает снова, когда фазы волн становятся равными, т.е. преломленная волна прошла в пленке путь, равный длине волны. С учетом оптических свойств пленки разность хода преломленного луча Δ за период интерференции (от максимума до максимума) составляет:

$$\Delta = 2 \cdot D = \frac{\lambda}{n},$$

где D – толщина пленки; λ – длина волны лазера; n – показатель преломления пленки.

При дальнейшем осаждении пленки процесс носит периодический характер (рис. 2).

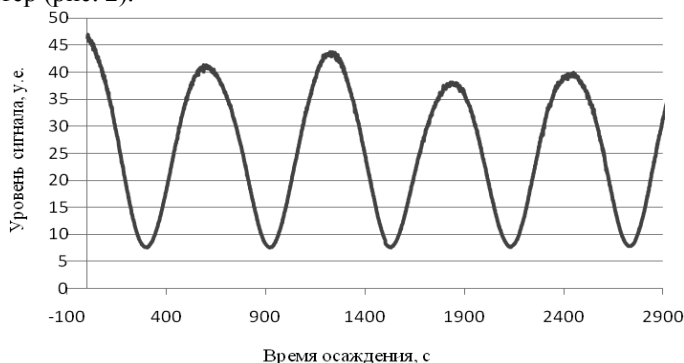


Рис. 2. Длительный процесс нанесения пленки нитрида кремния

Выполнив осаждение на один период интерференции и точно измерив толщину пленки, можно рассчитать ее показатель преломления на длине волны лазера:



Рис. 3. Лазерный интерферометр JY Horiba TDM 200

$$n = \frac{\lambda}{2 \cdot D}.$$

Работа ведется на установке плазмохимического осаждения с установленным лазерным интерферометром JY Horiba TDM 200 с длиной волны 671,5 нм (рис. 3).

Данный расчет удобно использовать в процессе автоматического контроля толщины растущей пленки программой установки и для контроля качества пленки.

Метод отличается простотой. Основным источником погрешности может быть процедура измерения толщины и момент определения периода интерференции. С этой целью ведется отработка методики остановки процесса с помощью управляющей программы установки по производной сигнала от времени, так как она обладает большей стабильностью амплитуды, что делает определение момента остановки более точным.

ЛИТЕРАТУРА

1. General training manual for Jobin Yvon Horiba thin film group end point detection equipment [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.horiba.com/fileadmin/uploads/Scientific/Documents/TFilm/gtm.pdf>, свободный (дата обращения: 2.09.2013).
2. Endpoint Detection for Plasma Etching. System manual for Oxford plas-malab system 100 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nanophys.kth.se/nanophys/facilities/nfl/rie/operating/5-11.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2013).

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА КОЛЛЕКТОРА ВНУТРИ ЗАМКНУТОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБЪЕМА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

К.С. Кузнецов, студент, Д.Б. Золотухин, аспирант каф. физики

Научный руководитель В.А. Бурдовицин, профессор каф. физики, д.т.н.

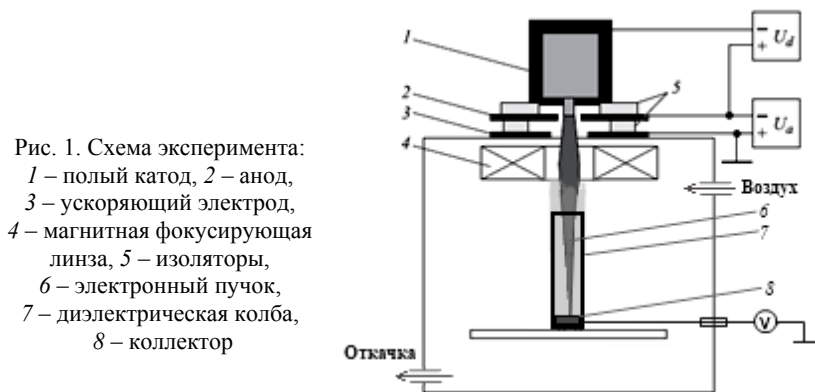
г. Томск, ТУСУР, kolasic@gmail.com

Генерация электронных пучков в форвакуумной области давлений 2–20 Па расширяет область применений электронного пучка, позволяя, к примеру, обрабатывать электронным пучком непроводящие материалы, в частности керамику [1]. Стеkanie заряда с непроводящей

мишени [1, 2] через создаваемую пучком плазму предотвращает торможение электронного пучка и как следствие повышает эффективность обработки. Вместе с тем представляют интерес процессы, сопровождающие инжекцию электронного пучка внутрь замкнутого диэлектрического объема и генерацию внутри этого объема пучковой плазмы.

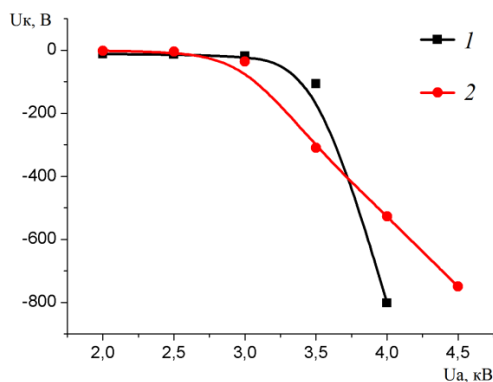
В данной работе изучаются особенности поведения потенциала облучаемого пучком изолированного коллектора при его размещении внутри кварцевой колбы и вне ее.

Схема экспериментальной установки изображена на рис. 1.



Электронный пучок создавался форвакуумным плазменным электронным источником на основе разряда с полым катодом [1]. Электродная система источника включала в себя полый катод 1, плоский анод 2, ускоряющий электрод 3. Магнитная фокусирующая линза 4 представляла собой систему формирования пучка. Электрическое разделение электродов обеспечивается изоляторами 5. Электронный пучок 6 фокусировался и направлялся внутрь кварцевой диэлектрической колбы 7 длиной 200 мм и внутренним диаметром 40 мм. На дне колбы находился изолированный коллектор 8, который под действием электронного пучка заряжался до некоторого отрицательного относительно заземленных стенок камеры потенциала. Потенциал коллектора измерялся цифровым мультиметром Mastech M890D. Вакуум в объеме обеспечивался форвакуумным насосом ISP-1000, давление измерялось вакуумметром ионизационного термопарного типа ВИТ-1А и контролировалось натекателем. Рабочим газом служил воздух при давлении 2 Па.

Зависимость потенциала коллектора от ускоряющего напряжения при наличии и в отсутствие колбы приведена на рис. 2.



Зависимость на рис. 2 получена при, эмиссионном токе 40 мА напряжении разряда 510 В, токе разряда 320 мА.

Рис. 2. Потенциал коллектора U_k как функция ускоряющего напряжения U_a в колбе (1) и без колбы (2)

Видно, что зависимость $U_k = f(U_a)$ монотонна и имеет 2 участка – плавного и слабого нарастания потенциала при низких энергиях (3–3,5 кэВ) (1), и участок быстрого нарастания U_k с ростом U_a (2). При наличии колбы поведение потенциала коллектора качественно не меняется, однако переход от одного участка к другому происходит при более высоком U_a . Этот результат является неожиданным и может быть объяснен сменой механизма компенсации заряда коллектора.

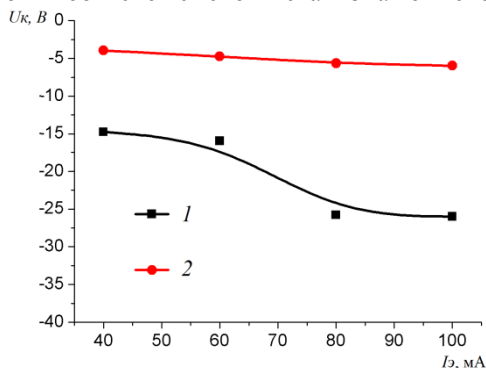


Рис. 3. Зависимость потенциала коллектора U_k от тока эмиссии I_e в колбе (1) и без колбы (2)

Зависимость потенциала коллектора от эмиссионного тока измерялась при ускоряющем напряжении 3 кВ, напряжении разряда – 510 В и токе разряда 400 мА. Можно заметить, что при одинаковых значениях эмиссионного тока потенциал коллектора при его размещении внутри колбы имеет большее по модулю значение, чем в отсутствие колбы. Этот факт может быть объяснен накоплением отрицательного заряда на стенках колбы и как следствие более сильным снижением потенциала пучковой плазмы в колбе.

Таким образом, отмечены особенности потенциала коллектора при его облучении электронным пучком в форвакууме в случае, если

коллектор находится внутри кварцевой колбы, и вне ее. Результаты эксперимента позволяют предполагать наличие двух механизмов компенсации зарядки коллектора электронным пучком – посредством пучково-плазменной неустойчивости (в области низких энергий пучка) и пучковой плазмы (в области повышенных энергий). Сильное влияние на величину отрицательного потенциала коллектора, помещенного внутрь колбы, оказывает накопление заряда на внутренней поверхности сосуда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдовицин В.А. О возможности электронно-лучевой обработки диэлектриков плазменным источником электронов в форвакуумной области давлений / В.А. Бурдовицин, А.С. Климов, Е.М. Окс // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35, вып. 11. С. 61–66.
2. Бурдовицин В.А. Компенсация заряда изолированной мишени при облучении импульсным электронным пучком в форвакуумной области давлений / В.А. Бурдовицин, В.С. Гулькина, А.В. Медовник, Е.М. Окс // Журнал технической физики. 2013. Т. 83, № 12. С. 134–136.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГУЛЯРНЫХ НАНООСТРИЙНЫХ СТРУКТУР

А.П. Молева, студентка каф. ФЭ

Научный руководитель Чистоедова И.А., к.т.н., доцент

г. Томск, ТУСУР, moleva.asya@rambler.ru

Проект ГПО ФЭ-1304 – «Технология и формирование наноструктур»

Развитие и совершенствование современных производств радиотехнической и микроэлектронной промышленности требуют создания nanoострийных структур со строго заданными физико-механическими свойствами, зависящими от их назначения и применения в наносистемной технике и микромеханике. Одной из наиболее важных проблем является получение четко упорядоченного микрорельефа в металле.

Перспективным методом получения упорядоченной многоострийной структуры является метод контактной фотолитографии, так как он обладает рядом преимуществ, таких как простота в реализации, нетрудозатратность и экономическая выгода.

Технология формирования микроострий методом контактной фотолитографии заключается в следующем. На очищенную кремниевую пластину напыляется молибден толщиной 0,2 мкм методом термического испарения. После напыления металла наносится двухслойная маска резиста (ЭРП-40 – ФП-051Шу-0,5), экспонирование верхнего

светочувствительного слоя происходит через фотошаблон, представленный на рис. 1, с диаметром отверстий 1,3 мкм и расстоянием между окнами 1,4 мкм.

После этого наносится титан толщиной 439 нм методом магнетронного распыления. Методом обратной фотолитографии формируется рисунок nanoострий. Полученные результаты представлены на рис. 2.

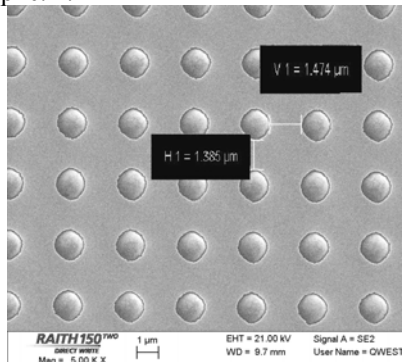


Рис. 1. Топология фотошаблона

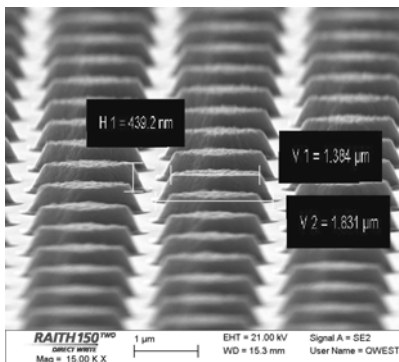


Рис. 2. Упорядоченная nanoострийная структура

На рис. 2 представлена регулярная микроострийная структура, с размерами острий: высота 439 нм, диаметр верхнего основания 1,384 мкм, диаметр верхнего основания 1,83 мкм.

Микрорельеф из титана (Ti) был сформирован методом обратной фотолитографии.

В ходе проделанной работы была разработана технология формирования nanoострийной структуры. В связи с чем, данная технология рекомендуется для создания МДМ-структур и в электрических преобразователях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование МДМ-катодов на гладких и nanoострийных поверхностях / Ю.Ю. Гребнева, И.В. Кулинич // Матер. докл. Всерос. науч.-техн. конф. «Научная сессия–2010», Томск, 4–7 мая 2010 г. Томск: В-Спектр, 2010. Ч. 2. С. 20–21.
2. Воробьев Г.А. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл-диэлектрик-металл / Г.А. Воробьев, П.Е. Троян. Томск : Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. 180 с.
3. Пат. 2504867 РФ. МПК51 НОИЛ 33/40. Способ изготовления светодиода / Т.И. Данилина, П.Е. Троян, И.А. Чистоедова. Заявлено 10.01.2012; Опубл. 20.01.2014. Бюл. № 2. 5 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТЫХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

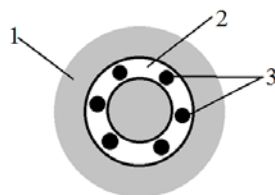
И.В. Пилипец, студент каф. ФЭ

г. Томск, ТУСУР, azlogor@yandex.ru

Проект ГПО ФЭ-1302 – «Создание элементов нанoeлектроники на основе пористых слоев диоксида кремния»

Целью настоящей работы является исследование состава пористых пленок диоксида кремния, полученных методом магнетронного распыления составной мишени. Схема составной мишени из кремния и углерода представлена на рис. 1.

Рис. 1. Схема составной мишени магнетрона:
1 – кремниевая мишень; 2 – зона распыления;
3 – графитовые диски



Количество пор в пленках зависит от площади, занимаемой графитом на кремниевой мишени магнетрона. Для количественной характеристики распыляемой составной мишени вводится параметр S_c , равный отношению площади, занимаемой графитовыми дисками, к площади кремниевой мишени [1].

В ходе работы были получены четыре МДМ-структуры на стеклянных подложках с различным значением S_c и рассчитаны их значения диэлектрической проницаемости из измеренной емкости (рис. 2).

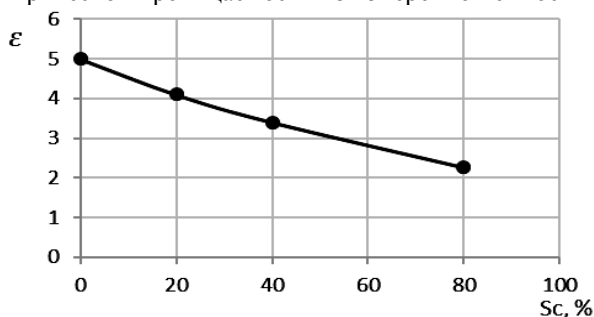


Рис. 2. Зависимость диэлектрической проницаемости пленки $\text{SiO}_2 + \text{C}$ от S_c

Зависимость на рис. 2 показывает, что с ростом S_c уменьшается диэлектрическая проницаемость пленок SiO_2 . Это связано с появлением в диэлектрике пор и газовых включений [1].

Были получены пленки на двух подложках из высокоомного кремния и исследованы их ИК-спектры пропускания. Обе пленки одинаковой толщины, но с разным значением S_c . На рис. 3 и 4 представлены ИК-спектры пропускания пленок диоксида кремния со значением S_c 0 и 80% соответственно.

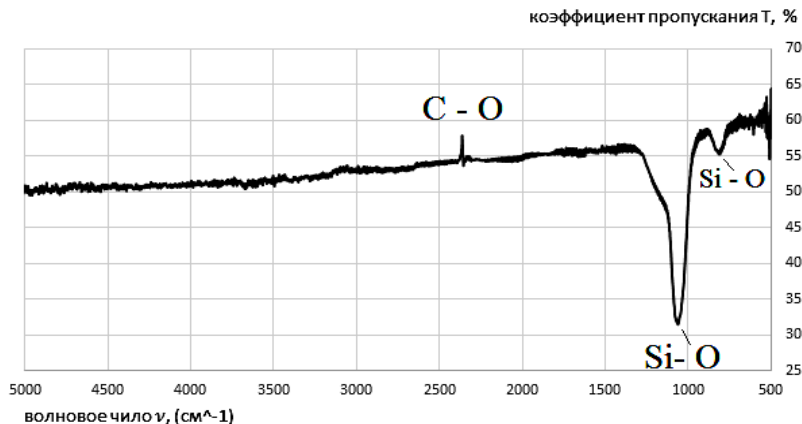


Рис. 3. Спектр пропускания диоксида кремния, $S_c = 0\%$

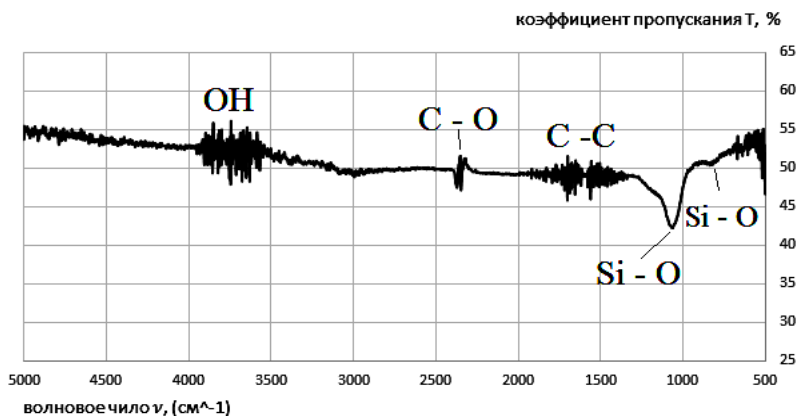


Рис. 4. Спектр пропускания пористого диоксида кремния, $S_c = 80\%$

Проведен качественный анализ спектров, определены характеристические частоты, соответствующие связям Si – O, OH, C – O и показаны на рис. 3–4 [2].

Присутствие OH-группы может указывать на наличие пор в пленке $\text{SiO}_2 + \text{C}$, так как вода адсорбируется в порах, а наличие связей C–O указывает на присутствие газа в составе пленки [3].

Концентрация связей Si–O рассчитывалась по закону Бугера–Ламберта–Бера [2].

Концентрация связей Si–O в пленке SiO₂:

$$C_{\text{Si-O}}(\text{SiO}_2) = -\lg(T)/\varepsilon d = 1,57 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2},$$

где T – коэффициент пропускания; ε – коэффициент экстинкции ($\varepsilon(\text{Si-O}) = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$ ([2]); d – толщина пленки.

Концентрация связей Si – O в пленке SiO₂ + C:

$$C_{\text{Si-O}}(\text{SiO}_2 + \text{C}) = -\lg(T)/\varepsilon d = 1,27 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}.$$

Концентрация связей Si – O в пленках SiO₂ выше, чем в пленках SiO₂ + C, что указывает на их меньшую плотность.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что получение пленок путем магнетронного распыления составной мишени из кремния и углерода приводит к увеличению пористости получаемых пленок и появлению газовых включений. Это происходит из-за химической реакции между кислородом и углеродом, приводящей к образованию летучего соединения CO или CO₂, которое покидает пленку диэлектрика, приводя к образованию пор и газовых включений. При этом уменьшаются ее диэлектрическая проницаемость и плотность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахаров Ю.В., Троян П.Е. Исследование пористых пленок диоксида кремния // Доклады ТУСУРа. 2011. № 2 (24), ч. 2. С. 77–80.
2. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия: Пер. с англ. М.: Мир, 1982. 328 с.
3. Троян П. Е. Электронные процессы в тонкопленочных структурах металл–диэлектрик–металл в сильных электрических полях: дис. ... д.т.н. Томск, 2005. 348 с.
4. Муранова Г. А. Микропористость тонких пленок // Оптический журнал. 1993. №2. С. 14–25.

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Н.В. Скотников, А.В. Белоножко, студенты каф. ФЭ

Научный руководитель С.В. Смирнов, профессор, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, nickky@sibmail.com

Автоматизация измерений – это процесс в развитии полупроводниковой промышленности, при котором функции управления и контроля, ранее выполнявшиеся человеком, передаются приборам и автоматическим устройствам. Введение автоматизации на производстве позволяет значительно повысить производительность труда и качество

выпускаемой продукции. Она позволяет избавить исследователя от однообразных действий и сосредоточиться на решении поставленных задач. Целью данной работы является создание автоматизированного программного комплекса для изучения полупроводниковых приборов.

За основу измерительного комплекса был взят прибор Е7-20 [1]. Он позволяет измерять вольт-амперные (ток пределах 10^{-8} – 10^{-2} А), вольт-фарадные (емкость в пределах 10^{-15} –1 Ф) характеристики, имеет внутренний источник напряжения смещения до 40 В. Также этот прибор достаточно хорошо распространен и есть практически в любой лаборатории. Для исследования полупроводниковых приборов был написан комплекс программ, которые позволяют определить: параметры материала полупроводникового прибора, профиль легирования, паразитные сопротивления и электрические характеристики.

Если представить исследуемый прибор (например, полупроводниковый диод) в виде черного ящика, у которого есть два вывода, то схема измерений будет выглядеть следующим образом.

1. Измерение прямой ветви вольт-амперной характеристики (ВАХ). Для этого была создана программа «Измерение ВАХ» с помощью языка программирования LabVIEW [2]. Эта программа позволяет в автоматическом режиме снимать ВАХ прибора. Для этого требуется установить ограничения по току и напряжению, указать COM порт, к которому подключен Е7-20 (рис. 1, а).

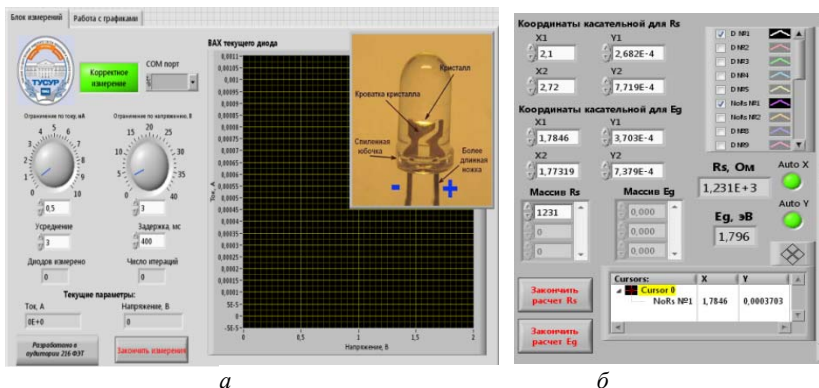


Рис.1. Внешний вид программы «Измерение ВАХ» – а;
внешний вид программы «Анализ R_с и E_г» – б

2. Из анализа прямой ВАХ можно определить величину последовательного сопротивления диода (по наклону прямой ВАХ) и ширину запрещенной зоны. Зная ширину запрещенной зоны, легко определить материал, из которого изготовлен полупроводниковый диод. Для этих

целей была написана программа «Анализ R_s и E_g » (рис. 1, б), которая позволяет автоматически рассчитать последовательное сопротивление и ширину запрещенной зоны.

3. Измерение обратной вольт-фарадной характеристики (ВФХ). Для этого была создана программа «Измерение ВФХ». Измерения ВФХ также происходят в автоматическом режиме. График зависимости емкости от напряжения строится в реальном времени.

4. Обычно обратная ВФХ представляет интерес только для варикапов, но, используя математическую обработку результатов из обратной ВФХ, можно получить профиль распределения примеси в диоде. Для этих целей была написана программа «Анализ N» (рис. 2).

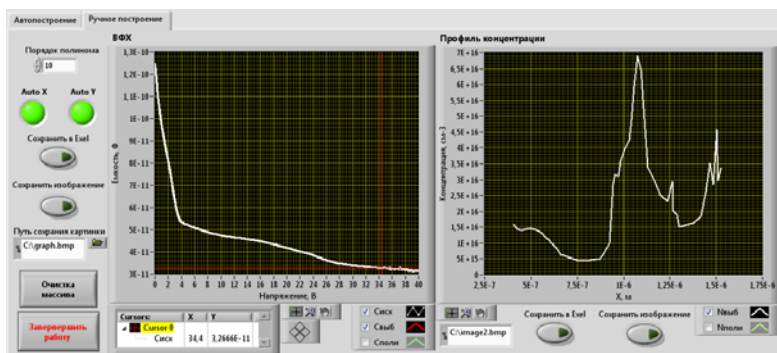


Рис. 2. Внешний вид программы «Анализ N»

Исходными данными для построения профиля концентрации являются диэлектрическая проницаемость материала, площадь верхнего контакта и данные обратной ВФХ. Если прибор герметизирован в корпус и не известна площадь верхнего контакта, то результаты анализа все равно представляют ценность, так как вид профиля легирования будет правильным. В данной программе возможно как автоматическое построение профиля концентрации, так и ручное (если на вольт-фарадной характеристике много шумов). Результаты всех расчетов и измерений можно сохранить либо в табличном формате (Excel), либо в виде картинки (bmp).

В результате работы был создан комплекс программ позволяющих провести исследования практически любого полупроводникового прибора. Данный комплекс может использоваться как в лабораторных работах, так и на производстве и не требует специальных знаний в области микроэлектроники (все характеристики может снимать оператор). Также исходные программы являются очень гибкими и могут быть трансформированы под любые задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Измеритель иммитанса (RLC) E7-20. Режим доступа: <http://www.mnpi.by/immitans11.html>
2. Графический язык программирования Labview. Режим доступа: <http://russia.ni.com/labview>

РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОНКИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Т.В. Сигута, студент 3-го курса, кафедры ФЭ

Научный руководитель С.В. Смирнов, профессор каф. ФЭ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, e-mail: sigutik_tv@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1203 – «Спектральные методы анализа тонких диэлектрических пленок»

Важной областью применения рентгеноспектрального анализа является определение толщины покрытий без нарушения поверхности изделий. В данной работе исследуется метод определения толщины диэлектрической пленки при помощи рентгеноспектрального анализа.

Описание метода определения толщины пленки

1. С помощью формулы (1) рассчитаем глубину проникновения рентгеновского излучения:

$$H = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{\pi \cdot \mu}}, \quad (1)$$

где λ – длина волны излучения, м; μ – коэффициент ослабления, см^{-1} .

Для характеристики ослабления пользуются массовым коэффициентом ослабления μ_m . Для сложных веществ:

$$\mu_m = \frac{1}{100} \left(p_1 \frac{\mu_1}{\rho_1} + p_2 \frac{\mu_2}{\rho_2} + \dots + p_n \frac{\mu_n}{\rho_n} \right),$$

где p_1, p_2, p_n – процентное содержание составляющих веществ в сложном веществе.

Длина волны падающего излучения зависит от энергии излучения:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E},$$

где h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме; E – энергия.

2. По процентному соотношению элементов образца найдем толщину пленки. Необходимо знать состав подложки, чтобы при вычислениях не брать его во внимание.

Таблица 1

Исходные данные для определения толщины пленки

Состав пленки и подложки		μ , см^{-1}	ρ , кг/м^3
Ti на GaAs	Ti	$1,628 \cdot 10^4$	$4,54 \cdot 10^3$
	GaAs	$4,896 \cdot 10^4$	$5,31 \cdot 10^3$
Cr на SiO_2	Cr	$3,282 \cdot 10^4$	$7,18 \cdot 10^3$
	SiO_2	$5,161 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^3$
Al_2O_3 на GaAs	Al_2O_3	$2,009 \cdot 10^3$	$3,96 \cdot 10^3$
	GaAs	$4,896 \cdot 10^4$	$5,31 \cdot 10^3$
SiO_2 на GaAs	SiO_2	$5,161 \cdot 10^2$	$2,2 \cdot 10^3$
	GaAs	$4,896 \cdot 10^4$	$5,31 \cdot 10^3$

При помощи системы микроанализа Hitachi TM-1000 с рентгено-спектральным анализатором SwiftED-TM EDX получим энергетические спектры образцов. На рис. 1 изображен энергетический спектр образца (пленка SiO_2 на подложке GaAs). Под спектром изображено процентное содержание элементов в образце.

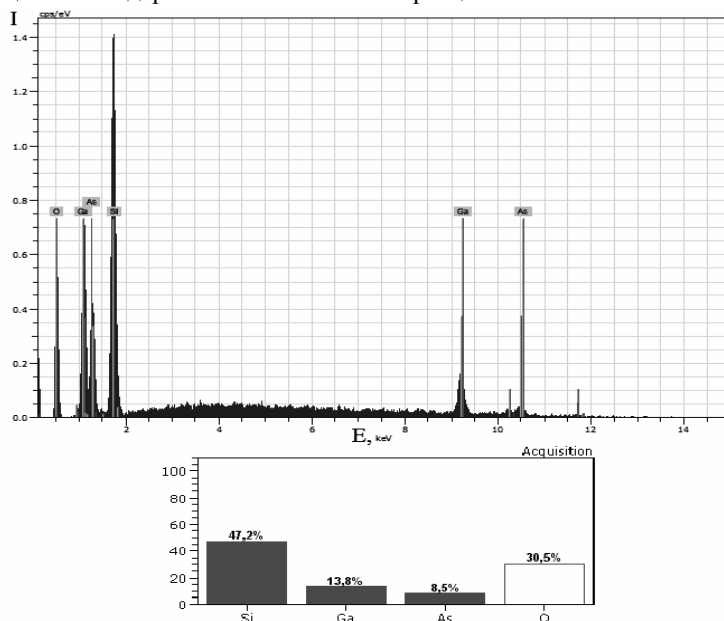


Рис. 1. Энергетический спектр образца и процентное соотношение элементов в образце (пленка SiO_2 на подложке GaAs)

Достоверность метода подтверждалась путем измерения толщины пленки с помощью электронно-лучевого микроскопа Raith 150 two.

Результаты измерений двумя методами представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений

Состав пленки и подложки	Hitachi ТМ-1000	Raith 150 two
	Н, нм	Н, нм
Ti на GaAs	18	20
Cr на SiO ₂	296	300
Al ₂ O ₃ на GaAs	289	300
SiO ₂ на GaAs	488	500

Заключение. На данном этапе исследования можно сделать вывод, что выбранный метод наиболее подходит для металлических пленок. Из-за несоответствия стехиометрии полученных пленок табличные значения μ , ρ являются неточными, поэтому точность вычислений для диэлектрических пленок меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов С.В. Методы исследования материалов и структур электроники. Томск: ТУСУР, 2007. 61 с.
2. Павлинский Г.В. Преломление и отражение рентгеновского излучения. Иркутск: ИГУ, 2003. 47 с.
3. Бублик В.Т., Дубровина А.Н. Методы исследования структуры полупроводников и металлов. М.: Металлургия, 1978. 272 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЁНОК ОКСИДА
ТАНТАЛА, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ
АНОДИРОВАНИЕМ**

В.В. Скубо, студент каф. ФЭ

Научный руководитель И.А. Чистоедова, доцент каф. ФЭ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, lerochka_2009@mail.ru

Проект ГПО ФЭ-1304 – «Технология и формирование наноструктур»

Одним из наиболее доступных методов модификации наноматериалов является наноструктурирование, то есть создание на поверхности материала или в его объеме наноразмерных структур: слоев, пор и т.п.

Наноструктурированный (пористый) оксид тантала может быть легко получен методом анодного окисления тантала. Оптические свойства пористого оксида тантала зависят от размера пор, расстояния между ними и упорядочения, причем все эти параметры можно варьировать, подбирая условия анодирования. Анодированный тантал перспективен для применения во многих областях науки и техники.

Методика эксперимента. В качестве экспериментального образца использовалась стеклянная подложка с покрытием из Та. Плёнки Та были получены методом магнетронного распыления толщиной 0,3 мкм.

Анодирование тантала проводилось в водном электролите, содержащем 1%-й раствор лимонной кислоты $C_6H_8O_7$, при постоянном токе 3 мА и при изменении напряжения от 60 до 140 В. Время анодирования составило около 8 мин.

Для исследования электрофизических параметров была получена МДМ-структура. Для получения МДМ-структуры в качестве верхнего электрода использовали пленку алюминия, полученную методом термического испарения в вакууме, толщиной порядка 0,1 мкм.

Оптические и электрофизические параметры анодированных плёнок. На рис. 1 представлено изображение поверхности анодированной плёнки Ta_xO_y с электронного микроскопа Hitachi TM-1000.

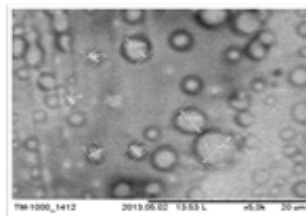


Рис. 1. Структура пленки Ta_xO_y

Как видно из рис. 1, микроструктура пленки – пористая с размерами пор от 1,12 до 5,10 мкм.

С помощью эллипсометрического комплекса «Эллипс САГ 1891» были получены зависимости коэффициента отражения и показателя преломления от длины волны для образцов до и после анодирования.

На рис. 2 приведен график зависимости показателя преломления от длины волны для образцов до (а) и после (б) анодирования. На длине волны 632 нм показатель преломления образца до анодирования $n = 3,1$, после – равен 2,9. Уменьшение показателя преломления пленки тантала после анодирования связано с наличием воздушных пор в структуре пленки.

На длине волны 632 нм коэффициент отражения образца до анодирования составил 71%, после – 33%, т.е. коэффициент отражения уменьшился на 53,5%. Показатель поглощения образца после анодирования, по сравнению с образцом до анодирования, уменьшился. Результаты эллипсометрии позволяют сделать выводы, что пропускание увеличилось, следовательно, покрытие является просветляющим.

На рис. 4 представлены спектры поглощения с ИК Фурье-спектрометра «Инфралом ФТ-801» полученной окисной пленки тантала (1) и эталонного образца Ta_2O_5 (2). Из рис. 2 видно, что пики совпадают,

следовательно, можно утверждать, что полученная анодированием пленка – Ta_2O_5 .

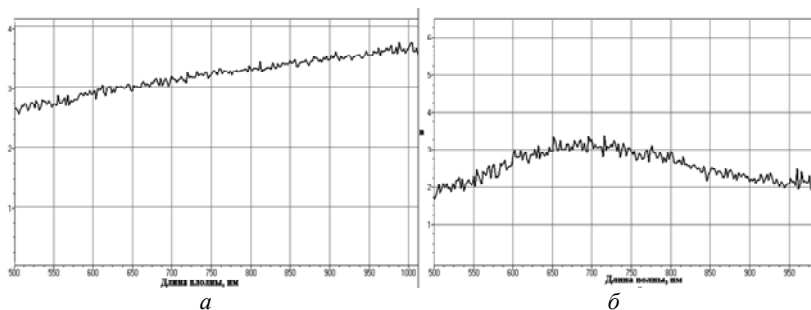


Рис. 2. Зависимости показателя преломления от длины волны образцов до (а) и после (б) анодирования

На рис. 3 представлена зависимость коэффициента отражения от длины волны для пленки Ta (а) и для Ta_2O_5 (б).

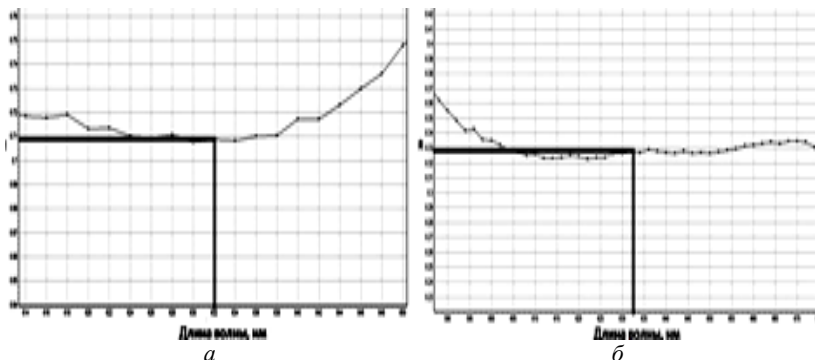


Рис. 3. Зависимости коэффициента отражения от длины волны для образцов до (а) и после (б) анодирования

Из рис. 4 по волновому числу скачка кривой определяется частота поперечных оптических колебаний решетки ($\omega = 2,09 \times 10^{14}$ Гц).

Из выражения для частоты поперечных оптических колебаний решетки определяется диэлектрическая проницаемость образца, которая составила $\epsilon = 25$.

С помощью измерителя иммитанса Е7-20 была измерена ёмкость (С) и тангенс угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$) полученной МДМ – структуры, значения которых составили: $C = 4200$ пФ; $\text{tg}\delta = 0,07$.

Скорость анодирования составила $1,8 \times 10^{-2}$ мкм/мин.

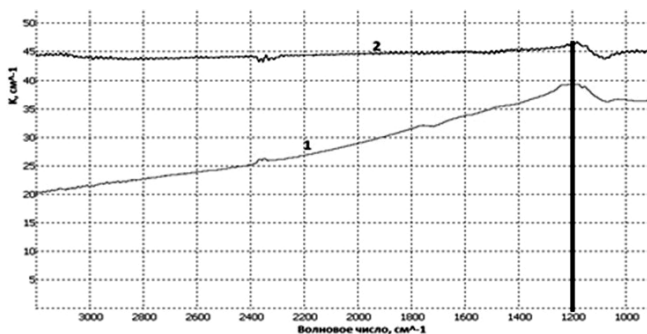


Рис. 4. Спектры поглощения анодированного (1) и эталонного (2) образцов

Выводы. Как показали эксперименты, оптические параметры пленки, полученной методом электролитического анодирования, зависят от микроструктуры при различных технологических режимах анодирования.

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

А.С. Смаилов, студент каф. ЭП,

А.В. Казаков, аспирант каф. физики,

А.В. Медовник, доцент каф. физики, к.т.н.

*Научный руководитель В.А. Бурдовичин, д.т.н., профессор каф. физики
г. Томск, ТУСУР, Postulatcz@mail.ru*

*Проект ГПО ЭП-1201 – «Генерация плазменными катодами
электронных пучков и их применение»*

Модификация полимеров является весьма универсальным методом, позволяющим в широком диапазоне изменять в желаемом направлении физические и химические свойства полимеров. Модификацию по глубине проникновения можно разделить на объемную и поверхностную, а также направленную на изменение таких свойств, как термостабильность, адгезия, электрические свойства материала, влагостойкость и т.д. [1]. Исходя из полученных ранее результатов [2] было выяснено, что импульсное облучение электронным пучком оказывает влияние на перераспределение поверхностных натяжений и изменение смачиваемости облученных материалов. Также обнаружено, что при определенных значениях энергии облучения происходит стравливание поверхности образцов и изменение морфологии их поверхности. В связи с этим цель настоящей работы состояла в дальнейшем исследовании воздействия импульсного электронного пучка на изменение

свойств поверхности полимеров, в частности на изменение краевого угла на поверхности облученных образцов.

Экспериментальная установка и техника измерений. Эксперименты по облучению проводились с помощью форвакуумного импульсного плазменного источника электронов на основе дугового разряда [3], схема которого представлена на рис. 1. Источник плазмы размещался на вакуумной камере, которая откачивалась механическим насосом. Давление рабочего газа (воздуха) составляло 4–8 Па. Ускоряющее напряжение, формирующее электронный пучок, составляло от 8 до 10 кВ. Образцы представляли собой пластины толщиной 5 мм и размером 10×15 мм.

Смачиваемость образцов определялась измерением величины краевого угла θ , который образуется на границе твердое тело – жидкость (вода). Методика измерения краевого угла заключалась в нанесении капли воды на поверхность образца и последующем измерении ее высоты h и диаметра d . Данные геометрические параметры капли фиксируются с течением времени и соответственно вычисляется изменение краевого угла во времени.

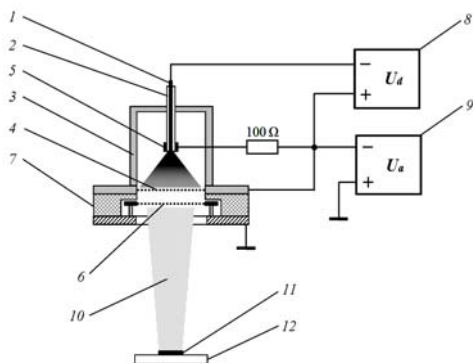


Рис. 1. Схема импульсного плазменного источника электронов: 1 – катод; 2 – керамическая трубка; 3 – анод; 4 – анодная сетка; 5 – поджигающий электрод; 6 – экстрактор; 7 – изолятор; 8 – блок питания разряда; 9 – блок питания ускоряющего напряжения; 10 – электронный пучок; 11 – образец; 12 – держатель образцов

Результаты эксперимента и их обсуждение. После облучения образцов наблюдались изменения внешних морфологических признаков: либо поверхность облученных образцов стравливалась, либо слегка темнела или не изменялась внешне никаким образом. Наблюдаемое стравливание было количественно определено с помощью взвешивания до облучения и после. В данной статье рассматриваются результаты измерений и исследований над образцами со стравившейся поверхностью, так как на данный момент они изучены наиболее подробно. Параметры и условия облучения стравившихся образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры и условия облучения стравившихся образцов

№	M (до), г	m (после), г	U , кВ	I_e , А	t , мкс	P , Па	N	E , Дж
1	0,129	0,127	10	15	60	5	30	270
2	0,124	0,12	8	24	80	7	30	460
3	0,135	0,124	8	25	100	6	30	600
4	0,141	0,135	10	18	60	5	30	324
5	0,143	0,137	10	24	80	6	35	672
6	0,141	0,135	8	20	100	7	30	480
7	0,135	0,131	8	25	100	8	30	525
8	0,138	0,132	10	13	100	4	30	390
9	0,137	0,132	10	15	40	4	45	270
10	0,14	0,138	7	15	50	7	20	350

Над данными образцами были проведены измерения краевого угла на их поверхности, а также изучена стравившаяся поверхность с помощью растрового электронного микроскопа. Результаты измерений краевого угла и изображения из микроскопа представлены в табл. 2 и на рис. 2 соответственно.

Таблица 2

**Значение краевых углов с течением времени
на поверхности облученных образцов**

Время/номер образца, мин	Исходный материал	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
0	74,2	117,0	94,9	127,6	118,1	97,8	113,3	108,6
1	72,5	114,7	91,9	125,2	108,6	94,1	112,6	105,5
3	66,0	109,9	92,0	122,4	104,8	87,4	106,8	98,2
5	54,7	105,3	80,6	117,3	97,4	83,1	106,0	91,50

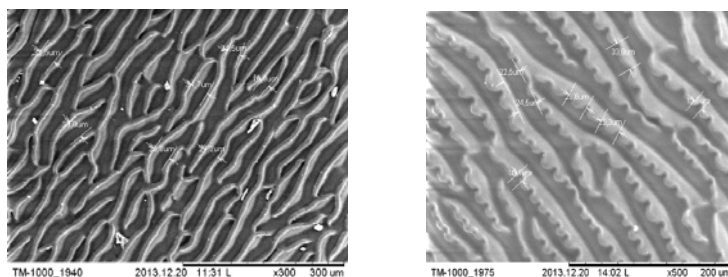


Рис. 2. Изображение поверхности стравившихся образцов в растровом электронном микроскопе

Заключение. Экспериментальные исследования демонстрируют, что облучение электронным пучком в пределах суммарной энергии всех импульсов от 270 до 700 Дж обеспечивает стравливание поверхности, уменьшение массы образца в среднем на 0,006 г. По приведенным значениям краевого угла на поверхностях облученных образцов

можно сделать вывод, что по сравнению с исходным материалом поверхность становится более гидрофобной. На некоторых из образцов значение угла значительно превышает его значение на исходном материале (примерно в 2 раза). Из фотографий, полученных с помощью растрового микроскопа, видно, что поверхность стравливается неравномерно. В дальнейшем планируются дальнейшие исследования по определению условий и параметров облучения для определения границ, когда материал стравливается, а когда нет, и определение причины увеличения краевого угла на поверхности.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-2253.2014.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров В.Г. Поверхностная модификация полимеров. М.: МГУП, 2008. 474 с.
2. Казаков А.В. Модификация поверхности полимерных материалов импульсным электронным пучком / А.В. Казаков, А.С. Климов, А.С. Смаилов и др. // Доклады ТУСУРа. 2013. №4(30). С. 75–78.
3. Казаков А.В. Форвакуумный импульсный плазменный источник электронов на основе дугового разряда / А.В. Казаков, В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, Е.М. Окс // Приборы и техника эксперимента. 2013. Вып. 6. С. 50–53.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАЗРЯДНОГО ПРОМЕЖУТКА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИОННОЙ ПЛАЗМЫ В ФОРВАКУУМНОМ ИСТОЧНИКЕ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА

***А.Н. Сниженко, студент каф. ЭП,
А.В. Казаков, аспирант каф. физики,
А.В. Медовник, доцент каф. физики, к.т.н.***

*Научный руководитель В.А. Бурдовицин, д.т.н., профессор каф. физики
г. Томск, TUSUR, Kazakov89@sibmail.com*

Использование импульсных электронных пучков в форвакуумном диапазоне давлений (4–50 Па) позволяет проводить поверхностную модификацию диэлектрических материалов, в частности различных видов керамики и полимеров [1, 2]. Разработанный для этих целей на кафедре физики ТУСУРа форвакуумный плазменный источник электронов на основе дугового разряда с катодным пятном [3] имеет ряд преимуществ перед аналогичными источниками на основе тлеющего разряда с полым катодом. В то же время источникам на основе дугового разряда с катодным пятном присуща значительная неоднородность распределения концентрации плазмы в области отбора электронов, что

в свою очередь оказывает влияние на параметры электронного пучка. Использование перераспределяющих электродов в разрядном промежутке при давлениях порядка 10^{-2} – 10^{-1} Па позволяет улучшить равномерность распределения плотности эмиссионной плазмы, а также снизить вероятность проникновения материала катода в область формирования пучка [4]. В связи с этим цель данной работы состояла в исследовании влияния конструкции разрядного промежутка импульсного источника на основе дугового разряда на распределение концентрации плазмы вблизи области отбора электронов в форвакуумном диапазоне давлений.

Экспериментальная установка и техника эксперимента. Конструкция разрядного промежутка (рис. 1) включает в себя медный стержневой катод 1, заключенный в керамическую трубку 2, которая обеспечивает электрическую изоляцию электрода и ограничивает его рабочую поверхность торцевой частью диаметром 5 мм. Анод состоит из двух частей: медного полого цилиндра 3 и изготовленной из нержавеющей стали плоской части 4, в которой выполнено эмиссионное окно диаметром 90 мм, перекрытое мелкоструктурной сеткой 5. Полая часть анода в ряде экспериментов подключалась через сопротивление $R = 30$ Ом, при этом электрическое разделение анода осуществлялось стеклянным изолятором 6. Зажигание дугового разряда осуществлялось вспомогательным разрядом по поверхности керамики между катодом 1 и поджигающим электродом 7, который электрически соединен с анодом через резистор $R = 200$ Ом. В разрядном промежутке располагался перераспределяющий электрод 8, подключенный к полой части анода через сопротивление $R = 100$ Ом. Питание источника осуществлялось импульсным блоком питания 9. Амплитуда тока разряда I_d во всех экспериментах составляла 60 А, длительность импульса – 200 мкс, а частота следования импульсов составляла 1,5 Гц.

Плазменный источник размещался на вакуумной камере, которая откачивалась механическим насосом. Давление P изменялось в диапазоне 4–15 Па непосредственной подачей рабочего газа (воздуха) в камеру. Исследование влияния геометрии разрядного промежутка на распределения концентрации плазмы вблизи эмиссионного окна осуществлялось с помощью одиночного ленгмюровского зонда 10, который был размещен на системе перемещения 11. Расстояние от эмиссионного окна до собирающей поверхности зонда составляло 5 мм. Отрицательный потенциал смещения $U_{см} = 100$ В подавался на зонд с помощью источника питания 12.

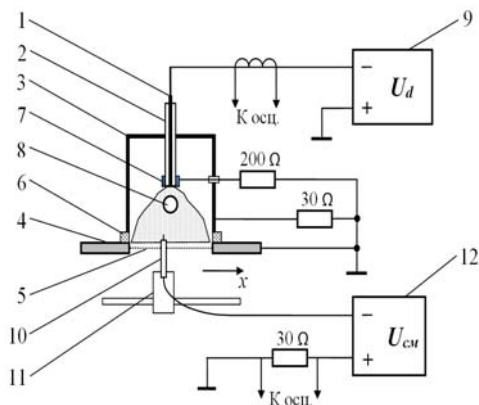


Рис. 1. Схема разрядного промежутка импульсного плазменного источника и схема измерений: 1 – катод; 2 – керамическая трубка; 3 – полая часть анода; 4 – плоская часть анода; 5 – мелкоструктурная сетка; 6 – изолятор; 7 – поджигающий электрод; 8 – перераспределяющий электрод; 9 – импульсный блок питания; 10 – зонд; 11 – система перемещения; 12 – блок питания

Результаты эксперимента и их обсуждение. Радиальные распределения концентрации плазмы n вблизи эмиссионного окна для различных конфигураций разрядного промежутка представлены на рис. 2. Установлено, что использование больших перераспределяющих электродов в разрядном промежутке неэффективно по ряду причин (рис. 2, кр. 4). Наиболее оптимальным электродом оказался шарик диаметром $d_{ш} = 12$ мм.

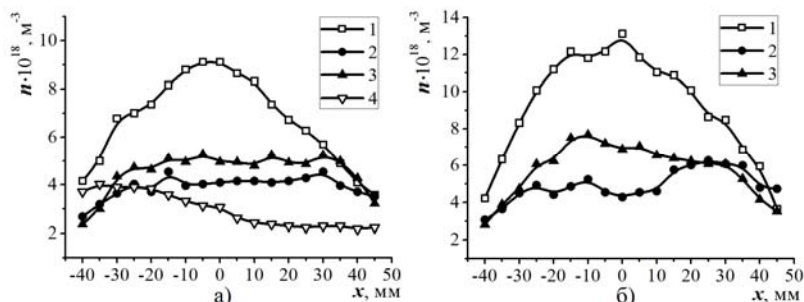


Рис. 2. Радиальные распределения концентрации плазмы n при $P = 4$ Па (а) и $P = 15$ Па (б): 1 – без вставки; 2 – шарик с $d_{ш} = 12$ мм; 3 – шарик с $d_{ш} = 12$ мм и полая часть анода подключена через $R = 30$ Ом; 4 – шарик с $d_{ш} = 24$ мм

Эксперименты показали, что использование перераспределяющих электродов приводит к улучшению равномерности радиального распределения концентрации плазмы вблизи эмиссионного окна (рис. 2, кр. 2), однако при этом абсолютные значения концентрации значительно уменьшаются. Данное уменьшение связано с уходом зараженных частиц на полую часть анода, а также их перехватом самим пере-

распределяющим электродом. Ограничение тока, протекающего через полую часть анода, приводит к росту абсолютных значений концентрации плазмы (рис. 2, кр. 3). Кроме того, увеличение давления рабочего газа также приводит к росту абсолютных значений концентрации эмиссионной плазмы (рис. 2, б), что является отличительной чертой данного плазменного источника электронов, функционирующего в форвакуумном диапазоне давлений.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-2253.2014.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Медовник В.А., Бурдовицин В.А., Двилис Э.С. и др. Структура поверхности алумооксидной керамики при облучении импульсным электронным пучком // ЖТФ. 2013. Т. 83. №1. С. 117–120.

2. Казаков А.В., Климов А.С., Смаилов А.С. и др. Модификация поверхности полимерных материалов импульсным электронным пучком // Доклады ТУСУРа. 2013. №4 (30). С. 75–78.

3. Казаков А.В., Бурдовицин В.А., Медовник А.В., Окс Е.М. Форвакуумный импульсный плазменный источник электронов на основе дугового разряда // Приборы и техника эксперимента. 2013. №6. С. 50–53.

4. Девятков В.Н., Коваль Н.Н., Щанин П.М. // Генерация и транспортировка сильноточных низкоэнергетичных электронных пучков в системе с газонаполненным диодом // ЖТФ. 1998. Т. 68, №1. С. 44–48.

СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЗРАЧНОГО ПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА

Ю.С. Жидик, А.А. Ватюк, Е.Е. Воронюк, каф. ФЭ

Научный руководитель П.Е. Троян, д.т.н., профессор

г. Томск, ТУСУР, meo-dmt@sibmail.com

Проект ГПО ФЭ-1301 – «Расчет и технология формирования проводящего прозрачного покрытия для светодиодов»

Прозрачные проводящие оксиды (TCO – transparent conductive oxide) находят широкое применение в производстве плоских дисплеев, прозрачных электродов и нагревательных элементов. Тонкие пленки таких оксидов применяются в качестве антистатических, просветляющих и барьерных покрытий.

Наиболее известный из TCO – оксид индия, легированный оловом ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ или ITO). Но из-за некоторых факторов, например ограниченности природных запасов индия на планете, производство данного материала будет существенно дорожать. В последнее время рассматриваются другие варианты прозрачных проводящих покрытий, одним

из которых является оксид цинка ZnO, который иногда легируется алюминием или галлием.

Оксид цинка входит в круг полупроводниковых материалов, которые в настоящий период подвергаются наибольшему изучению [1]. Благодаря своим уникальным оптическим, акустическим и электрическим свойствам оксид цинка нашел применение при изготовлении прозрачных электродов в солнечных элементах, в газовых сенсорах, в варисторах, в устройствах генерации поверхностных акустических волн. Будучи прозрачным в широкой области спектра, ZnO обладает высокой стойкостью к облучению, он податлив к химическому травлению и относительно дешев, что делает его привлекательным для применения в микроэлектронике.

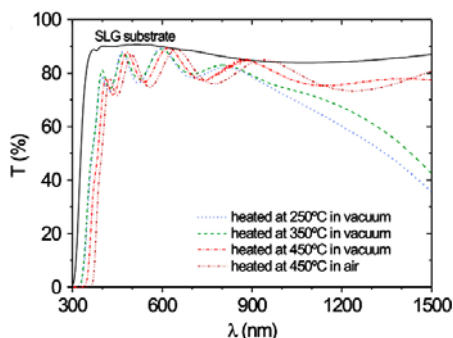
Использование традиционных полупрозрачных контактов при изготовлении светоизлучающих диодов приводит к потере части излучения света из кристалла. Использование пленок оксида цинка ZnO с прозрачностью, близкой к 100% в видимой области спектра (коэффициент пропускания применявшихся ранее пленок Ni/Au составляет около 45%) в качестве, например, дополнительного слоя растекания тока по поверхности кристалла светодиода, существенно увеличивает эффективность вывода света, сгенерированного прибором. При этом исходная мишень у разных авторов различна. Так, в работе [4] пленки наносились магнетронным напылением из мишени ZnO, легированного алюминием. Другие же применяют мишени готового оксида цинка.

Следует отметить, что получение тонких пленок ZnO с заданными структурным совершенством и физическими свойствами (удельное сопротивление и коэффициент пропускания получаемых слоев), а также однородностью по толщине является сложной технологической проблемой, поскольку структура и свойства сильно зависят от условий нанесения. В большинстве работ для повышения прозрачности пленок, полученных различными методами, проводилась их дополнительная термическая обработка. Так, в работе [2] приведена оценка влияния температуры отжига на прозрачность пленок. Стандартные покровные стекла толщиной 0,17 мм с нанесенным на них слоем ZnO толщиной 140 нм подвергались отжигу как в вакууме с остаточным давлением 0,5 Па, так и при атмосферном давлении, на воздухе (рис. 1).

Используемый для нанесения ZnO метод магнетронного распыления допускает контролируемое изменение условий осаждения покрытия, определяющих электрофизические и структурные свойства наносимого покрытия [3]. Вместе с тем для магнетронного осаждения ZnO характерна неоднородность распределения удельного сопротивления

на подложке, связанная с бомбардировкой растущей пленки энергетическими отрицательными ионами и атомами кислорода. При этом напыление в атмосфере смеси аргон – кислород дало чуть более высокие значения удельного поверхностного сопротивления оксидной пленки, которые укладывались в диапазон 1000–2500 Ом/квadrat при толщинах около 150 нм (таблица).

Рис. 1. Зависимость коэффициента пропускания пленок ZnO от температуры отжига



Однако при откачке газов из рабочей камеры сразу после напыления оксидной пленки до давления порядка 10^{-4} – 10^{-5} мм рт. ст. и выполнении отжига в течение 30–40 мин при температуре выше 200 °С было выявлено значительное уменьшение удельного поверхностного сопротивления пленок, напыленных в атмосфере аргона, и составило порядка 300 Ом/квadrat. Затем, при напылении медных контактов к получившейся пленке, точность измерения повысилась и величина удельного сопротивления стала равной 140 Ом/квadrat.

Лучшая из всех полученных нами пленок ZnO обладает удельным сопротивлением 80 Ом/квadrat и коэффициентом пропускания около 90% на длине волны 450 нм. В данном случае на предварительно нагретые подложки пленки напылялись в течение 45 мин при токе магнетрона 100 мА с последующим отжигом в вакууме в течение 30 мин. Следовательно, можно прийти к выводу, что для производства качественных пленок оксида цинка необходимо основное внимание уделять термической обработке структуры. Толщина пленки должна быть более 100 нм для получения хорошей проводимости.

Результаты полученных покрытий

Атмосфера рабочего газа	Слоевое сопротивление, Ом/□	Время напыления, мин	
Аргон+кислород	2100	30	Без отжига
	1450	30	С отжигом
	1200	45	Без отжига
Аргон	800	30	С отжигом
	610	45	Без отжига
	280	45	С отжигом

Для дальнейшего улучшения параметров возможны несколько технических решений:

1) Использование несбалансированной магнетронной системы для определения влияния магнитного поля, создаваемого внешней электромагнитной катушкой магнетрона.

2) Подвод обратного напряжения к подложке с целью ослабить влияние электронов на пленку.

3) Использование мишени оксида цинка, легированного алюминием или галлием. В обоих случаях произойдет существенное улучшение электропроводности структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров А.Н., Оскомов К.В. Пленки легированного галлием оксида цинка, нанесенные с использованием несбалансированной магнетронной распылительной системы. Институт сильноточной электроники СО РАН. Томск, 2012.

2. Сердобинцев А.А., Веселов А.Г., Кирясова О.А. Свойства пленок оксида цинка, синтезированных в низкотемпературном плазменном разряде в условиях бомбардировки компонентами плазмы. Институт радиотехники и электроники. Саратов, 2007.

3. Залесский В.Б., Леонова Т.Р., Гончарова О.В. Получение тонких пленок оксида цинка методом реактивного магнетронного распыления и исследование их электрических и оптических характеристик / Институт электроники НАН Беларуси. М., 2010.

4. Guiller C., Herrero J. Optical, electrical and structural characteristics of Al:ZnO thin films with various thicknesses deposited by DC sputtering at room temperature and annealed in air or vacuum. Departamento de Energía. Madrid, Spain, 2009.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ ОКСИДА ИНДИЯ И ОЛОВА ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Ю.С. Жидик, студент каф. ФЭ

*Научный руководитель П.Е. Троян, зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор
г. Томск, ТУСУР, Zhidikyur@mail.ru*

*Проект ГПО ФЭ-1104 – «Расчет и технология формирования
теплоотводящего покрытия для светодиодов»*

Тонкие пленки оксида индия, легированного оловом (indium tin oxide, ИТО), благодаря низкому удельному сопротивлению и одновременной высокой прозрачности находят широкое применение в электронике и оптоэлектронике, а также в машиностроении. При этом остается актуальным вопрос управления теми или иными свойствами пленок в процессе их нанесения, так как даже небольшое отклонение в технологии значительно сказывается на параметрах пленок.

Целью данной работы является исследование особенностей технологии нанесения пленок ИТО на их свойства и выявление соответствующих закономерностей.

Тонкие пленки ИТО получали методом реактивного магнетронного распыления мишени из сплава индия и олова в кислородосодержащей атмосфере по технологии, разработанной и описанной нами ранее в [1]. Решающим вопросом стало определение зависимости величин удельного поверхностного сопротивления и коэффициента пропускания полученных пленок ИТО от парциального давления кислорода в вакуумной камере. Для этого напыление пленок ИТО осуществлялось в смеси газов Ag и O_2 при различном содержании O_2 , после чего осуществлялся контроль параметров пленок (рис. 1).

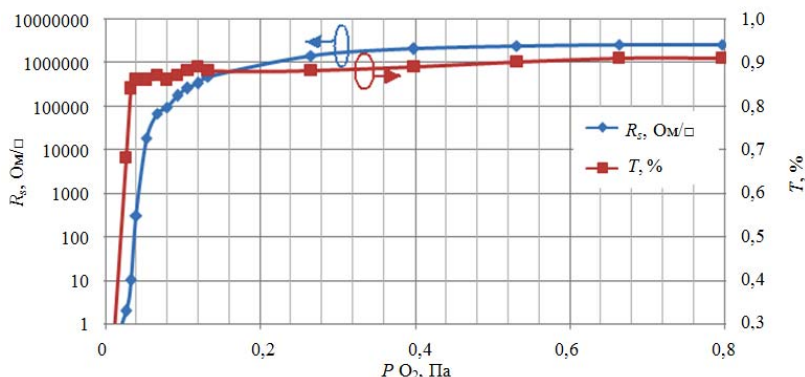


Рис. 1. Зависимость величины поверхностного сопротивления R_s и коэффициента пропускания T пленок ИТО от величины парциального давления кислорода в рабочей смеси газов

Полученные результаты позволили отметить следующее. Пленки, нанесенные распылением мишени In-Sn в атмосфере чистого аргона, как и следовало ожидать, не прозрачны для видимого света вследствие того, что представляют собой пленки металлов. Этим также обусловлено их низкое поверхностное сопротивление.

При распылении мишени только ионами кислорода полученные пленки характеризует высокая прозрачность (более 90%). Однако, с точки зрения электропроводности они являются практически диэлектрическими как до, так и после отжига. Связано это, по всей видимости, с тем, что поскольку их электропроводность обусловлена наличием кислородных вакансий, то они, с одной стороны, обеспечивают наличие электронов проводимости в материале, с другой – вызывают диффузное рассеяние света. В данном случае, в связи с большой кон-

центраций кислорода в составе газовой смеси, кислородные вакансии в пленке практически отсутствуют, что и явилось причиной сочетания высокой прозрачности и низкой электропроводности. Таким образом, варьируя парциальным давлением кислорода в газовой смеси $\text{Ag}+\text{O}_2$, возможно получать пленки ИТО с заданным поверхностным сопротивлением.

Наиболее низкая величина поверхностного сопротивления $10 \text{ Ом}/\square$ при оптической прозрачности оксидных пленок на уровне 85–87% была получена при парциальном давлении кислорода в газовой смеси на уровне 0,03 Па, при этом значительную роль в снижении сопротивления пленок играет их отжиг в вакууме после напыления.

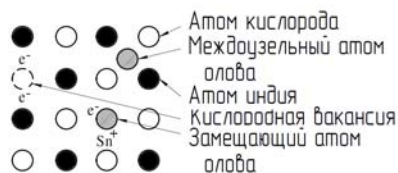


Рис. 2. Упрощенная кристаллическая структура и модель легирования ИТО

Такое поведение характеристик можно объяснить, основываясь на кластерной модели для ИТО [2] и схематической атомной структуре, представленной на рис. 2. Согласно этой модели при высоком парциальном давлении кислорода проводимость ИТО может быть ограничена образо-

ванием кластерных нейтральных дефектов, состоящих из двух замещающих катионов Sn^{4+} и одного междоузельного аниона O^{2-} . Однако некоторые из этих кластеров могут разрушаться при низком парциальном давлении кислорода, так как теряется междоузельный O^{2-} , что даёт два дополнительных электрона проводимости из активных теперь атомов примесей Sn^{4+} на месте In^{3+} . Кластерная модель показывает, что при более низком парциальном давлении кислорода вакансии кислорода дают основной вклад в проводимость. Этот механизм генерации носителей был впервые предложен Франком и Кёстлином.

Измеренные значения концентрации и подвижности основных носителей заряда для образцов с минимальным значением сопротивления составили $9,14 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$ и $19 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ соответственно. Сравнивая измеренные нами значения концентрации и подвижности носителей зарядов с данными, полученными другими коллективами и описанными в [3], можно сделать вывод, что концентрация носителей в получаемых пленках практически достигает своего максимально возможного значения. Это позволяет говорить о том, что используемое соотношение индия и олова в распыляемой мишени (90 вес. % к 10 вес. %) оптимально для получения низкоомных пленок ИТО. При этом значение подвижности в два раза меньше своего максимального значения, что может быть связано с рассеиванием электронов на дислокациях в результате некоторого структурного несовершенства пленок ИТО.

Таким образом, технология синтеза токопроводящих пленок ИТО в значительной степени влияет на их характеристики. Основные критерии получения наилучшего результата – поддержание парциального давления кислорода в рабочей атмосфере на уровне 0,03 Па и проведение высокотемпературного отжига пленок. Все сделанные заключения данной работы не противоречат результатам работ других коллективов, работающих в данной тематике, что позволило объяснить все возникающие явления при нанесении пленок ИТО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жидик Ю.С., Троян П.Е. Технология получения электропроводящих пленок ИТО высокой оптической прозрачности с низким значением величины удельного поверхностного сопротивления // Доклады ТУСУРа. Томск, 2012. № 2(26), ч. 2. С. 169–171.
2. Transparent Electronics: From Synthesis to Applications / A. Facchetti, T.J. Marks. Wiley, 2010. 452 p.
3. Юрченко Г.В. Электрические и оптические свойства пленок ИТО, полученных методом магнетронного распыления // Вопросы атомной науки и техники. Харьков, 2000. № 5. С. 97–98.

ОБРАЩЕННЫЙ ВРЕМЯПРОЛЕТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАСС-ЗАРЯДОВОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ

Д.Б. Золотухин, аспирант, Ю.Г. Юшков, м.н.с. каф. физики

*Научный руководитель Е.М. Окс, д.т.н., профессор, зав. каф. физики
г. Томск, ТУСУР, ZolotukhinDen@gmail.com*

Времяпролетная методика определения состава ускоренного ионного пучка основана на разделении ионов различных масс-зарядовых состояний по времени их пролета в пространстве дрейфа [1]. По сравнению с магнитным анализатором ионного пучка времяпролетный спектрометр заметно проще в изготовлении и использовании, кроме того, он лучше приспособлен для исследования временной эволюции ионного спектра.

Конструкция спектрометра (рис. 1) включает в себя трехэлектродную систему извлечения ионов, затвор, трубу дрейфа (корпус) и узел измерения. Отбор ионов из исследуемой плазмы и формирование ускоренного пучка осуществляются через единичные соосные отверстия диаметром 2 мм в эмиссионном электроде 4, супрессоре 5 и ускоряющем электроде 6, соответственно. Величина постоянного ускоряющего напряжения может достигать 20 кВ.

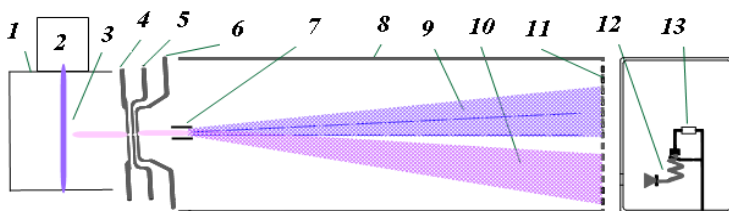


Рис. 1. Упрощенная блок-схема времяпролетного спектрометра: 1 – вакуумная камера; 2 – плазменный источник электронов, 3 – электронный пучок, окруженный пучковой плазмой; 4 – эмиссионный электрод; 5 – супрессор; 6 – ускоряющий электрод; 7 – затвор; 8 – труба дрейфа; 9 – ионный пучок без отклонения; 10 – отклоненный ионный пучок; 11 – сетка-конвертер; 12 – детектор; 13 – измерительный резистор

Исследования масс-зарядового состава пучковой плазмы проводилось на экспериментальной установке, блок-схема которой представлена на рис. 1. Электронный пучок 3, генерируемый плазменным источником электронов 2, распространялся в вакуумной камере 1, ионизируя остаточный газ, образуя при этом вокруг себя пучковую плазму. Давление в вакуумной камере составляло от 5 до 20 Па. Давление во времяпролетном масс-спектрометре $\sim 10\text{--}2$ Па. Для обеспечения перепада давления между камерой и масс-спектрометром устанавливалась система диафрагм, а также относительно малые размеры отверстий системы извлечения 4–6 в сочетании с дифференциальной откачкой обеспечивают необходимый перепад давлений. Ионы из пучковой плазмы под действием электрического поля системы извлечения попадают в масс-спектрометр. Расстояние от области образования пучковой плазмы до сеточного электрода-конвертора 11 составляет 135 см, что создает определенные трудности в юстировке ионно-оптической системы, оказывая значительное влияние на чувствительность и разрешающую способность масс-спектрометра.

На рис. 2 в качестве иллюстрации приведен масс-спектр пучковой плазмы в гелии при давлении 7 Па.

В масс-спектре кроме пика, соответствующего гелию, присутствуют пики кислорода и азота, обусловленные наличием остаточной атмосферы в вакуумной камере.

Зависимость амплитуды сигнала от тока пучка при различных давлениях приведена на рис. 3.

С увеличением давления в вакуумной камере из-за неточно подобранных диаметров отверстий в электродах 4–6 система откачки спектрометра не обеспечивает необходимого давления в нем (6,5–25 мПа) при увеличении давления в вакуумной камере выше

10–12 Па. Это приводит к тому, что с увеличением давления амплитуда сигнала уменьшается и при давлениях выше 17–20 Па не зависит от давления. На наш взгляд, это обусловлено рассеянием пучка ионов в трубе дрейфа спектрометра.

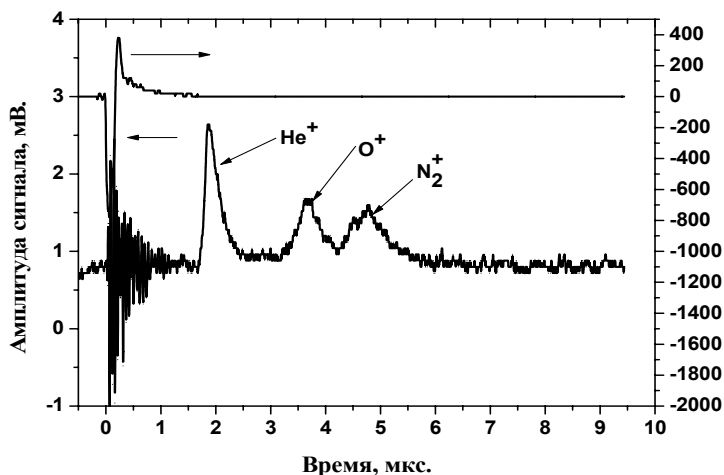


Рис. 2. Масс-спектр пучковой плазмы в аргоне при давлении 7,5 Па (ускоряющее напряжение 10 кВ, ток пучка 40 мА, напряжение отсечки 6,6 кВ, отклоняющее напряжение 690 В, напряжение на ВЭУ 3,5 кВ)

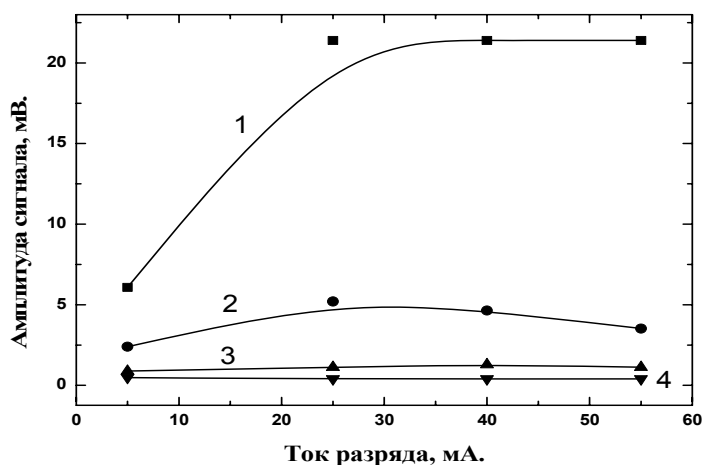


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигнала от тока пучка при различных давлениях: 1 – 7,5 Па, 2 – 15 Па, 3 – 20 Па, 4 – 25 Па

Разработан обращенный времяпролетный спектрометр, обеспечивающий возможность определения масс-зарядового состава плазмы, генерируемой в области повышенных давлений. Несмотря на то, что спектрометр специально создавался для исследования пучковой плазмы, генерируемой форвакуумным плазменным источником электронов, он также может быть использован для изучения параметров плазмы широкого круга разрядных систем низкого давления [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Mirsaleh-Kohan N., Robertson W.D. and Compton R.N. // Mass Spectrometry Reviews. 2008. №27. P. 237–285.
2. Гушенец В.И., Бурачевский Ю.А., Визирь А.В., Окс Е.М., Савкин К.П., Тюньков А.В. Обращенный времяпролетный спектрометр для исследования масс-зарядового состава плазмы: матер. XI Междунар. конф. «Газоразрядная плазма и ее применение». Томск, 2013.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ

Т.Б. Жунысбек, магистрант каф. ФЭ,

К.А. Афанасьева, магистрант каф. ПрЭ

Научный руководитель С.В. Смирнов, профессор каф. ФЭ, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, serafim.smirnov@mail.ru

Излучательная рекомбинация в полупроводниковых гетероструктурах со множественными квантовыми ямами при электрическом способе возбуждения – одно из наиболее важных оптических явлений, которое дает возможность создания новых высокоэффективных источников света. Эффективность преобразования электрической энергии в световую зависит от многих факторов, в том числе и от плотности тока и прямого падения напряжения на р–п. В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований вольт-амперных характеристик светодиодов. Для исследования были выбраны светодиоды фирмы Forgyard (China), отличающиеся цветом свечения. Характеристики светодиодов представлены в таблице.

Исследования проводились с помощью измерителя импеданса Е7-20, компьютерная обработка результатов проводилась с помощью программы, написанной для этого прибора: «Измеритель ВАХ, ВФХ. Анализатор Rs».

На рис. 1 представлены ВАХ светодиодов при прямом смещении.

Характеристики светодиодов

Светодиод	FYL-5013UWC/S	FYL-5013UBC/S	L-53EC	FYL-5013UYC/S	FYL-5013UGC/S
Цвет свечения	Белый	Ярко-синий	Красный	Желтый	Ярко-зеленый
Материал кристалла	InGaN	InGaN			
Диаметр	5 мм	5 мм	5 мм	5 мм	5 мм
Прямой ток	30 мА	30 мА	30 мА	30 мА	30 мА
Прямое напряжение	2,8–3,6 В	3,8 В	2,5 В	2,0–2,5 В	2,2 В

ВАХ диодов

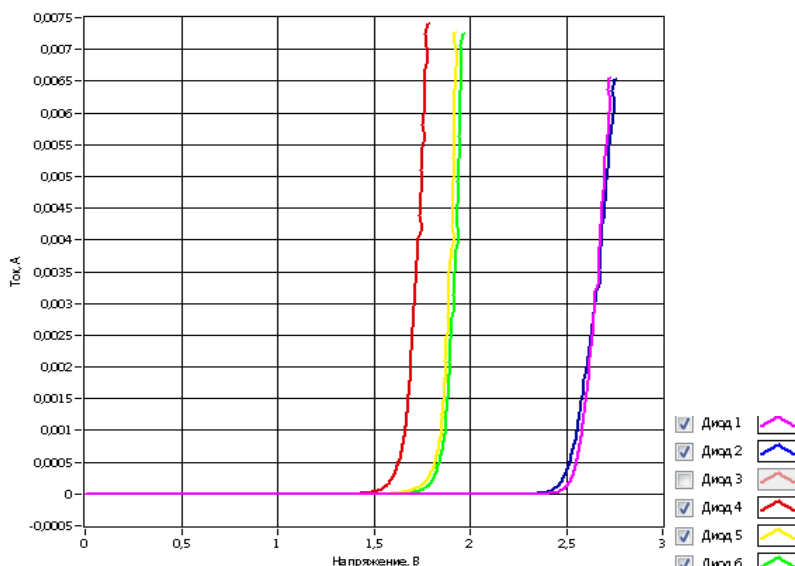


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики светодиодов при прямом смещении:

1 – FYL-5013UWC/S; 2 – FYL-5013UBC/S; 4 – L-53EC;

5 – FYL-5013UYC/S; 6 – FYL-5013UGC/S

На рис. 2 представлены ВАХ светодиодов при обратном смещении.

Из графика видно, что светодиоды синего и белого свечения обладают более высоким пороговым напряжением. Также можно заметить, что при обратном смещении характеристика диода белого свечения нелинейна и имеет выраженные отклонения. Полученный вид ВАХ подтверждает наше предположение о влиянии квантово-размерных эффектов на ВАХ светодиода с множественными квантовыми ямами.

ВАХ диодов

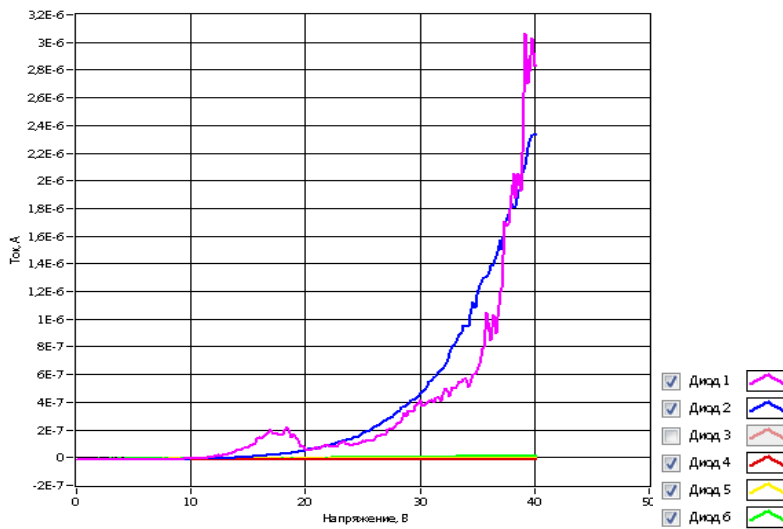


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики светодиодов при обратном смещении: 1 – FYL-5013UWC/S; 2 – FYL-5013UBC/S; 4 – L-53EC; 5 – FYL-5013UYC/S; 6 – FYL-5013UGC/S

Таким образом, по полученным данным можно сделать вывод, что отклонения на ВАХ являются следствием квантово-размерных эффектов, т.е. следствием перераспределения и накопления зарядов в квантовых ямах.

Но для полного анализа необходимо провести дополнительные измерения вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик светодиодов при низких температурах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юнович А.Э. Ключ к синему лучу, или О светодиодах и лазерах, голубых и зеленых. Химия и жизнь. 1999. № 5–6. С. 46–48.
2. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. М.: Физматлит, 2008. С. 83–85.
3. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники. М.: Физматкнига, 2006. С. 385–386.

ЦВЕТОПЕРЕДАЧА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

С.П. Панова, Е.А. Малаева, студентки каф. ФЭ

г. Томск, ТУСУР, sofya.panova.312@mail.ru

Светодиод, или светоизлучающий диод (СИД, в английском варианте LED – light emitting diode) – полупроводниковый прибор, излучающий некогерентный свет при пропускании через него электрического тока (рис. 1). Работа основана на физическом явлении возникновения светового излучения при прохождении электрического тока через p – n -переход. Цвет свечения (длина волны максимума спектра излучения) определяется типом используемых полупроводниковых материалов, образующих p – n -переход.

Цвет светодиода зависит от материалов, использующихся при изготовлении. Например, голубой светодиод с длиной волны 450–500 нм содержит: селенид цинка (ZnSe), индия-галлия нитрид (InGaN) и карбид кремния (SiC) в качестве слоя основы.

Рис. 1. Строение светодиода



На сегодняшний день пока не существует полупроводниковых материалов, применение которых в светодиодах позволило бы получить белый цвет, поэтому белый цвет получается двумя методами:

Комбинация светодиодов разного цвета (RGB-LEDs) для получения белого – метод позволяет получить высокое качество цвета и возможность подстройки цвета, но стоимость светодиодных ламп весьма высока по аналогии с люминесцентными лампами, покрытием люминофором светодиода синего цвета. Достоинство этого метода – дешевизна и высокий индекс (коэффициент) цветопередачи (CRI). Но из-за покрытия фосфором снижается световая эффективность.

Белый свет получается при смешивании цветов, когда на одной подложке одновременно работают три светодиода – красный, голубой и зеленый, либо структура InGaN, излучающая длину волны 470 нм (синий цвет). Сверху на нее наносится люминофор, излучающий в широком диапазоне видимого спектра и имеющий максимум в его желтой части.

Обычно характеристики светодиодов группируют в пять больших разделов: фотометрические, радиометрические, гониометрические,

колориметрические и эксплуатационные (продолжительность срока службы). К фотометрическим относятся параметры, находящиеся в пределах видимых спектров (световой поток и сила света), а к радиометрическим – в пределах невидимых (оптическая мощность, энергетическая освещенность и т.д.). Гониометрические характеристики показывают угол светового потока (10–120°), а колориметрические – его цвет. Что касается последних, то в настоящее время существуют светодиоды с излучением различных цветов, а также те, которые способны выдавать любой оттенок (rgb тип).

Яркость светодиода характеризуется световым потоком и осевой силой света, а также диаграммой направленности. Существующие светодиоды разных конструкций излучают в телесном угле от 4 до 140°.

Цвет, как обычно, определяется координатами цветности и цветовой температурой, а также длиной волны излучения.

Для сравнения эффективности светодиодов между собой и с другими источниками света используется светототдача: величина светового потока на один ватт электрической мощности.

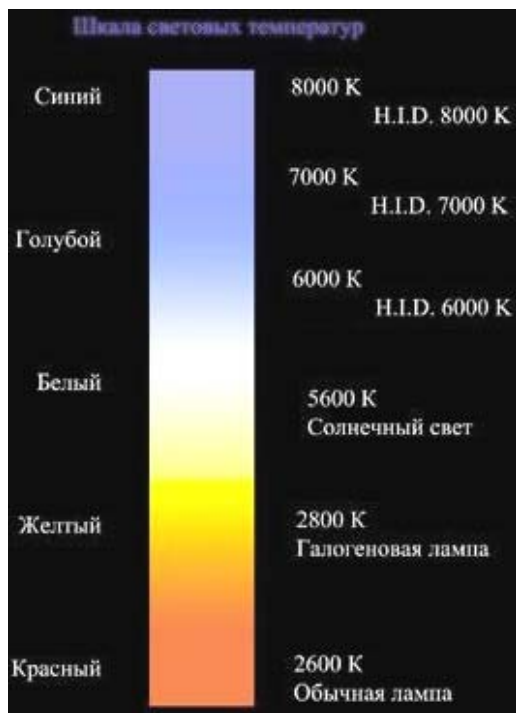


Рис. 2. Шкала световых температур

Также при рассмотрении светодиодов следует уделить внимание такому параметру, как цветопередача. Цветопередача – это относительная величина, определяющая, насколько естественно передаются цвета предметов в свете той или иной лампы. Цветопередающие свойства ламп зависят от характера спектра их излучения. Индекс цветопередачи (Ra) эталонного источника света (т.е. идеально передающего цвет предметов) принят за 100 (рис. 2).

Чем ниже этот индекс у лампы, тем хуже ее цветопередающие свойства. Комфортный для человеческого зрения диапазон цветопередачи составляет 80–100 Ra. Например, у традиционной лампы накаливания индекс цветопередачи составляет 80 Ra при цветовой температуре в 2700 К. Если говорить о светодиодных лампах, то они обладают исключительно высоким индексом цветопередачи, который составляет 85–90 Ra. У светодиодных ламп спектр излучения более приближен к натуральному. Качество цветовой составляющей спектра люминесцентных ламп намного ниже, и поэтому свет от такой лампы кажется «мертвым» и ненатуральным, а резкие пики в основных цветах спектра люминесцентных ламп заставляют вас неправильно воспринимать некоторые цвета и оттенки.

По источникам независимых исследований, именно нейтральный белый свет является наиболее комфортным для офисной работы, и в нем предметы становятся наиболее четкими.

Светодиодные световые приборы являются безынерционными: не требуется времени для прогрева или отключения, отсутствует вредное воздействие циклической подачи питания.

Технологии изготовления светодиодов белого цвета, пригодных для целей освещения, находятся в стадии активного развития. Исследования в этой области стимулируются повышенным интересом со стороны общества. Перспективы значительной экономии энергии привлекают инвестиции в сферу изучения процессов, развития технологии и поиска новых материалов.

СЕКЦИЯ 12

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Михальченко Г.Я., директор НИИ ПрЭ,
профессор, д.т.н.,
зам. председателя – Семенов В.Д., профессор,
зам. зав. каф. ПрЭ по НР, к.т.н.*

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОЖДЕНИЯ

*Д.Е. Железовский, В.В. Анисимов, студенты каф. ПрЭ
Научный руководитель С.Г. Михальченко, д.т.н., доцент каф. ПрЭ
г. Томск, ТУСУР, denistusur370-1@yandex.ru
Проект ГПО ПрЭ-0848*

В последнее время широкое распространение получили перевозки пассажиров автобусами малой и особо малой вместимости (микроавтобусами). Однако широкое распространение таких перевозок пассажиров привело к повышению аварийности. Зачастую мы остаёмся недовольными функционированием сервисов этой структуры. Несоблюдение графика движения, плохие условия перевозки, недостаточный уровень профессионализма водителей – всё это встречал каждый. В век автоматизации и информационных технологий это кажется неуместным.

Целью данной статьи является разработка устройства контроля качества вождения (УККВ) для решения и предупреждения комплекса проблем (рис. 1):

- низкое качество вождения;
- отсутствие контроля качества вождения;
- разрозненность и неконтролируемость автотранспорта, участвующего в пассажирских перевозках.

Это устройство является частью системы контроля качества вождения, в которую, помимо этого устройства, будет входить программное обеспечение, служащее для обработки полученных данных и сравнения с критическими. ПО устанавливается на компьютере в диспетчерском пункте.

УККВ предназначено для постоянного мониторинга качества вождения пассажирского автотранспорта, определения аварийных и опасных ситуаций, непрерывной передачи текущих значений координат места, времени и путевой скорости транспортного средства, а так-

же передачи их на диспетчерский пункт по каналам беспроводной связи для дальнейшей обработки.

Устройство контроля состоит из 6 основных модулей:

- микроконтроллер;
- модуль спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS;
- модуль мобильной связи;
- датчик ускорения (акселерометр);
- ПЗУ;
- источник питания.

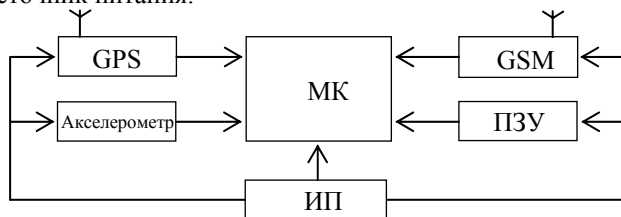


Рис. 1. Структурная схема УККВ

Основную задачу выполняет микроконтроллер семейства AVR Atmega16, который управляет работой всех модулей.

Модулем спутниковой навигации был выбран ML8088s компании НАВИА, который использует 32 параллельных канала приема сигнала и может использовать одновременно две спутниковые системы – ГЛОНАСС и GPS. Погрешность определения координат этого модуля составляет не более 3 м, а горячий запуск порядка 4 с. Для связи микроконтроллера с модулем используется последовательный порт UART. Основной его функцией является определение координат места положения, скорости транспортного средства, а также ускорения в начале движения и при торможении.

Передача данных от устройства в диспетчерский пункт происходит при помощи мобильной сети. Для этой цели был выбран модуль Sim5320. Модуль совмещает в себе функции модуля стандартов WCDMA/GSM/GPRS/EDGE, имеет скорость чтения до 3,6 Мб/с из сети на модуль до 384 кб/с из модуля в сеть. Планируется, что устройство будет передавать каждую секунду пакет объемом не более 1,5 кБ. При скорости 1,5 кБ/с суммарный трафик в день, в расчете на 20 ч работы, составит примерно 100 Мб. Также этот модуль можно использовать для более точного, быстрого определения координат с использованием технологии A-GPS.

Основным модулем контроля является трехосевой цифровой акселерометр LIS302DL, который определяет три основных угла в разных плоскостях: крен, тангаж и рыскание. Два диапазона измерения

2G/8G. С помощью угла крена можно фиксировать качество вхождения автобуса в поворот и опасность маневров. С помощью угла тангажа можно фиксировать ускорение в начале движения и при остановке (комфортным ускорением является 1–2 м/с). С помощью угла рыскания можно фиксировать опасность маневров и заносы автобуса. Также акселерометром можно исключить дрейф координат и скорости при стоянке автобуса. Для связи микроконтроллера с модулем используется последовательная шина данных I2C (рис. 2).

Устройство, установленное на транспортном средстве, снимает показания скорости, ускорения по трем осям и координаты места, в микроконтроллере формируется пакет данных. Далее по каналу мобильной связи пакет данных отправляется в диспетчерский пункт, где происходит анализ качества вождения.

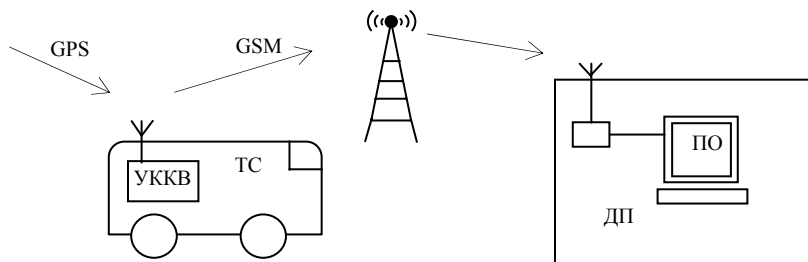


Рис. 2. Система контроля качества вождения

В настоящее время произведена сборка устройства, отладка алгоритмов работы и подготовка устройства к тестированию. В ходе тестирования будет произведена отладка алгоритмов работы и получены экспериментальные данные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аппаратура навигационная потребителей глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS GL8088s и ML8088s. Руководство по эксплуатации. Редакция 2.7. СПб., 2013. 35 с.
2. Atmega 16, datasheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>, свободный.
3. SIM52xx GPS Application Note V1.00, Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mt-system.ru/catalog/sim5320>, свободный.

ВЫБОР ЧАСТОТЫ КОММУТАЦИИ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОНИЖАЮЩЕ-ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПЯЖЕНИЯ

В.И. Апасов, аспирант каф. ПрЭ

*Научный руководитель С.Г. Михальченко, доцент каф. ПрЭ, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, vovaap@mail.ru*

Рассматриваемый преобразователь обеспечивает одинаковую полярность входного и выходного напряжения с возможностью получения выходного напряжения как больше входного, так и меньше, при меньших потерях на элементах и номиналов токов через ключи и диоды, в сравнении с импульсными преобразователями с разделительным конденсатором. При проектировании преобразователей данного типа возникает вопрос с выбором частоты коммутации силовых ключей. Исследование динамики замкнутых систем регулирования ключевого типа заключается в их описании нелинейными уравнениями кусочно-непрерывного типа для дальнейшего применения бифуркационного подхода в анализе динамических режимов.

Схема замещения рассматриваемого комбинированного преобразователя представлена на рис. 1.

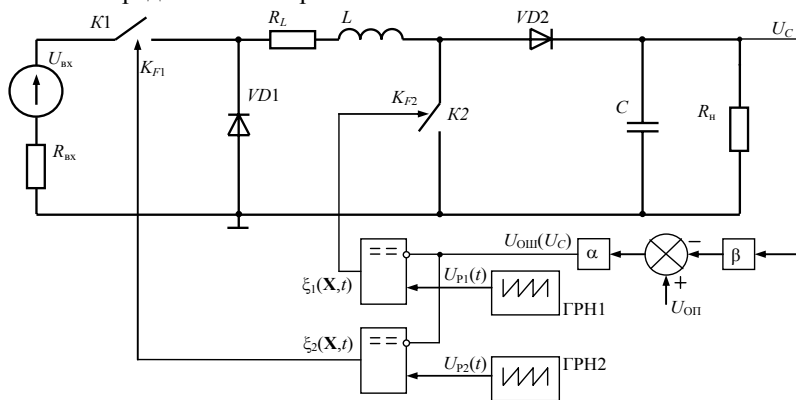


Рис. 1. Структурная схема комбинированного преобразователя
со стабилизацией выходного напряжения

Система управления данного преобразователя представляет собой структуру с отдельными контурами управления для ключей понижающего преобразователя и повышающего [1].

Математическая модель данного преобразователя представляет собой систему дифференциальных уравнений с переменными матри-

цами состояний **A** и **B** для каждого из возможных состояний схемы, зависящей от коммутационных функций $K_F(\xi)$:

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

Здесь **X** – вектор переменных состояний, $\mathbf{X} = \{i_L, U_C\}$ – ток в дросселе и напряжение на выходном конденсаторе.

Данная математическая модель была рассмотрена ранее в [2], где также была приведена ее применимость для решения задач подобного рода по поиску *m*-цикловых режимов работы преобразователя [3].

При проведении вычислительных экспериментов приняты следующие параметры модели: $R_{\text{вх}} = 3 \text{ Ом}$; $L = 10 \text{ мГн}$; $C = 5000 \text{ мкФ}$; $R_L = 10 \text{ мОм}$; $U_{\text{оп}} = 6,3 \text{ В}$; $U_{\text{pm}} = 1,5 \text{ В}$; $U_{02} = 0,116 \text{ В}$; $\alpha = 1,5$; $\beta = 1$; $\tau = 0,00005 \text{ с}$. Параметры $U_{\text{вх}}$ и $R_{\text{вх}}$ являются варьируемыми величинами.

В результате исследований были получены зависимости выходного напряжения и тока дросселя преобразователя с активной нагрузкой рис. 2–5.

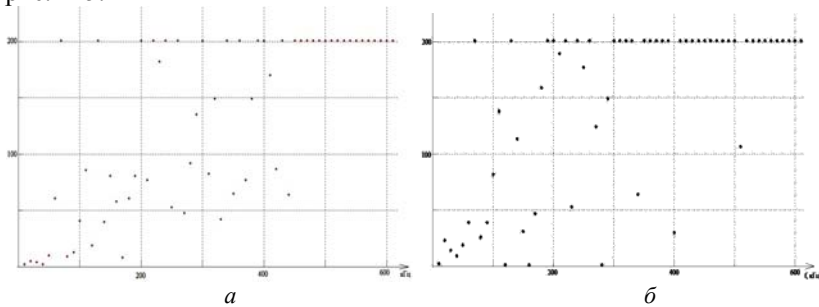


Рис. 2. Количество циклов выходного напряжения при изменении частоты коммутации: *a* – режим понижения; *б* – режим повышения

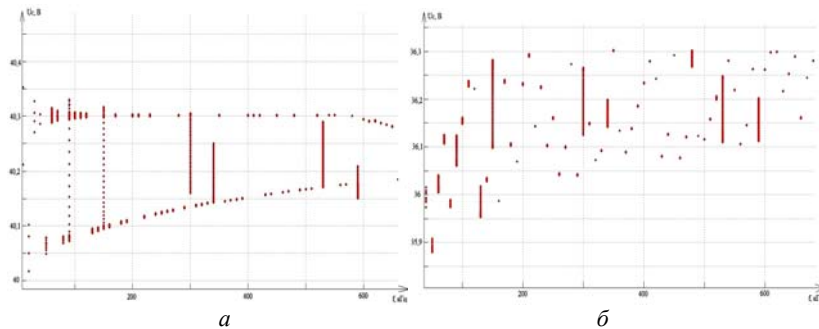


Рис. 3. Бифуркация напряжения на выходе в зависимости от частоты коммутации: *a* – режим понижения; *б* – режим повышения

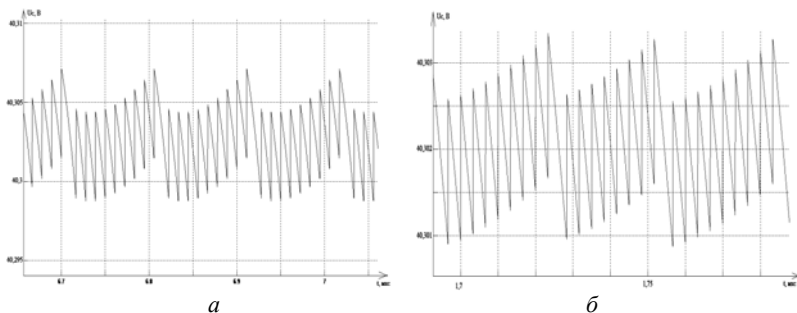


Рис. 4. Напряжение на выходе преобразователя в режиме понижения:
a – m -цикл = 18; *б* – m -цикл > 200

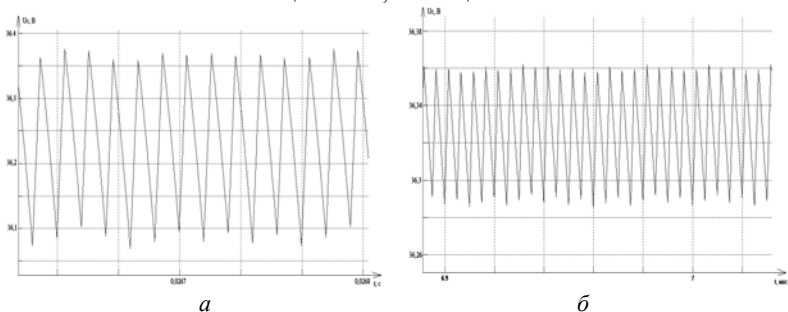


Рис. 5. Напряжение на выходе преобразователя в режиме повышения:
a – m -цикл = 12; *б* – m -цикл > 200

Полученные результаты математического моделирования позволили оценить коэффициенты пульсаций для напряжения на выходном конденсаторе $K_{\Pi}(U_C)$ для активной нагрузки при различных режимах.

Режим понижения:

$$K^{m=18}_{\Pi}(U_C < U_{BX}) = 0,015\% ;$$

$$K^{m=200}_{\Pi}(U_C < U_{BX}) = 0,005\% .$$

Режим повышения:

$$K^{m=18}_{\Pi}(U_C > U_{BX}) = 0,7\% ;$$

$$K^{m=200}_{\Pi}(U_C > U_{BX}) = 0,41\% .$$

В результате можно видеть, что пульсации напряжения $K_{\Pi}(U_C)$, полученные в режиме понижения и повышения при бифуркациях выходного напряжения, больше в 2–3 раза при меньших количествах

m -циклов режимов. При этом можно наблюдать, что с увеличением частоты коммутации силовых ключевых элементов наблюдается увеличение m -циклов выходного напряжения.

Заключение. Исходя из проведенного исследования влияния частоты коммутации силовых ключевых элементов на выходное напряжение было выявлено, что при меньших частотах коммутации напряжение на конденсаторе имеет меньшее количество m -циклов режимов работы, но при этом коэффициент пульсаций возрастает по сравнению с работой на более высоких частотах (более 200 кГц).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. М.: Техносфера, 2006. 632 с.
2. Апасов В.И., Михальченко С.Г., Коцубинский В.П. Математическое моделирование комбинированного преобразователя напряжения со стабилизацией выходного напряжения // Доклады ТУСУРа. 2013. №4(30). С. 96–102.
3. Нелинейная динамика полупроводниковых преобразователей / А.В. Кобзев, Г.Я. Михальченко, С.Г. Михальченко, А.И. Андриянов. Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2007. 224 с.
4. Михальченко С.Г. Функционирование импульсно-модуляционных преобразователей в зонах мультистабильности // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2012. №1(25), ч. 1. С. 259–268.

РАСТВОРЫ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ ПРОВОДНИКОВ

А.В. Берестов, Р.В. Денисенко, студенты 2-го курса каф. РЭТЭМ

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

г. Томск, ТУСУР, streber93@mail.ru

Технология струйной печати в настоящее время призвана решать самые разнообразные задачи. Использование функциональных возможностей струйной печати чрезвычайно широко и соответственно предполагает применение материалов разной структуры, свойств и возможностей воспроизведения изображения, в том числе для нанесения электропроводящих и других функциональных покрытий.

Изделия электроники на базе новых проводящих материалов, которые появятся в ближайшем десятилетии, качественным образом могут изменить условия эксплуатации и возможности использования электронного оборудования и расширить области применения информационных технологий [1].

Описания параметров и характеристик растворов проводящих материалов разрозненны и не систематизированы. В настоящей работе

решается задача анализа и сопоставления характеристик представленных на рынке растворов проводящих материалов.

Электропроводящие растворы сами по себе не обладают проводящими свойствами. Свойства проводить ток у них появляются после запекания, сушки или засветки ультрафиолетовым светом, всё зависит от типа раствора. Основные характеристики растворов: чёткость граней дорожек, высокая проводимость, вязкость, соответствующая требованиям устройства печати. Один из важнейших показателей – ширина электропроводящего слоя, хорошим показателем считается 50–100 мкм.

На данный момент на рынке печатных технологий есть несколько компаний, поставляющих электропроводящие растворы.

В таблице приведены характеристики электропроводящих растворов компаний InkTec и Sun Chemicals.

Характеристики электропроводящих растворов TEC-IJ-010, TEC-IJ-030 и Silver nanoparticle ink

	TEC-IJ-010	TEC-IJ-030	Silver nanoparticle ink
Вязкость	9 сП	3 сП	10 сП
Весовой процент содержания металлов	15%	40%	20%
Температура спекания	130 °C	300 °C	150 °C
Время спекания	10 мин	30 мин	—
Толщина печатного слоя	324 нм	1,5 мкм	150 нм
Поверхностное сопротивление	160 МОм/квадрат	20 МОм/квадрат	—
Удельное объёмное электрическое сопротивление	$4,2 \cdot 10^{-6}$ Ом*см	$2,8 \cdot 10^{-6}$ Ом*см	$5 \cdot 10^{-6}$ Ом*см

Корейская компания InkTec успешно развивает производство токопроводящих растворов, область применения которых обширна. С их помощью можно получить: гибкие прозрачные батареи, пластиковые фотоэлементы и пр. Они показывают хорошую проводимость и высокую адгезию к различным субстратам после кратковременного спекания [2].

Ещё одна компания, которая занимается производством проводящих растворов, это Sun Chemicals – крупнейший в мире производитель

типографских красок и пигментов. Sun Chemicals производят электропроводящие растворы на основе серебра, которые обладают высокой проводимостью электрического тока.

Электропроводящие растворы на основе серебра имеют хорошие характеристики, что в свою очередь позволяет применять их для создания различных печатных плат, RFID-меток и других элементов электронной технологии.

По прогнозам, рынок печатной электроники ожидает значительный рост (до 48,2 млрд долларов США к 2017 г.), рост, который будет распределен между потенциальными приложениями (дисплеи, фотогальванические элементы, RFID, датчики, модули памяти и печатные платы). Таким образом, в развитии материалов микроэлектроники на современном этапе полимерные и органические материалы занимают ведущие позиции [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Фадейкина И.Н. Получение электропроводящих изображений методом струйной печати. [Электронный ресурс]. URL: <http://tekhnosfera.com/poluchenie-elektroprovodyaschihi-izobrazheniy-metodom-struynoy-pechati> (дата обращения: 25.02.2014)
2. InkTec: чернила и картриджи [Электронный ресурс]. URL: http://www.inktec.com/english/product_info/electronic_tec.asp (дата обращения: 28.02.2014).
3. Sigma – Aldrich поставщик химических реактивов и лабораторного оборудования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/719048?lang=en®ion=RU> (дата обращения: 01.03.2014).
4. Козырев Н. Чернильные проблемы печатной электроники. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.coffee-break.ru/community/cid44/669/> (дата обращения: 02.03.2014).

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА С СИСТЕМОЙ АУТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ В MATLAB SIMULINK

*Д.Б. Бородин, магистрант, Р.Г. Калинин, аспирант каф. ПрЭ,
В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО*

*Научный руководитель В.Д. Семёнов, к.т.н., профессор
г. Томск, ТУСУР, Borodindanila@mail.ru*

*Проект ГПО ПрЭ-0732 – «Источник питания для электродуговой
сварки»*

Системы фазовой автоподстройки частоты нашли применение не только в современной радиоаппаратуре, но и в системах управления

устройств, использующих фазодетектирующие устройства и устройства фазовой манипуляции для синхронизации сигналов. Одними из таких устройств являются устройства для индукционного нагрева.

В данной статье приводятся имитационные модели в MatlabSimulink систем с автоподстройкой частоты, рассмотренных ранее [1].

Функциональную схему преобразователя с системой автоподстройки частоты в общем виде представим на рис. 1.

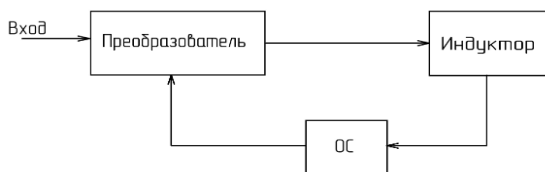


Рис. 1. Обобщённая функциональная схема преобразователя с системой автоподстройки частоты

На рис. 2 представлена имитационная модель преобразователя с системой автоподстройки частоты по току индуктора.

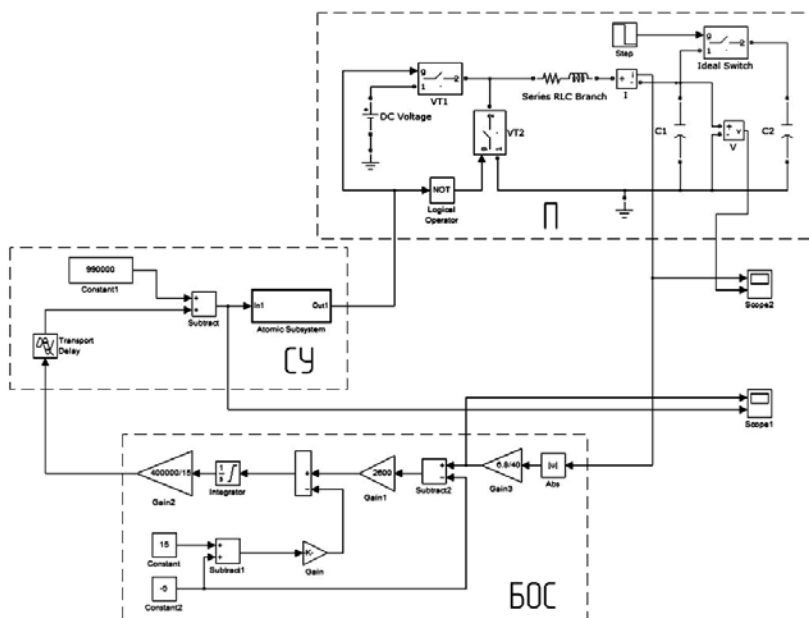


Рис. 2. Имитационная модель преобразователя с автоподстройкой частоты по току в Matlab Simulink: П – преобразователь, СУ – система управления, БОС – блок обратной связи

Блок преобразователя П состоит из транзисторов VT1, VT2 IdealSwitch. Источник питания Е представлен источником постоянного напряжения DCVoltage. Индуктор представлен эквивалентной RLC-цепью с реальными параметрами устройства. Блок системы управления СУ состоит из генератора линейно изменяющегося напряжения ГЛИН, выполненного в отдельном блоке Atomic Subsystem, и сумматора Subtract. Блок обратной связи БОС состоит из блока преобразования сигнала Abs, усилителей Gain1–Gain4, с различными коэффициентами усиления, блоков задания постоянного значения Constant1–Constant3 и сумматоров Subtract1–Subtract3.

Принцип работы заключается в следующем: сигнал с датчика тока поступает на фазовый детектор, выполненный на сумматоре, и сравнивается с сигналом «эталонной частоты». Далее разница частот интегрируется и поступает на вход системы управления для настройки преобразователя на резонансную частоту. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

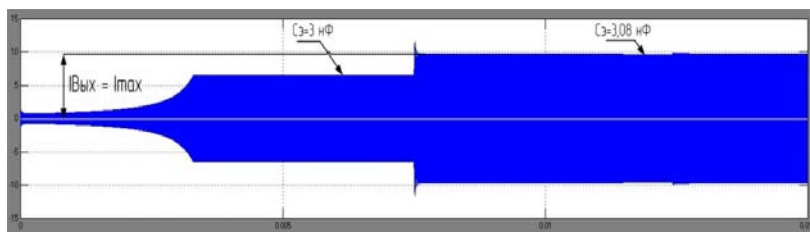


Рис. 3. Результаты моделирования: ток в индукторе, где $C_3 = C_1 + C_2$

Результаты моделирования показывают, что время «выхода на режим» (установление резонанса) в системе с автоподстройкой по току равно 3,4 мс, а при изменении параметров индуктора – 700 мкс.

На рис. 4 представлена имитационная модель преобразователя с системой автоподстройки частоты, в которой синхронизация осуществляется при помощи фазы тока и фазы напряжения индуктора.

Блок преобразователя П состоит из стойки транзисторных ключей UniversalBridge. Вторичный источник питания Е также заменен источником постоянного напряжения DCVoltage. Индуктор представлен эквивалентной RLC-цепью с реальными параметрами устройства. Блок системы управления СУ состоит из генератора ГЛИН, выполненного на интеграторе Integrator1, и двух компараторов ComparetoConstant и ComparetoConstant1. Блок обратной связи БОС состоит из RS-триггера S-RFlip-Flop и элементов логического «ИЛИ» Logicaloperator, преобразователя типа данных сигнала Double, сумматора Sum, усилителя Gain1 и интегратора Integrator.

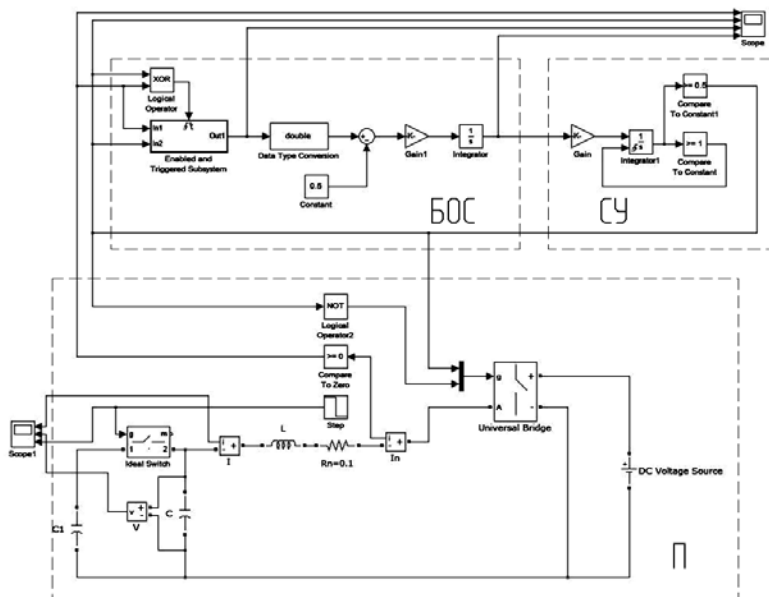


Рис. 4. Имитационная модель преобразователя с системой автоподстройки по току и напряжению в Matlab Simulink: П – преобразователь; СУ – система управления; БОО – блок обратной связи

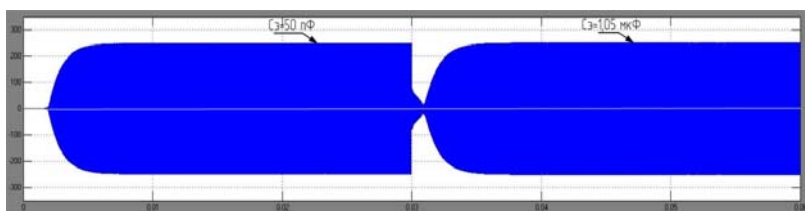


Рис. 5. Результаты моделирования: ток и индукторе, где $C_3 = C_1 + C_2$

Результаты моделирования данной системы показывают, что время выхода на режим составляет 5 мс (рис. 5).

Представленные в данной статье результаты моделирования систем с автоподстройкой частоты показывают, что время переходного процесса (выход на резонанс) системы автоподстройки по току меньше аналогичной. Также можно отметить преимущества данной системы в отсутствии дополнительно контура автоподстройки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин Д.Б., Калинин Р.Г., Федотов В.А. Системы автоподстройки частоты для устройств индукционного нагрева // Наука. Технологии. Иннова-

ции: матер. Всерос. науч. конф. молодых учёных: в 10 ч. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. Ч. 2. 241 с.

2. Кухтецкий С.В. Способы подстройки частоты лабораторного инвертора [Электронный ресурс]. Институт химии и химической технологии СО РАН. г. Красноярск: <http://www.icct.ru/Practicality/Papers/08-04-2011/Invertor-04.php>

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ЗАЗОРА КОНЦЕНТРАТОРА МАГНИТНОГО ПОТОКА В ИНДУКТОРЕ НА НАГРЕВ МЕДНЫХ ПРОВОДОВ РАЗНЫХ ДИАМЕТРОВ

Р.Г. Калинин, аспирант каф. ПрЭ, В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО

*Научный руководитель В.Д. Семёнов, зам. зав. каф. ПрЭ по НР,
профессор, к.т.н.*

г. Томск, ТУСУР, ФЭТ, rokali@mail.ru

Вопрос об эффективности нагрева медного провода рассматривался нами ранее [1, 2], где было обозначено, что наиболее приемлемым вариантом конструктивного исполнения индуктора для зачистки лакированных проводов будет индуктор с концентратором из феррита, наводящим поперечное магнитное поле относительно нагреваемого провода. В связи с этим были поставлены вопросы [3], касающиеся особенностей конструкции такого индуктора.

Данная статья посвящена исследованию влияния геометрии зазора концентратора на нагрев медных проводов разных диаметров с использованием программы расчета моделей методом конечных элементов (МКЭ) *Ansoft Maxwell*.

Для получения сильного магнитного поля в электромагнитах предлагается [4] использовать концентраторы с обточенными кернами под углом $\theta = 110\text{--}120^\circ$ (рис. 1, *а*). Основное отличие исследуемого концентратора от предложенного состоит в том, что используется половина керна с углом α (рис. 1, *б*), а магнитное поле формируется на переменном токе повышенной частоты (до 1 МГц).

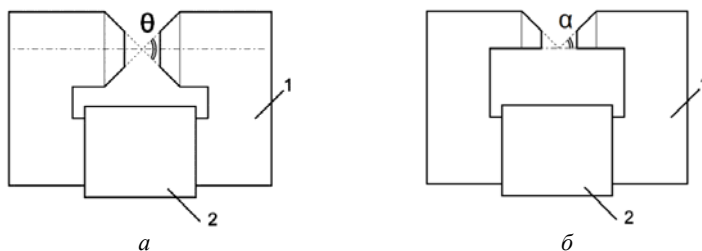


Рис 1. Концентратор с обточенными кернами:
1 – магнитопровод, 2 – обмотка индуктора

Исследуемая геометрия представлена на рис. 2.

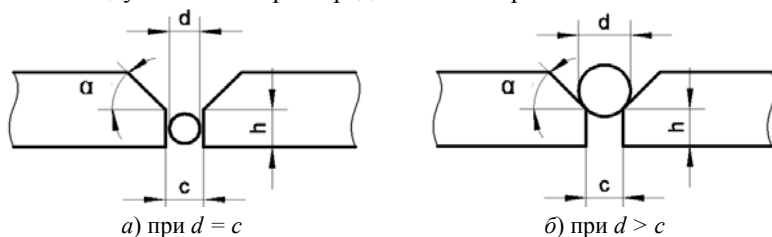


Рис. 2. Параметры геометрии кернов магнитопровода и размещение нагреваемого провода

Здесь c – ширина зазора; h – высота зазора; α – угол скоса; d – диаметр нагреваемого провода. Изменение указанных параметров приводит к изменению параметров нагрева провода, расположенного в зазоре или около него.

Модель в среде Maxwell выполнена с учетом геометрических размеров и физических свойств материалов. Обмотке и нагреваемому проводу присвоены свойства меди, а концентратору – свойства феррита. Расчет проводился с использованием решателя для вихревых токов Eddy Current. Нагреваемый провод располагается в зазоре или близ зазора, где c и h равны 0,2 мм в соответствии с рис. 2. Изменяя угол керна α , измеряются потери на площадь поверхности провода ($\text{Вт}/\text{м}^2$) для каждого диаметра провода. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

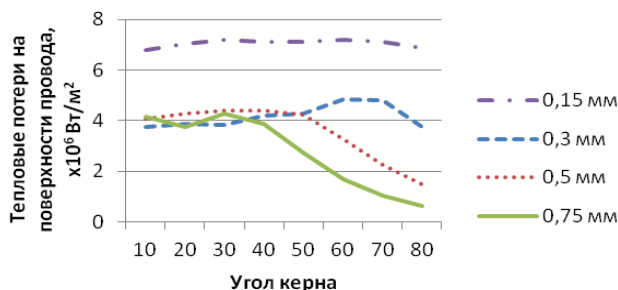


Рис. 3. Зависимость тепловых потерь на поверхности проводов разных диаметров от угла керна

Из графиков рис. 3 видно, что максимальные тепловые потери на поверхности провода входящего в зазор, больше по сравнению с другими кривыми. Это связано с тем, что в зазоре концентрируется сильный однородный магнитный поток.

Кривые потерь на поверхности проводов, не входящих в зазор носят спадающий характер. Это объясняется тем, что при увеличении угла кернов и диаметра провода увеличивается расстояние между центром окружностей этих проводов и центром зазора. В результате чего уменьшается влияние на выпучивание магнитного потока (рис. 4).

Интерес вызывает участок кривых до 30° , на котором максимальные тепловые потери для проводов, не входящих в зазор, сравнительно равны и не изменяются от угла.

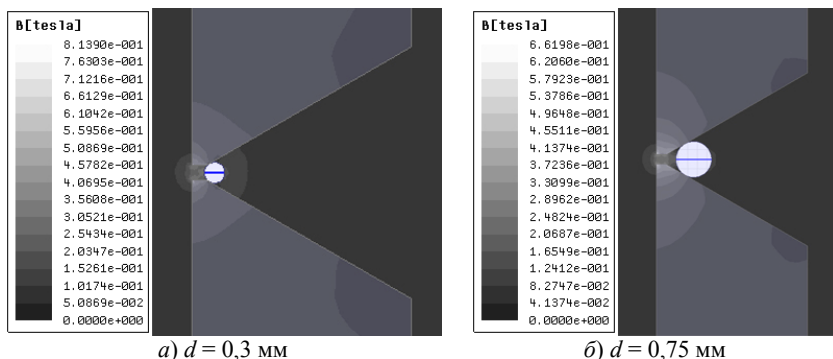


Рис. 4. Влияние магнитного потока на нагреваемый провод при угле кернов 60°

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Р.Г., Федотов В.А. Исследование влияния продольного и поперечного высокочастотных магнитных полей на медный проводник с использованием программного пакета Comsol Multiphysics // Научная сессия ТУСУР–2013: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15–17 мая 2013 г. Томск: В-Спектр, 2013: В 5 ч. Ч. 2. 364 с.
2. Калинин Р.Г. Эффективность нагрева медного провода в зазоре индуктора поперечного магнитного поля для зачистки от лаковой изоляции / Р.Г. Калинин, В.Д. Семенов, В.А. Федотов // Доклады ТУСУРа. 2014. №1(31).
3. Калинин Р.Г., Семенов В.Д., Федотов В.А. Индуктор с поперечным магнитным полем для зачистки лакированных проводов методом индукционного нагрева // Наука. Технологии. Инновации: матер. Всерос. науч. конф. молодых ученых: в 10 ч. Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2013. Ч. 6. 196 с.
4. Гайдуков Ю.П. Физические основы и методы получения магнитного поля // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 4. С. 97–105.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОГО АППАРАТА

Д.А. Корольский, А.Л. Дайч, студенты каф. ПрЭ

Научный руководитель А.В. Храмцов, электроник,

начальник СКБ «Импульс»

г. Томск, ТУСУР, Danmypro@sibmail.com

Проект ГПО ПрЭ-1305 – «Устройство контроля жёсткости воды»

Проблема образования накипи на нагревательных элементах различных бытовых приборов (чайников, стиральных машин и др.) является актуальной для всех домохозяйств в регионах, где водопроводная вода имеет избыточную жесткость [1, 2]. Одним из способов умягчения воды является ее мембранный электродиализ [3].

В рамках проекта ГПО «Устройство контроля жесткости воды» ПрЭ-1305 ведется разработка устройства, реализующего этот способ.

Для осуществления процесса электродиализа необходим источник напряжения (тока), учитывающий параметры нагрузки электродиализного аппарата [4].

В разрабатываемом устройстве источник напряжения (тока) представляет собой непосредственный импульсный преобразователь понижающего типа, на вход которого подается постоянное напряжение с выхода мостового выпрямителя (схема Ларионова) с повышающим трансформатором [5].

Описанная схема источника напряжения (тока) представлена на рис. 1.

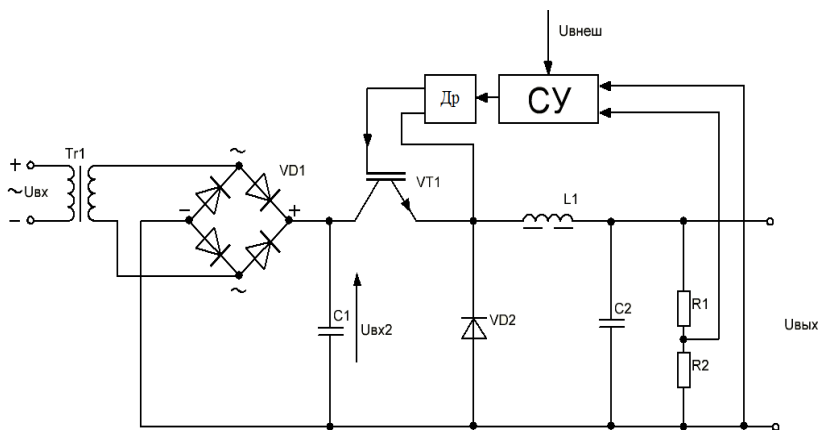


Рис. 1. Функциональная схема источника питания электродиализного аппарата

На вход повышающего трансформатора подаётся напряжение однофазной сети переменного тока (220 В / 50 Гц). Постоянное выходное напряжение ($U_{\text{вых}}$) от 0 до 300 В изменяется в зависимости от длительности отпирающего импульса на затворе транзистора VT1. Частота импульсов – 40 кГц. Зависимость выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ от входного $U_{\text{вх2}}$ определяется регулировочной характеристикой:

$$U_{\text{вых}} = (t_{\text{и}}/T)U_{\text{вх2}},$$

где $t_{\text{и}}$ – длительность импульса; T – период следования импульсов.

Система управления построена на микроконтроллере STM32f051R8T6, размещенном на отладочной плате STM32f0discovery [6], и драйвере IR2113 фирмы International Rectifier [7]. Стабилизация выходного напряжения осуществляется подачей на вход аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера сигнала с делителя напряжения, образованного резисторами R1 и R2. Также возможно ручную регулировать уровень выходного напряжения. На рис. 1 это воздействие показано как $U_{\text{внеш}}$.

Разрабатываемый источник будет использоваться для экспериментов по электродиализному умягчению воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жесткая вода [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.water.ru/bz/likbez/softers.shtml>
2. Карта воды России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.watermap.ru/articles/zachem-umjagchajut-vodu>
3. Электродиализ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.wikipedia.org/wiki/электродиализ>
4. Храмцов А.В., Семёнов В.Д. Особенности электрохимического аппарата с ионообменными мембранами как нагрузки источника электропитания // Научная сессия ТУСУР–2008: матер. докл. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Томск, 2008. Ч. 2. С. 306–309.
5. Транзисторная преобразовательная техника / В. Мелешин. М.: Техносфера. 2005. 632 с.
6. Тех. документация на микроконтроллер STM32F051R8T6 [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые дан. и граф. дан. Режим доступа: <http://www.compel.ru/datapdf/st/ps/stm32f051r8/df3112ba9b6915228eea0bad6eef6b6d.pdf>
7. Тех. документация на драйвер для IGBT транзистора IR2113 [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые дан. и граф. дан. Режим доступа: <http://www.promelec.ru/pdf/ir2113.pdf>

КОНВЕКЦИОННАЯ ИНФРАКРАСНАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА

П. С. Косолапов, студент

Научные руководители: В.Д. Семенов, профессор каф. ПрЭ, к.т.н.,

В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО СМУ каф. ПрЭ

г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ, 86stone@bk.ru

Технология поверхностного монтажа печатных плат является наиболее распространенным на сегодняшний день способом сборки электронных узлов на печатных платах.

До сих пор применяемая технология ручной пайки компонентов с помощью различных конструкций паяльников и паяльных станций отличается универсальностью, большой гибкостью, однако весьма трудоемка, имеет низкую скорость и высокую стоимость монтажа. Использование современных микросхем и пассивных компонентов в миниатюрных корпусах для поверхностного монтажа в значительной степени затрудняет его процесс ввиду плотной компоновки элементов, необходимости точного их позиционирования на плате. Поэтому область применения ручной пайки ограничена мелкосерийным производством и ремонтными работами [1].

Инфракрасные печи по сравнению с конвекционными обладают значительно меньшими габаритами (ввиду отсутствия конвейера) и лучшими возможностями по поддержанию необходимого температурного профиля пайки. При использовании ИК-печей стало возможным не приклеивать компоненты к плате. Однако разогрев всей платы до температуры пайки остался, поэтому все устанавливаемые на плату компоненты должны быть в состоянии выдерживать в течение нескольких десятков секунд температуру до 300 °С [2].

По результатам обзора аналогов в Интернете, на сегодняшний день в продаже присутствуют печи производства России и Европы, обеспечивающие необходимые функции и качество пайки, но обладающие невероятно большой стоимостью (цена от 120 000 руб. до 180 000 руб.), либо печи производства Китая, обладающие низкой ценой (от 35 000 руб. до 45 000 руб.), но не обеспечивающие нужных функций и качества. Например, отсутствие возможности бессвинцовой пайки, что является прямым нарушением законодательства об охране окружающей среды. Стоит отметить, что большинство китайских аналогов не обеспечивают должной точности термопрофиля, что приводит к некачественному контакту элементов с платой либо разрушению элементов.

Таким образом, на рынке печей для поверхностного монтажа есть незанятая ниша для печей, находящихся в ценовом диапазоне от

55 000 руб. до 85 000 руб., обладающих необходимым набором функций и обеспечивающих должное качество пайки. Следовательно, разработка конвекционной инфракрасной печи является актуальной задачей.

На основе поставленной задачи была разработана функциональная схема конвекционно-инфракрасной печи, представленная на рис. 1.

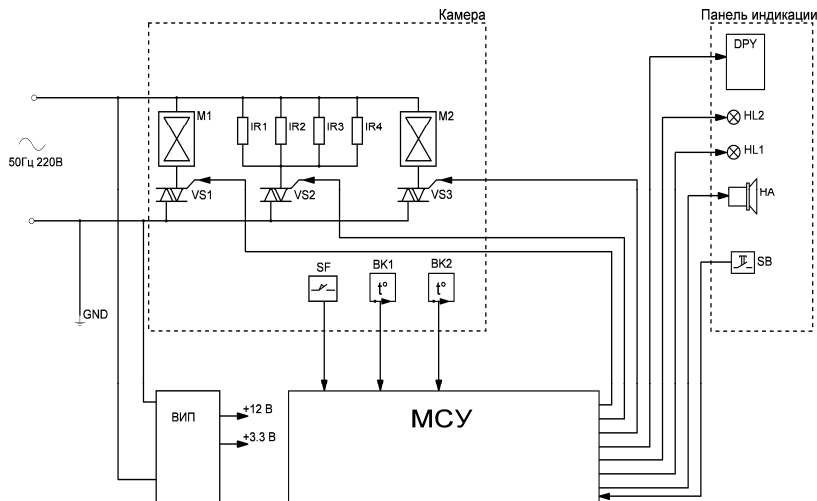


Рис. 1. Функциональная схема конвекционно-инфракрасной печи

Нагрев печатной платы будет производиться за счет инфракрасного излучения, осуществляемого с помощью инфракрасных ламп IR1–IR4, и конвекции, осуществляемой с помощью вентилятора M1. Охлаждение платы будет осуществляться вентилятором M2. Управление инфракрасными лампами IR1-IR4, вентилятором конвекции M1 и вентилятором охлаждения M2 будет осуществляться с помощью симисторов VS1-VS3 и микропроцессорной системы управления (МСУ) на основе микроконтроллера MC9S08QE32CLC. Загрузка термопрофиля в память микроконтроллера будет осуществляться через интерфейс USB. Определять температуру внутри корпуса будем с помощью терморезисторов PT100 BK1 и BK2. Для определения состояния двери печи используется концевой датчик SF. Для отображения загруженного в память микроконтроллера термопрофиля будет использоваться дисплей UC1608 с разрешением 128×240. Вторичный источник питания на 12 В и 3,3 В необходим для обеспечения питания микроконтроллера и дисплея. Отображение состояния процесса пайки будет производиться с помощью световой индикации: светодиод HL1 светится в процессе работы, а светодиод HL2 – при завершении процесса

пайки. Для звуковой индикации завершения процесса пайки используем пьезоизлучатель НА.

Разработанная функциональная схема конвекционной инфракрасной печи позволяет выбрать комплектацию для ее реализации и рассчитать ориентировочную стоимость, которая составила 18 000 руб., что позволяет нам надеяться войти в заданный ценовой диапазон с предполагаемой разработкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мэнгин Ч., Макклелланд С. Технология поверхностного монтажа. М.: Мир, 1990.
2. Ланин В.Л. Инфракрасный нагрев в технологии пайки поверхностного монтажа // Технологии в электронной промышленности. 2007. №3. С. 38–42.

МОЩНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

В.В. Игнатенко, В.С. Кубрин, студенты каф. ПрЭ

*Научный руководитель Е.В. Загородских, аспирант каф. ПрЭ
г. Томск, ТУСУР, kubrin93@gmail.com,*

*Проект ГПО ПрЭ-1106 – «Источник питания мощного
светодиодного светильника»*

Светодиодные светильники всё больше проникают в нашу жизнь. Основой любого светодиодного светильника служит источник питания – драйвер, который стабилизирует ток на определённом уровне. Согласно ГОСТ Р МЭК 60598-1–2011 [1] к источникам питания предъявляются особые требования, так как от качества источника питания зависят практически все основные характеристики светодиодного светильника, такие как:

- светотехнические, которые определяются не только типом светодиодов, но также будут зависеть и от проходящего через источник света тока;

- качество электрической энергии: источник питания должен соответствовать условиям эксплуатации светильника, под который он разрабатывается согласно ГОСТ Р МЭК 60065–2005 [2];

- электромагнитная совместимость (ЭМС) светильника, в котором единственным источником эмиссии помех является преобразователь электрической энергии, будет зависеть от схемотехнического решения данного узла.

В настоящее время наиболее распространены драйверы на основе АС/DC преобразователей с использованием однокаскадного или многокаскадного ШИМ-контроллера и корректора коэффициента мощности (ККМ).

Драйверы характеризуются оптимальными параметрами по энергопотреблению и обладают высоким КПД. Наличие ККМ повышает качество потребляемого тока, так как снижает нагрузку сети.

На рис. 1 представлены результаты эксперимента по измерению уровня помех в питающую сеть для драйвера YSSC-50-450.

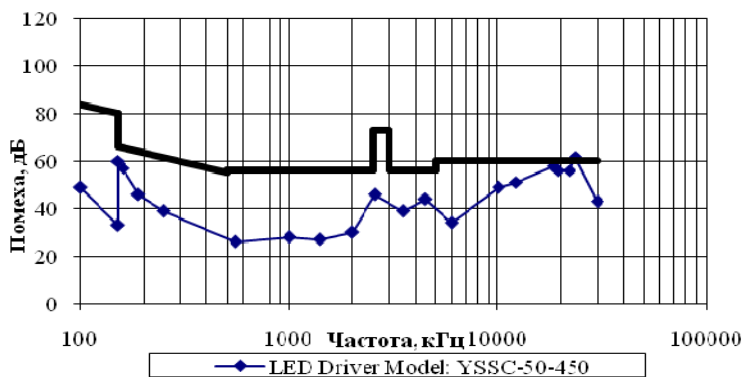


Рис. 1. Допустимый уровень помех для бытовых условий и уровень помех драйвера

В соответствии с ГОСТа [3] для осветительного оборудования в диапазоне частот 0,15–30 МГц уровень помех не должен превышать уровень 60 дБ. Даже для эксплуатации в бытовых и офисных условиях данный драйвер не удовлетворяет нормам и стандартам.

Так как источник питания предназначен для питания осветительных приборов в специализированной лаборатории ЭМС с повышенными требованиями по электромагнитной совместимости, то требования к уровню допустимых помех ужесточаются, уровень допустимых помех в данной лаборатории на 20 дБ ниже по сравнению со стандартом для бытовых условий.

Оптимальным решением данной задачи является ограничение тока с помощью активного сопротивления, так как зависящее от частоты реактивное сопротивление гарантирует создание помех, и основная проблема в решении данной задачи – это подбор балластного сопротивления для светильника, которое бы задавало необходимый ток и рассеивало как можно меньше мощности.

В ходе работы был проведен эксперимент с простой лампой накаливания мощностью 15 Вт. Измерения были проведены при постоянном напряжении в диапазоне 30–60 В.

ВАХ при перепадах напряжения сети $\pm 30\%$

I , мА	0,03	0,03	0,03
U , В	30	45	60

Как видно из таблицы, величина силы тока в цепи остается неизменной при изменении напряжения. Таким образом, лампа накаливания, включенная последовательно со светодиодами, является своего рода бареттером. Лампа обладает активным сопротивлением и не создаёт помех на постоянном токе, кроме того, она имеет меньшее тепловое рассеяние, чем обычный резистор.

Для питания светодиодов необходимо постоянное напряжение, которое можно обеспечить при помощи двухполупериодного мостового выпрямителя со сглаживающим RC-фильтром (в качестве R выступает лампа накаливания). Схема обладает минимальными пульсациями напряжения и несложна в конструкторском исполнении.

В ходе работы была разработана схема источника питания мощного светодиодного светильника и произведена замена устройств освещения в лаборатории электромагнитной совместимости.

Для подтверждения соответствия светодиодного светильника нормам ГОСТа были проведены исследования на:

- гармонический состав;
- эмиссию помех в питающую сеть в диапазоне 150 кГц – 30 МГц;
- эмиссию помех в эфир.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р МЭК 60598-1-2011. Светильники. Часть 1. Общие требования и методы испытаний. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2012.
2. ГОСТ Р МЭК 60065-2005. Аудио- видео- и аналогичная электронная аппаратура. Требования безопасности. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2007.
3. ГОСТ Р 51317.6.4-2009. Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2009. С. 3–7.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ УСТРОЙСТВА ЗАЧИСТКИ ЭМАЛЬПРОВОДА БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ

***Д.В. Ли, студент, Р.Г. Калинин, аспирант каф. ПрЭ,
В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО***

*Научный руководитель: В.Д. Семенов, к.т.н, профессор, зам. зав.
каф. ПрЭ по НР*

г. Томск, ТУСУР, master_li95@mail.ru

*Проект ГПО ПрЭ-0732 – «Источник питания инверторного типа
для ручной электродуговой сварки»*

Устройство зачистки эмалированных проводов малых диаметров [1], разработанное нами в рамках проекта ГПО ПрЭ-0732, запущено в мелкосерийное производство. Около двадцати опытных экземпляров поставлены на различные предприятия РЭ, связанные с намоткой катушек.

Процесс зачистки провода с применением УЗЭП кратко можно описать следующим образом. Обрабатываемый участок провода помещается в зазор индуктора. При этом блок нагрева необходимо держать в руке для фиксации положения индуктора и управления запуском нагрева. В результате чего фиксация зачищаемого провода осуществляется одной рукой, что доставляет неудобства оператору, увеличивает время подготовительных работ и влияет на качество зачистки.

Перед нами была поставлена задача облегчить процесс зачистки провода, сделать его значительно удобнее для оператора и производства в целом.

Как показывает практика, удобнее всего, чтобы устройство было жестко зафиксировано на рабочей поверхности, а управление процессом зачистки осуществлялось таким образом, чтобы руки оставались свободными. Такой подход позволяет оператору использовать обе руки для удержания провода в зазоре индуктора. При этом управление блоком нагрева осуществляется ножной педалью.

На основе этих исследований [1, 2] был разработан блок нагрева эмалипровода больших диаметров (рис. 1). В базовом устройстве [3], состоящем из блока нагрева и блока управления, неизменными оставили источник питания и систему управления процессом нагрева.

В качестве корпуса устройства взят стандартный алюминиевый корпус В103, выпускаемый серийно. К нижней стенке днища корпуса 2 крепится пластина 7, выполняющая роль подставки. Блок прикрепляется к рабочей поверхности непосредственно пластиной или струбиной 8. К разъему 3 присоединяется кабель ножной кнопки-педали. Через кабельный ввод 4 провода электронной части выводятся наружу

для дальнейшего присоединения к блоку управления через соответствующий разъем. Индуктор 1 выполнен из феррита ETD39 марки N87 компании Ersos. Керны с одной стороны стачиваются таким образом, чтобы получить зазор, в который проходит провод 1 мм. Другие боковые керны срезаются. Учитывая, что на высоких частотах тепловые потери в феррите достаточно велики, держатель феррита выполнен из материала с высокой теплопроводностью, который играет в индукторе роль радиатора. Это позволит рассеивать часть тепла, выделяемого в феррите, через поверхность держателя.

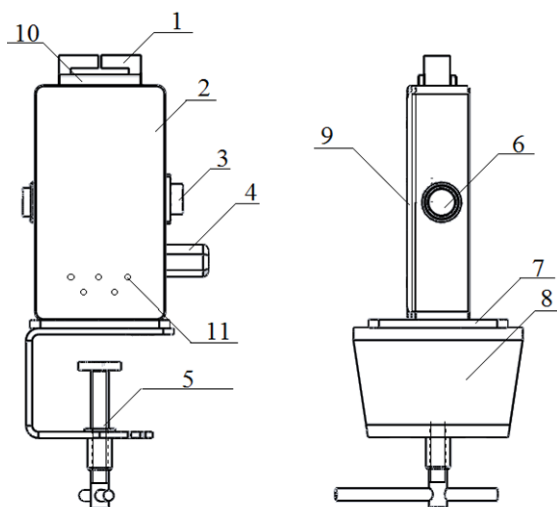


Рис. 1. Конструкция блока нагрева проводов больших диаметров:
 1 – индуктор; 2 – днище корпуса; 3 – разъем для педали; 4 – кабельный ввод;
 5 – зажим трубины; 6 – дополнительная кнопка «Пуск»; 7 – пластина;
 8 – трубина, 9 – крышка корпуса, 10 – держатель,
 11 – вентиляционные отверстия

Плата инвертора располагается внутри корпуса 2. Для рассеивания мощности потерь транзисторов их корпуса прижимаются к крышке корпуса 9 через теплопроводящий изоляционный материал (номакон).

Разработанная конструкция выполнена с применением стандартных комплектующих, что позволяет снизить стоимость производства прибора. Жесткая фиксация блока на рабочем месте и использование ножной педали как кнопки управления делают более удобным процесс зачистки лакированных проводов. Уменьшается время на подготовительные операции в производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Р.Г., Федотов В.А. Исследование влияния продольного и поперечного высокочастотных магнитных полей на медный проводник с использованием программного пакета Comsol Multiphysics // Научная сессия ТУСУР–2013: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15–17 мая 2013 г. Томск: В-Спектр, 2013: в 5 ч. Ч. 2. 364 с.
2. Калинин Р.Г., Семенов В.Д., Федотов В.А. Индуктор с поперечным магнитным полем для зачистки лакированных проводов методом индукционного нагрева // Наука. Технологии. Инновации: матер. всерос. науч. конф. молодых ученых: в 10 ч. Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2013. Ч. 6. 196 с.
3. Пат. 97011 Российская Федерация, МПК H02G 1/12. Устройство для снятия изоляции с проводов / М.С. Артеев, П.С. Сарин, В.Д. Семенов, В.А. Федотов, В.В. Вааль; опубли. 20.08.2010. Бюл. № 23. 2 с.

**ПРОТОКОЛ СВЯЗИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ
В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ
ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ**
**А.П. Бушуева, студентка, А.В. Литвинов, А.Ю. Хуторной,
В.Н. Учаев, аспиранты каф. ПрЭ**

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

Аппаратно-программный комплекс для реализации локальной гипертермии построен по модульной структуре. Для организации работы модулей стабилизации температуры (МСТ) и модуля управления устройством (МУУ) необходимо создать протокол обмена данными между микроконтроллерами в этих модулях, который включает в себя все команды, необходимые для управления МСТ и правила обработки данных, исключающие ошибку при передаче. Ранее было предложено создать собственный протокол обмена данными по интерфейсу SPI [1].

Протокол определяет правила взаимодействия или обмена данными между главным (Master) и подчиненным (Slave) микроконтроллерами в модулях, определяет отправителя, получателя и правила организации обмена сообщениями между ними. Он устанавливает правила циклов запроса и ответа, которые имеют место между устройствами в модулях, с главным и подчиненным микроконтроллерами (МК), как показано на рис. 1 [2].



Рис. 1. Формат передачи и обмена пакета данных

Протокол в соответствии с выбранным интерфейсом предусматривает наличие на общей шине одного главного и до 10 подчиненных микроконтроллеров модулей. Только главный может передавать запросы, причем адресовать запрос индивидуально каждому подчиненному устройству. Передача данных от МК Slave к МК Master происходит по повторной принудительной команде от МК Master [3]. Для того чтобы главный микроконтроллер передал данные о настройке подчиненных микроконтроллеров, нужно передать два слова. Первое слово – команда, а второе – данные, которые могут быть переданы от МК Master к МК Slave, либо данные, отосланные от МК Slave к МК Master.

Особенностью разрабатываемого протокола является то, что он должен быть совместим с подключаемыми внешними устройствами по SPI, такими как ЦАП и АЦП. Выбранные ЦАП и АЦП работают с 12-битными данными, а значит, и разрабатываемый протокол должен быть построен на принципе обмена такими данными.

Формат команды (первого слова) предлагаемого протокола приведен на рис. 2.

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved	R/W	Res-d	Parity	Add7	Add6	Add5	Add4	Add3	Add2	Add1	Add0

Рис. 2. Формат команды

Старшие четыре бита (11–8) первого слова отвечают за действие, то есть за запись или чтение данных и проверку на ошибки передачи данных. Остальные 8 бит (7–0) отвечают за адрес регистра, где содержатся данные о состоянии устройств (уровень температуры, уровень ШИМ-сигнала, средний уровень мощности).

В протоколе для пользователя доступны следующие регистры, адреса которых и описание назначения приведены в табл. 1.

Для примера рассмотрим регистр Status, который отвечает за состояние работы модулей. Адрес этого регистра 0x92. Регистр Status содержит в себе 12 бит данных, которые отвечают за работу и информацию о состоянии работы системы.

Таблица 1

Описание регистров протокола

Регистр	Адрес	Описание
Status	0x92	Регистр 12 бит, содержит информацию о состоянии работы системы и о текущих неисправностях
DataADC[1] DataADC[2] DataADC[3] DataADC[4] DataADC[5]	0xC0 0xC1 0xC6 0xC5 0xCD	Регистр 12 бит, содержит значения данных, получаемых с АЦП, относительное значение температуры на игле. Доступен только для чтения
PWM[1] PWM[2] PWM[3] PWM[4] PWM[5]	0x60 0x61 0x66 0x65 0x6D	Регистр 12 бит, ШИМ, относительная длительность импульса. Доступен только для чтения
Temp[1] Temp[2] Temp[3] Temp[4] Temp[5]	0xA0 0xA1 0xA6 0xA5 0xAD	Регистр 12 бит, хранит данные о температуре, заданной при калибровке. Доступен для чтения и записи
Power[1] Power[2] Power[3] Power[4] Power[5]	0x50 0x51 0x56 0x55 0x5D	Регистр 12 бит, хранит данные о средней мощности, подаваемой на иглу. Доступен для чтения

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
kz1	kz2	kz3	kz4	kz5	xx1	xx2	xx3	xx4	xx5	st1	st0

Рис. 3. Содержимое регистра Status

Биты с 11–2 доступны только на чтение, а биты 1,0 – на чтение и запись. Биты с 11–7: флаги ошибок по короткому замыканию (КЗ) на соответствующем канале. Биты с 6–2: флаги ошибок по холостому ходу (ХХ) на соответствующем канале. Бит 1, бит 0: (st1 st0) – выбор режима работы (табл. 2).

Таблица 2

Таблица состояний

st1	st0	Режим работы	st1	st0	Режим работы
0	0	Ожидание	1	0	Работа
0	1	Калибровка	1	1	Авария

Рассмотрим, как запустить режим «калибровка» согласно предлагаемому протоколу. Для этого главный МК должен послать 2 слова подчиненному МК. Первое слово – команда, которая содержит в себе

адрес регистра и биты запись или чтение, и бит четности, второе слово – данные, которые попадут в регистр Status, в данном случае младшие два бита будут равны 01, указывающие о переходе МСТ в режим «калибровка».

В заключение можно сказать, что предложенный протокол обмена данными отлично подходит под требования разрабатываемого аппаратно-программного комплекса, отличается высоким быстродействием, так как работает по интерфейсу SPI (до 24 МБод) и все данные передаются за 2 команды по 12 бит. Данный протокол универсален, он поддерживает подключение внешних устройств ЦАП и АЦП, которые подключаются по интерфейсу SPI и имеют согласный протоколу тип приёма/передачи данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бушуева А.П., Литвинов. А.В., Хуторной А.Ю., и др. Протокол связи микроконтроллеров по интерфейсу SPI с поддержкой внешних устройств в аппаратно-программном комплексе для реализации локальной гипертермии // Научная сессия ТУСУР–2013: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР–2013». Томск, 2013.
2. Протокол modbus [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://elektrokip.narod.ru>, свободный (дата обращения: 24.02.2013).
3. STM32. Интерфейс SPI [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://chipspace.ru/stm32-spi>, свободный (дата обращения: 24.02.2013).

ТРЕХФАЗНЫЙ АС-АС РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ ОДНОФАЗНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ С ВОЛЬТОДОБАВКОЙ

А.В. Сидоров, магистрант каф. ЭЭ

*Научный руководитель Г.С. Зиновьев, профессор каф. ЭЭ, д.т.н.
г. Новосибирск, НГТУ, sidorov_corp@mail.ru*

Требование стабилизации, регулирования, повышение качества переменного напряжения являются актуальной задачей для всех сетей переменного тока. В настоящей работе для стабилизации действующего значения напряжения вводится высокочастотное вольтодобавочное напряжение посредством высокочастотного трансформатора.

Исследуемое устройство может быть использовано для регулирования и стабилизации переменного напряжения на нагрузке, в том числе в бортовых системах электроснабжения автономных объектов.

Для решения проблем регулирования и стабилизации переменного напряжения используют соответствующие устройства силовой электроники. Обычно такие устройства осуществляются на основе ин-

верторов напряжения или тока, содержащих в звене постоянного тока большую емкость или индуктивность, соответственно [1].

В настоящей работе исследуется трехфазный регулятор с вольтодобавочным трансформатором, работающим на высокой частоте. Это позволяет существенно уменьшить массо-габаритные показатели трансформатора и регулятора в целом. Коммутаторы на первичной и вторичной сторонах трансформатора могут быть выполнены по нулевым или по мостовым схемам (рис. 1).

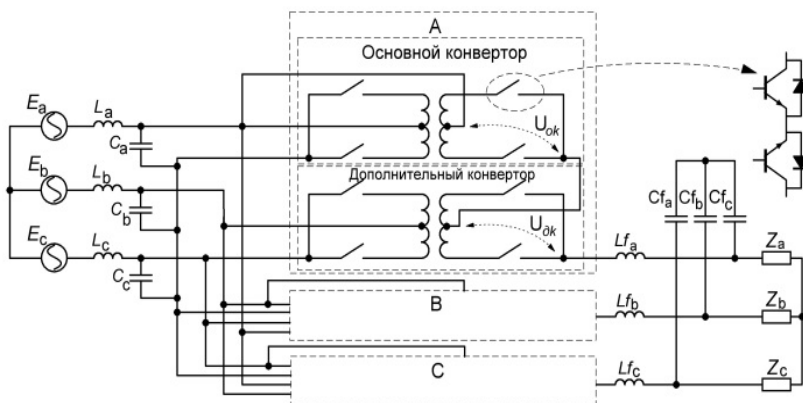


Рис. 1. Трехфазный АС-АС регулятор

Исследуемый трехфазный регулятор способен поддерживать заданный входной коэффициент мощности, независимо от коэффициента мощности нагрузки. Для сглаживания высокочастотных пульсаций токов и напряжений во входных и выходных цепях регуляторов имеются малые входные и выходные LC-фильтры.

Для получения основных энергетических характеристик регулятора строится его математическая модель, ориентированная на метод анализа АДУ (алгебраизация дифференциальных уравнений). Этот метод позволяет получить формулы для всех интегральных показателей качества энергопроцессов сразу через коэффициенты исходных дифференциальных уравнений [2].

Рассмотренная система исследуется как возможное новое исполнение автономной системы генерирования переменного напряжения стабилизированной величины с нестабилизированной частотой. Существует ряд известных систем с нестабилизированной частотой. Но там для стабилизации напряжения используют регулирование возбуждения синхронного генератора, что утяжеляет генератор, который должен работать с коэффициентом мощности нагрузки (рис. 2).

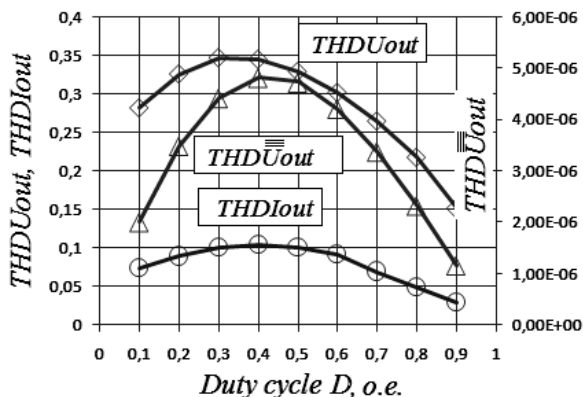


Рис. 2. Коэффициенты гармоник тока и напряжения и интегральный коэффициент гармоник напряжения третьего порядка

В данной системе используется синхронный генератор с постоянными магнитами, а регулятор переменного напряжения обеспечивает его коэффициент мощности равным единице, что примерно на четверть уменьшает массу генератора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.Г., Зиновьев Г.С., Сидоров А.В., Харитонов С.А. Автономная система электроснабжения с плавающей частотой стабилизированного переменного напряжения на базе асинхронного генератора и компенсаторе реактивной мощности на основе инвертора тока // АПЭП 2012. Т. 7. С. 93–96.
2. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. 4-е изд. Новосибирск: НГТУ, 2009. 672 с.

БЛОК КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ

И.О. Цех, студент 3-го курса ФЭТ

г. Томск, ТУСУР, tsekh11@gmail.com

*Научный руководитель А.В. Храпцов, начальник СКБ «Импульс»
Проект ГПО-1304 «Устройство автоматического полива растений»*

В настоящее время существует множество различных систем ухода за растениями – от дешевых систем полива растений [1] до дорогостоящих multifunctional климатических камер [2]. В рамках проекта ГПО «Устройство автоматического полива растений» ведется разработка устройства, которое должно сочетать лучшие качества систем автоматического полива и климатических камер, а самое главное – быть достаточно простым в использовании и установке.

Одна из функций, которую реализует разрабатываемое устройство, – полив растений. При этом важной является температура воды. Температура воды ниже $10\text{--}12^\circ$ вызывает шок у растений и ослабляет их, она должна быть примерно равна или чуть выше температуры почвы. Это благотворно влияет на корневую систему, и растение лучше усваивает минеральные вещества, растворенные в почве [3]. Для контроля температуры в разрабатываемом устройстве предусмотрен блок контроля температуры воды для полива. Он поддерживал температуру воды в диапазоне от 22°C до 25°C .

Структурная схема данного блока представлена на рис. 1. Контроль температуры осуществляется с помощью микроконтроллера STM32F051R8T6, размещенного на отладочной плате STM32f0discovery [4].

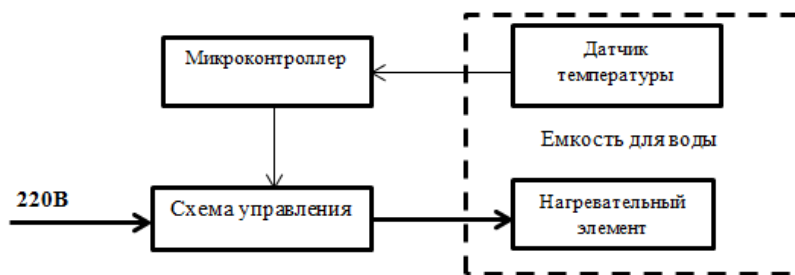


Рис. 1. Структурная схема блока контроля температуры воды

Блок контроля температуры воды работает следующим образом: микроконтроллер считывает данные с датчика температуры, размещенного в емкости для воды, и управляет нагревательным элементом, также установленным в емкости для воды, посредством схемы управления. Схема управления, состоящая из оптосимистора и симистора, приведена на рис. 2.

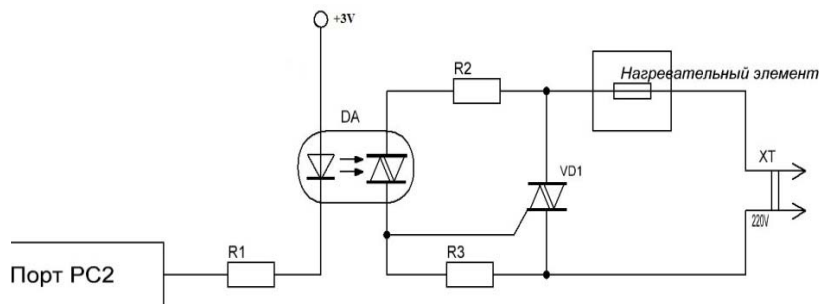
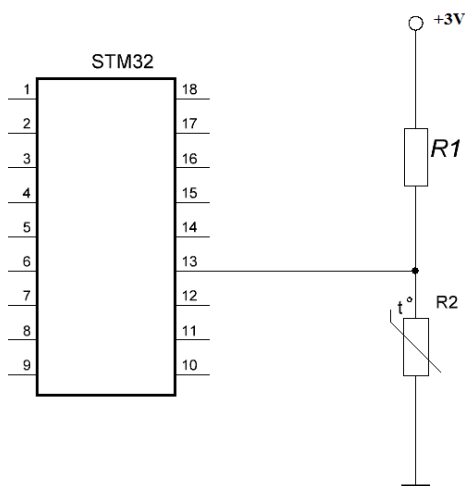


Рис. 2. Схема подключения схемы управления к микроконтроллеру и нагревательному элементу

Когда температура воды в емкости (рис. 1) падает ниже 22 °С на порту PC2 микроконтроллера устанавливается уровень логического нуля. Через светодиод оптосимистора начинает течь ток от внешнего источника +3 В. *p-n*-переход светодиода начинает излучать свет, и по цепи R2-DA-R3 начинает протекать переменный ток. На управляющий электрод силового симистора VD1 подается напряжение, которое открывает его, и, следовательно, включается нагревательный элемент. Резистор R1 ограничивает ток на порту PC2, а резисторы R2 и R3 – на управляющем электроде симистора. Отключение происходит при нагреве воды до температуры 25 °С. Сигнал с датчика температуры поступает в микроконтроллер, где обрабатывается программой. В результате на порту PC2 микроконтроллера устанавливается логическая единица. Светодиод оптосимистора запирается и снимает напряжение с управляющего электрода силового симистора VD1, тем самым закрывая его. Цепь протекания тока через нагревательный элемент разрывается, и процесс нагрева воды останавливается.

В качестве датчика температуры используется термистор EPCOS B57861S103F40 [5]. Он позволяет измерять температуру в диапазоне от –55 до 155 °С. Так как датчик является аналоговым, его сигнал подается на АЦП микроконтроллера для преобразования в цифровой вид. При изменении температуры меняется сопротивление датчика. Схема подключения датчика температуры к микроконтроллеру изображена на рис. 3. В качестве датчика температуры можно использовать обычный диод. Но по результатам эксперимента он оказался менее подходящим для этой цели из-за нелинейного изменения падения напряжения при росте температуры.

Рис. 3. Схема подключения резистивного датчика температуры к микроконтроллеру



ЛИТЕРАТУРА

1. Виды автополива [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://умныйполив.рф/stati/51/vidy-avtopoliv.html>

2. Климатические камеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://profrem.ru/klimaticheskie-kamery.html>
3. Вода для полива вашего сада [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.water.ru/bz/param/sad4.shtml> –
4. Отладочная плата STM32F0DISCOVERY [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.st.com/web/catalog/tools/FM116/SC959/SS1532/PF253215>
5. Термистор EPCOS B57861S103F40 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.mouser.com/ProductDetail/EPCOS/B57861S103F40/?qs=0ZUpllj3bsYBsLazG4nl4A%3D%3D>

СИСТЕМА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ВВОДА В ОПТИМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ

А.В. Юшков, с.н.с. 16-й отд.

г. Томск, НИИ АЭМ ТУСУРа, AVYushkov@rambler.ru

В последние десятилетия в промышленности все больше начинают применять новые высокотехнологичные комплексы для различных целей, облегчающие труд человека и обладающие высокими технико-экономическими показателями. Не исключением является компания ОАО «РЖД», внедряющая в производство, ремонт и техническое обслуживание рельсовых плетей новые технологии, так как от качества железнодорожного пути напрямую зависят безопасность и скорость перевозок.

Начиная с 1960-х гг. на скоростных ж.-д. линиях за рубежом и в России широко применяется бесстыковой путь. Хотя прокладка бесстыкового пути более дорогостояща, чем звеньевая, он отличается высокими эксплуатационными качествами, обеспечивающими высокоскоростное движение поездов, комфортабельность проезда пассажиров и снижение расходов на содержание подвижного состава и пути [1].

Рельсы летом становятся существенно длиннее, чем зимой, это обусловлено расширением веществ при повышении температуры. Следовательно, нагрев плети в свободном состоянии приведет к её удлинению, а остывание плети в свободном состоянии будет вызывать её равномерное укорочение. Поэтому при наступлении положительных температур производят перекладку бесстыкового пути, смонтированного при отрицательных температурах, что влечет немалые затраты. В связи с этим для обеспечения прочности и устойчивости бесстыкового пути ОАО «РЖД» было принято решение, что все вновь укладываемые плети должны закрепляться при оптимальной температуре $t_{\text{опт}}$ (температура закрепления). Температура закрепления – это температура рельсовой плети, при которой в плети отсутствует сила, т.е. если при температуре рельса, равной температуре закрепления, осла-

бить плетъ, то плетъ не изменит своей длины [1]. Например, для Московской и Куйбышевской ж.д. $t_{\text{опт}} = 35 \pm 5$ °С, для Юго-Восточной и Приволжской ж.д. $t_{\text{опт}} = 40 \pm 5$ °С [2].

В случаях когда температура рельсовых плетей ниже оптимальной более чем на 5 °С, используются принудительные способы ввода плетей в оптимальную температуру закрепления. Принудительный ввод осуществляется созданием желаемых удлинений, соответствующих разнице предыдущей и новой температуры закрепления, с помощью искусственного нагрева рельсов, например нагревательным устройством (НУ) Зубова или растяжением их с помощью устройств натяжных гидравлических (УНГ) [2].

НУ Зубова представляет собой платформу, которую толкает маневровый тепловоз, установлен воздушный компрессор и емкость для солярки. Сжатый воздух и дизтопливо по шлангам и трубопроводам подаются в устройство, которое на роликах движется по рельсам. В него вмонтированы четыре форсунки, по две с каждой стороны. Они и являются источниками пламени. Рельсы нагревают до температуры 45–50°. С другой стороны к рельсам прицепляют специальные УНГ, которые с огромной силой тянут на себя рельсы.

Однако при использовании НУ Зубова не обеспечивается сохранность неметаллических элементов промежуточных скреплений при воздействии на них пламени горелок, а с помощью УНГ можно изменить длину рельса не более чем до значения, соответствующего температуре закрепления 30 °С. Поэтому задача внедрения на железной дороге технологии, позволяющей поставить рельсовые плети в нужный температурный режим, является чрезвычайно актуальной.

В результате проведенных научно-технических исследований сотрудниками НИИ АЭМ ТУСУРа была разработана система индукционного нагрева длинномерных рельсовых плетей для ввода их в оптимальную температуру закрепления, входящая в состав машины для нагрева рельсовых плетей (МНРП), разработанная ОАО «Калуга путь-маш» и представленная на рис. 1.

Система индукционного нагрева состоит из: нагревательного блока (НБ), формирующего требуемое для нагрева магнитное поле, состоящего в свою очередь из индукторной системы (ИС) и трансформаторно-согласующего устройства (ТСУ); преобразователя частоты (ПЧ), питающего нагревательный блок; системы управления нагревом, обеспечивающей управление процессом принудительного ввода рельсовых плетей в оптимальную температуру закрепления.

Чтобы достигнуть заданной температуры рельсовой плети, необходимо сообщить ей определенное количество энергии, которое будет зависеть от нескольких факторов: начальной температуры плети, конечной температуры плети, скорости движения МНРП. Для определе-

ния необходимой мощности нагрева была разработана программа MNRP_V1.0, учитывающая эти факторы. Для визуализации процесса работы используется компьютер промышленного исполнения, на экране которого отображаются общие параметры нагрева и параметры отдельно для каждой плети, так как замена производится одновременно правой и левой рельсовой плети железнодорожного полотна. Также располагаются органы управления и отображается график процесса нагрева.



Рис. 1. Машина для нагрева рельсовых плетей

Поэтому по сравнению с НУ Зубова и УНГ данная система индукционного нагрева обеспечивает сохранность неметаллических элементов промежуточных креплений и производит нагрев рельсов с контролем температуры отдельно по каждой плети в автоматическом режиме. Также система обладает возможностью работы как в автономном режиме, так и в составе плетевкладочного комплекса и позволяет сократить количество обслуживающего персонала. А разделение системы на восемь одинаковых частей (НБ+ПЧ), по четыре на каждую плеть, позволяет в случае аварии одного из НБ или ПЧ на одной плети отключить аналогичную часть на второй плети и продолжить работу на меньшей мощности с увеличением времени нагрева. ИС сводится к рельсу и разводится от рельса с помощью блока электроприводов, подъем и опускание рамы с ИС и ТСУ осуществляется с помощью гидравлических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крейнис З.Л., Селезнева Н.Е. Бесстыковой путь. Как устроен и работает бесстыковой путь: учеб. пособие / Под ред. З.Л. Крейниса. М.: Маршрут, 2005. 84 с.
2. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 29 декабря 2012 г. №2788р.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПРИ НУЛЕВОМ ТОКЕ

Н.Н. Горяшин, доцент, к.т.н., А.Н. Зорин, ст. преподаватель

г. Красноярск, СибГАУ, azor118@gmail.com

Применение преобразователей напряжения (ПН) повышающего типа в автономных системах электроснабжения (АСЭС), включая АСЭС космического аппарата (КА), необходимо при высоких напряжениях, порядка 100 В выходной шины при работе с различными источниками электроэнергии постоянного тока, в качестве которых могут выступать аккумуляторная батарея (АБ), солнечная батарея (СБ), термоэлектрические преобразователи (ТЭП). Одним из наиболее перспективных с точки зрения КПД и надежности, где критерием последней может быть минимум дополнительных компонентов в силовой части, можно выбрать ПН с переключением ключевого элемента (КЭ) при нулевых значениях тока (далее по тексту ПНТ-преобразователь) с регулированием выходной величины посредством широтно-импульсной модуляции (ШИМ) [1]. Данный тип ПН также позволяет снизить уровень генерируемой электромагнитной помехи за счет близкой к гармонической форме тока в цепи коммутирующих компонентов [2]. В настоящей работе рассматривается экспериментальный анализ энергетических режимов данного ПН. Основной целью работы было сравнить мощности потерь в исследуемом [2] и классическом [3] ПН повышающего типа с ростом частоты преобразования при прочих равных условиях.

На рис. 1 показана упрощенная схема исследуемого ПН, а на рис. 2 – диаграммы токов через резонансные индуктивные элементы L_{p1} и L_{p2} , полученные при помощи моделирования в формате P-Spice и в результате эксперимента.

На рис. 3 представлены результаты экспериментального исследования потерь мощности в преобразователях при $U_{вх}=50$ В, $U_{вых}=100$ В $\pm 10\%$. Измерения проведены с использованием анализатора электроснабжения «Fluke Norma 4000». В качестве ключей использованы МДП-транзисторы К1 – IRFB260N, К2 – IRFB17N20D, а также использованы силовые диоды MBR20200СТ.

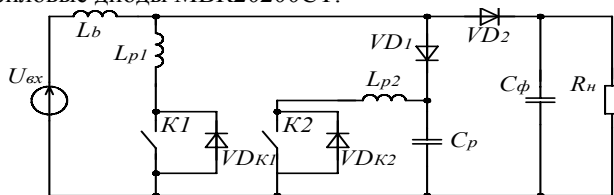


Рис. 1. Упрощенная электрическая схема силовой части повышающего ПНТ-преобразователя напряжения с ШИМ

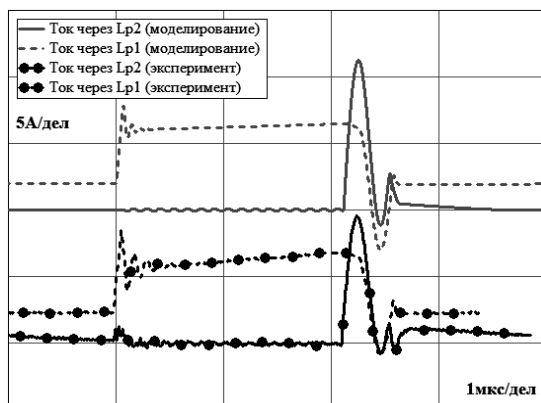


Рис. 2. Диаграммы токов через резонансные индуктивные элементы

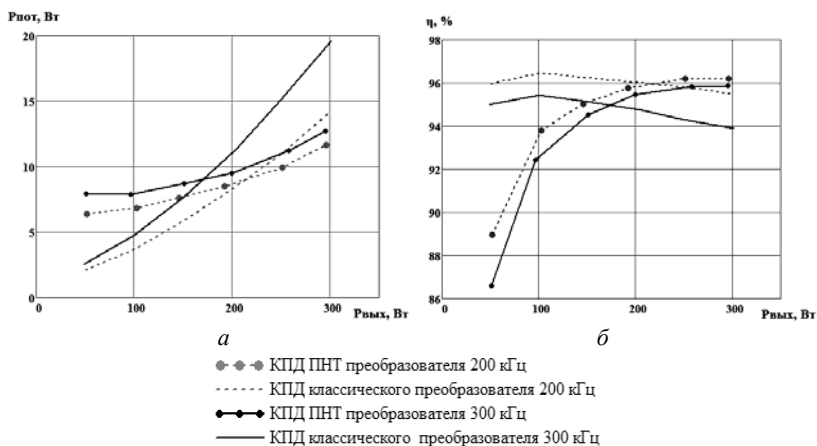


Рис. 3. Экспериментальные кривые потерь ПНТ преобразователя и классического преобразователя с ШИМ (а) и их КПД (б)

Из рис. 3, б видно, что с ростом выходной мощности КПД ПНТ-преобразователя повышается, в то время как в классическом снижается. Также при повышении частоты преобразования значение КПД для классического ПН снижается значительно сильнее, чем для рассматриваемого ПНТ-преобразователя. Таким образом, при проектировании ПНТ-преобразователя для конкретной АСЭС возможно подобрать такие параметры резонансных компонентов и частоту преобразования, при которых будет достигаться существенное повышение КПД по сравнению с традиционной схемой в энергетически значимом диапа-

зоне мощностей нагрузки при прочих равных параметрах и используемой элементной базе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cho Bo Hyung. Novel zero-current-switching (ZCS) PWM switch cell minimizing additional conduction loss / B.H. Cho // IEEE Transactions on industrial electronics. 2002. Vol. 49, №1, February. P. 165–171.
2. Hsiu L. Characterization and Comparison of Noise Generation for Quasi-Resonant and Pulsed Width-Modulated Converters / L. Hsiu, M. Goldman, R. Carlsten, F. Witulski, W. Kerwin // IEEE Trans. Power Electron. 1994. Vol. 9. July, №4. P. 425–432.
3. Erickson, R. W. Fundamentals of Power Electronics / R.W. Erickson. First Edition New York: Chapman and Hall, May 1997. 791 p.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОТОЧНОГО СТАНКА ROLLER DX7

Н.П. Винтоняк, Р.Г. Калинин, аспирант каф. ПрЭ

Научные руководители: В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО,

В.Д. Семенов, профессор каф. ПрЭ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, nic-nic91@yandex.ru

В рамках проекта ГПО ПрЭ-0732 разрабатывается станок для полуавтоматической намотки катушек (далее –моточный станок). Макет устройства построен на DSP-микроконтроллере MC56F8013 компании Freescale. В качестве электропривода выбран двигатель постоянного тока, управление которым осуществляется по известной схеме с реверсом, описанной в [1]. Органы индикации и управления состоят из 4 кнопок и семисегментных индикаторов.

Разрабатываемое программное обеспечение (ПО) моточного станка должно реализовывать следующие функции:

- распознавать сигналы, поступающие от кнопок «+», «-», «Ввод», «Реверс»;
- обеспечивать стабилизацию скорости вращения двигателя путем построения двухконтурной обратной связи по скорости вращения и току двигателя;
- вести подсчет намотанных витков и текущей скорости двигателя по сигналам, поступающим от энкодера;
- распознавать сигнал, поступающий от педали, являющейся аналоговым датчиком скорости оборотов двигателя;
- управлять органами индикации;
- сохранять текущие настройки при переходе в режим «сна»;
- останавливать двигатель при достижении заданного числа витков.

Для разработки ПО точного станка воспользуемся методикой, представленной в [2]. В соответствии с данной методикой необходимо разработать ряд структурных схем, таблиц и диаграмм состояний, позволяющих формализовать и упростить процесс описания ПО на языке С.

Структурная схема ПО DSP-микроконтроллера MC56F8013, разработанная в соответствии с выбранной методикой, представлена на рис. 1.

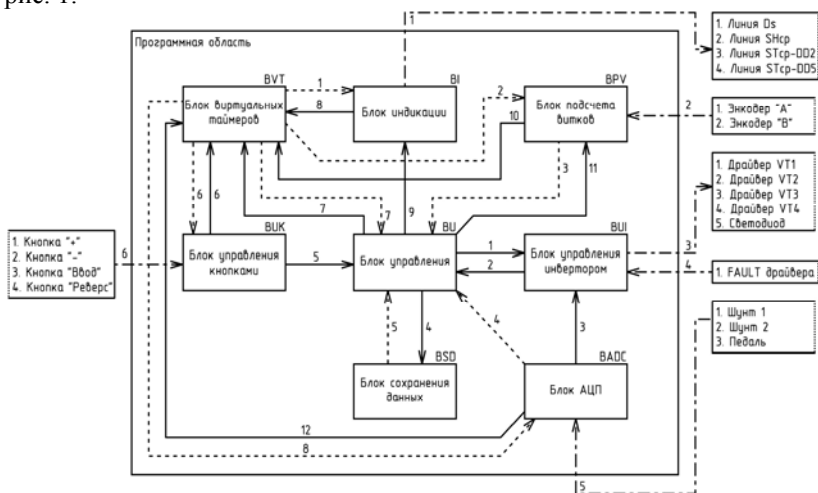


Рис. 1. Структурная схема ПО DSP-микроконтроллера MC56F8013

В рамках выбранной методики производится разделение разрабатываемого ПО на программные блоки. Каждый программный блок реализует назначенные функции и помещается в программную область. Взаимодействие программных блоков осуществляется за счет передачи внешних сообщений (сплошные линии) и послышки запросов (пунктирные линии). Взаимодействие с аппаратной частью осуществляется за счет аппаратных связей (штрихпунктирные линии), которые выходят за рамки программной области. Каждая связь обозначается сквозным номером для привязывания к соответствующим таблицам.

Блок виртуальных таймеров (BVT) предоставляет остальным программным блокам таймеры для отсчета временных интервалов. Блок индикации (BI) управляет семисегментными индикаторами по интерфейсу SPI и обеспечивает вывод необходимой информации о работе точного станка. Блок подсчета витков (BPV) обрабатывает сигналы, поступающие от энкодера, и ведет подсчет витков и расчет скорости вращения двигателя. Блок управления кнопками (BUK) обрабатывает сигналы, поступающие от кнопок, и отправляет соответствующие внешние сообщения в блок управления. Блок управления инвертором

(BUI) управляет драйверами силовых ключей с помощью аппаратного модуля ШИМ DSP-микроконтроллера и обеспечивает стабилизацию тока двигателя в заданной полярности путем построения цифрового регулятора. Также данный блок управляет светодиодом, отображающим направление вращения двигателя. Блок сохранения данных (BSD) производит запись необходимых настроек во внутреннюю FLASH-память микроконтроллера. Блок АЦП (BADC) обрабатывает сигналы, поступающие от токовых шунтов и педали, посредством аппаратного модуля АЦП DSP-микроконтроллера.

Блок управления (BU) реализует логику работы и настройки моторного станка, координируя работу остальных программных блоков. Также BU обеспечивает стабилизацию скорости вращения двигателя, задатчиком которой является педаль. Диаграмма состояний BU представлена на рис. 2. Рассмотрение диаграмм состояний остальных программных блоков выходит за рамки данной статьи.

Блок управления обеспечивает распознавание нажатия следующих комбинаций кнопок:

- «+/-» – увеличение и уменьшение числа заданных витков;
- «Ввод» – изменение редактируемого разряда заданного числа витков, выход из режимов «Сон», «Защита» и «Доводка»;
- «Реверс» – смена направления вращения двигателя;
- «Ввод» и «+» – сброс заданного числа витков;
- «Ввод» и «-» – сброс текущего числа витков;
- «Реверс» и 3 с – переход в режим «Сон» и сохранение текущих настроек.

Принцип работы диаграммы состояний можно рассмотреть на примере намотки заданного числа витков. После инициализации BU переходит в состояние «Ожидание», посылая запрос в BSD на считывание сохраненных в FLASH-памяти данных (число заданных и текущих витков). С помощью органов управления и индикации вводится заданное число витков. В состоянии «Ожидание» при нажатии на педаль возникает внутреннее сообщение «Педаль нажата», и BU переходит в состояние «Работа», посылая внешнее сообщение «Старт» в BUI. В состоянии «Работа» при отпускании педали возникает внутреннее сообщение «Педаль не нажата», и BU переходит в состояние «Ожидание», посылая внешнее сообщение «Стоп» в BUI. Если BU находится в состоянии «Работа» и счетчик витков приблизился к заданному числу витков на определенное значение, возникает внутреннее сообщение «Доводка», и блок переходит в состояние «Доводка», в котором происходит снижение скорости вращения двигателя. Если BU находится в состоянии «Доводка» и счетчик витков сравнялся с заданным числом витков, возникает внутреннее сообщение «Намотаны все витки», и блок переходит в состояние «Остановка», посылая внешнее сообщение

«Стоп» в ВУИ. Выход из состояния «Остановка» происходит при нажатии кнопки «Ввод» и поступлении в ВУ внешнего сообщения «Нажата кнопка Ввод», после чего блок переходит в состояние «Ожидание».

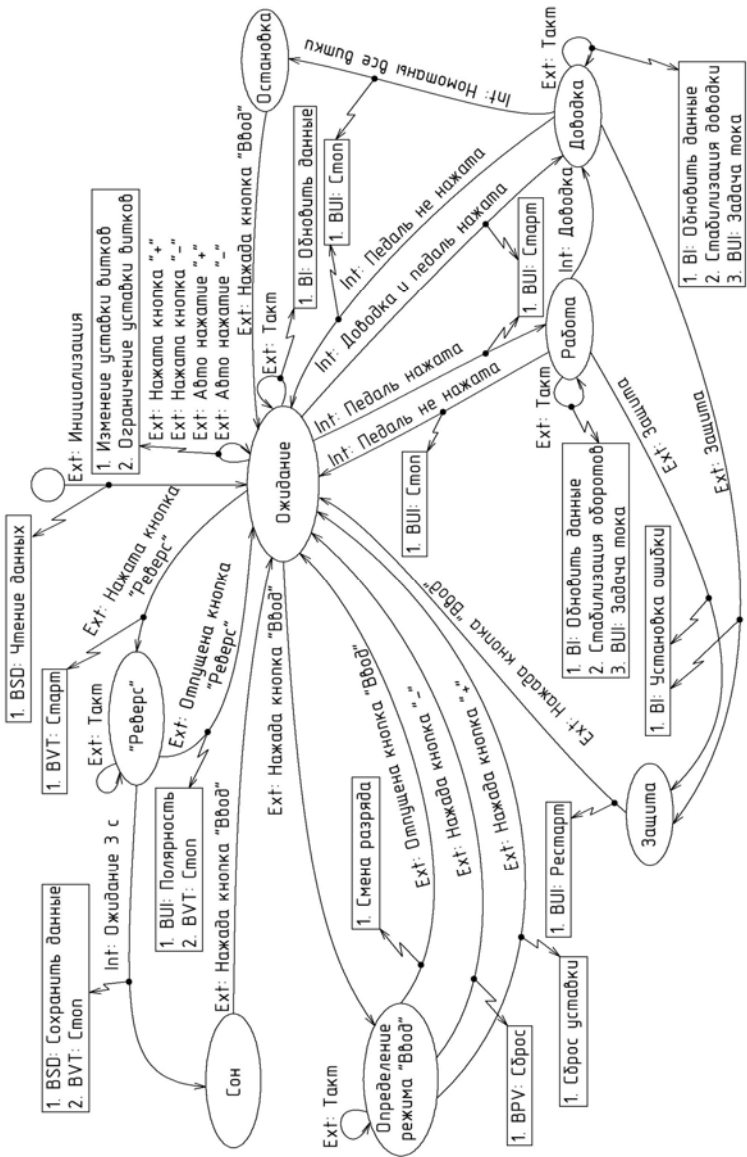


Рис. 2. Диаграмма состояний блока управления (ВУ)

Разработанный программный блок управления полностью соответствует заданному алгоритму работы моторного станка. Выбранная методика разработки ПО позволяет в удобном виде представлять сложные алгоритмы работы устройства и обеспечивает их однозначную реализацию в коде ПО. Данные особенности позволяют производить быструю отладку алгоритма работы и упрощают его дальнейшую модернизацию. Благодаря документированию применяемых решений достигается возможность создания универсальных программных блоков, которые можно переносить в другие проекты, модернизируя лишь аппаратно зависимую часть кода ПО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усачев О.Ю., Тюрин Н.В., Калинин Р.Г., Винтоняк Н.П. Управление двигателем постоянного тока в устройстве для полуавтоматической намотки катушек Roller DX7 // Научная сессия ТУСУР–2014: матер. Всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 2014 г. Томск: В-Спектр, 2014: в 5 ч. Ч. 1.

2. Винтоняк Н.П., Федотов В.А., Семенов В.Д. Источник питания устройства тепловых экспресс-испытаний радиоэлементов с микропроцессорной системой управления // Итоги научно-исследовательских работ курсового проектирования студентов 1–6-х курсов кафедры промышленной электроники: матер. ежегод. науч.-практ. конф. / под ред. В.Д. Семенова. Вып. 6. Томск: Том. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. С. 6–22.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МАНОМЕТРОВ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

О.В. Калинина, магистр каф. ПрЭ,

Ю.Г. Свинодупов, зам. ген. дир. ОАО «Манотомь», к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, ФЭТ, fefelovaov@bk.ru

Активное развитие сырьевой отрасли в России способствует освоению новых месторождений, разработка которых требует все более качественных и функционально расширенных контрольно-измерительных приборов. Большинство крупных месторождений находятся в труднодоступных районах. В связи с этим газовые промыслы практически полностью автоматизированы. Достоверность и качество измерений, а также своевременное оповещение о возможных нарушениях в работе контролируемых процессов являются наиболее приоритетными при разработке контрольно-измерительных приборов. Одним из таких приборов является манометр.

На сегодняшний момент в России более 10 крупных производителей манометров: Росма, Физтех, Манотомь, Юмас, Казань–Тепло-

прибор, Саранский приборостроительный завод, ЭПО Сигнал, Московский Манометр, Метер-Санкт-Петер, КБ Агава, Екатеринбург и др.

По способу измерения манометры делятся на несколько групп: жидкостные, деформационные, грузопоршневые, электрические и т.д. [1]. Из-за простоты устройства и широкого рабочего диапазона наибольшее распространение получили манометры, принцип действия которых основан на уравнивании измеряемого давления силой упругой деформации мембраны или трубчатой пружины (трубка Бурдона).

Манометры по функциональному назначению можно разделить на следующие группы: сигнализирующие (электроконтактные); взрывозащищенные; эталонные (образцовые), коррозионностойкие, приборы для измерения малых давлений [2], цифровые.

Взрывозащищенные манометры устанавливаются на предприятиях, где используются взрывоопасные материалы. Корпус данного прибора выполнен из алюминия или нержавеющей стали повышенной надежности. Такие приборы проходят специальные испытания и обладают хорошей точностью. Возможна установка сигнализирующего оснащения [3]. Взрывозащищенные манометры производят такие фирмы, как ОАО «Манотомь» (ДВ5012СгВн, ДМ5012СгВн, ДА5012СгВн) (рис. 1, а), ООО НПО «ЮМАС» (со взрывонепроницаемой оболочкой (1ExdIIВТ4)) и т.д.



Рис. 1. Манометры: а – манометр взрывозащищенный ДМ5012СгВнКс, ОАО «Манотомь»; б – манометр образцовый, эталонный (именованная шкала), ООО НПО «ЮМАС»

Эталонные манометры – приборы, имеющие высокую точность и проходящие постоянные проверки в специальных службах по контролю качества измерений. Такие манометры предназначены для проверки других типов манометров и используются в службах метрологии. Современные эталонные приборы имеют коррекцию нуля. Некоторые производители предлагают манометры с вязким наполнением, что позволяет измерять с особой точностью в условиях вибрации. По классу

точности такие манометры, доходят до 0,25. Производители среди уже перечисленных: ООО НПО «ЮМАС» (манометры образцовые, эталонные (именованная шкала)) (рис. 1, б) и многие другие.

Коррозиестойкие манометры устанавливаются в открытых местах, где есть доступ дождю или снегу. Все элементы прибора изготовляются из нержавеющей стали и покрываются специальным коррозиестойким составом, устойчивым к влаге, что позволяет защитить механизм даже при проникновении влаги внутрь прибора. Такой подход позволяет увеличивать не только срок службы манометров, но и предотвращает ухудшение показаний прибора. Коррозиестойкие приборы производятся на базе ОАО «Манотомь» (ДВ5012СгВн(Кс), ДМ5012СгВн(Кс), ДА5012СгВн(Кс), а также ЗАО «Росма» (коррозиестойкие), ООО НПО «ЮМАС» и т.д.

Приборы для измерения малых давлений (напоромеры, тягонапоромеры, тягомеры) базируются на мембранной коробке с плоским трибко-секторным механизмом [1].



Рис. 2. Манометры: а – тягонапоромер ДГ 05, ПАО «Стеклоприбор», б – сигнализирующий ДМ5012Сг, ОАО «Манотомь»; в – цифровой ДМ5001(Е,Г), Росма

Под действием давления мембрана деформируется, эти изменения передаются через шариковую опору, установленную на полированный центр мембраны. Далее на рычаг и сектор механизма и через вращение трибки, которая является осью для стрелки, осуществляется её движение по шкале циферблата. Такие приборы используются для измерения давления в диапазонах от 1 до 1000 Па. Вышеперечисленные фирмы также выпускают приборы этого класса, также можно отметить ПАО «Стеклоприбор» (рис. 2, а).

Сигнализирующие, или электроконтактные манометры получили свое развитие благодаря современным технологиям. В манометрах такого типа присутствует электронная часть, состоящая из электронной платы и датчиков. Благодаря двум электрическим контактам, вы-

веденным на циферблат, появилась возможность задавать диапазоны измеряемых значений (уставку), выход за которые сигнализируется. Компании, выпускающие приборы данного типа: ООО НПО «ЮМАС» (Электроконтактный манометр (ЭКМ) диаметром корпуса 100 мм), ТД Росприбор (ДМ2010Сг, ДВ2010Сг, ДА2010Сг (ДМ2010фф)), ОАО «Манотомь» (ДМ5012Сг, ДВ5012Сг (рис. 2, б), ДА512Сг) и многие другие.

Цифровые манометры предназначены для измерения и непрерывного преобразования значения избыточного и вакуумметрического давлений неагрессивных сред в электрический унифицированный выходной сигнал с отображением информации о давлении на цифровом табло, а также для управления внешними электрическими цепями в системах автоматического контроля. Российские производители: НПО «Элемер», ЗАО «Манометр-Сервис», ЗАО «Мида», ОАО «Манотомь», «Росма» ДМ5001(Е, Г) (рис. 2, в).

Учитывая современные тенденции развития приборостроения и промышленной электроники, все большее распространение получили именно сигнализирующие приборы с возможностью оповещения посредством электрического сигнала, позволяющие проводить визуальное наблюдение и фиксацию измеряемой величины. Перспективным же направлением развития сигнализирующих манометров являются манометры с энкодерным узлом. Такие устройства позволяют измерять текущее значение давления, преобразовывая его в электрический сигнал. Такая особенность позволяет внедрять их в автоматизированные линии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация средств измерения давления. Общепромышленные измерительные преобразователи давления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=18426>, свободный (дата обращения: 22.12.2013).
2. Мулёв Ю.В. Современные приборы измерения и контроля давления отечественного производства. М, 2000.
3. Свинолулов Ю.Г. Новые сигнализирующие манометры ДМ5012Сг // КипИнфо. 2009. №5. С. 13.
4. ООО НПО «ЮМАС» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://jumas.ru>, свободный (дата обращения: 22.12.2013).
5. ПАО «Стеклоприбор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.steklopribor.com>, свободный (дата обращения: 22.12.2013).
6. ОАО «Манотомь» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.manotom-tmz.ru> свободный (дата обращения: 22.12.2013).
7. Манометр показывающий сигнализирующий взрывозащищенный дм5012сгвн [Текст] : пат. 2387961 Рос. Федерация: МПК4 / Ю.Г. Свинолулов ; заявитель и патентообладатель ОАО «Манотомь». № 2009103363/28; заявл. 18.12.00 ; опубл. 02.02.2009.

СТРЕЛОЧНЫЙ МАНОМЕТР С СИГНАЛИЗИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРОННЫМ УСТРОЙСТВОМ

*О.В. Калинина, магистр каф. ПрЭ,
Ю.Г. Свинолупов, зам. ген. дир. ОАО «Манотомь», к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, ФЭТ, fefelovaov@bk.ru*

За долгие годы своего существования и во многом благодаря развитию науки и техники стрелочный манометр подвергся различным модификациям. С введением сигнализирующего электроконтактного узла одним из самых распространённых стал показывающий сигнализирующий манометр. Функциональная схема такого прибора представлена на рис. 1.

Принцип действия сигнализирующего манометра с электроконтактами следующий. Измеряемое давление подается во внутреннюю полость трубки Бурдона 3, один конец которой жестко закреплен в держателе 8, а второй свободен. Перемещение свободного конца трубки Бурдона 3 через тягу 5 передается на сектор 6 и трибку с установленной на ее оси указательной стрелкой 7, которая перемещается вдоль шкалы циферблата 2 и показывает значение измеряемого давления. Указателем 1 фиксируется пороговое значение измеряемого давления (уставка). Указательная стрелка 7 и указатель 1

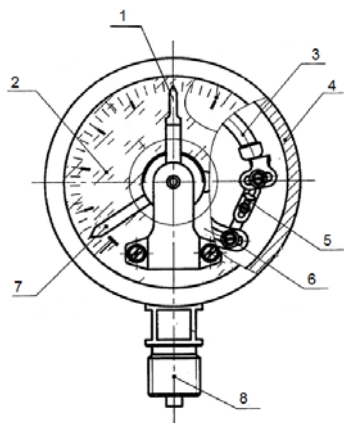


Рис. 1. Функциональная схема
сигнализирующего манометра
с трубкой Бурдона [1]

механически связаны между собой, и при выходе указательной стрелки 1 за пороги уставки происходит размыкание или замыкание электрической цепи. В результате чего формируется сигнализирующий импульс, посылаемый на исполнительное устройство.

Недостатком манометра с электроконтактами является низкая надежность и малый срок службы из-за обгорания и окисления проводников контактов в воздушной среде [1].

Учитывая описанный выше недостаток, на базе ОАО «Манотомь» был разработан сигнализирующий прибор ДМ 5012Сг (рис. 2), в блоке сигнализации которого применяются современные оптоэлектронные датчики, т.е. сигнализирующая система является бесконтактной.

На указателях граничных значений 1 и 2 установлены оптические датчики 3–4, причем установлены так, что первая 5 и вторая 6 шторки

при давлении меньше или больше граничных значений останавливаются, перекрыв оптический канал датчиков, т.к. упираются в стенку соответствующего датчика. Спиральная пружина 7 размещена между шторками 5 и 6 так, что ее центр совпадает с осью трибки. Поводок 8 первой и второй шторок, расположенный между ними, удерживает их от движения друг к другу, вызванного действием на сближение спиральной пружины 7.

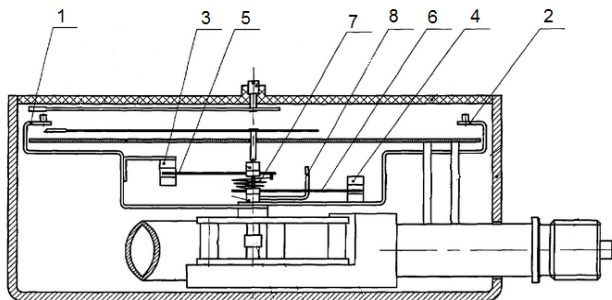


Рис. 2. Продольный разрез сигнализирующего манометра ДМ 5012Сг

Таким образом, конструкция манометра повышает надежность управления состоянием оптических датчиков и предотвращает влияние вибрационных нагрузок на качество коммутации, а также позволяет организовать любое исполнение коммутирующего устройства и визуально наблюдать за процессом коммутаций.

Другой бесконтактный сигнализирующий манометр ДМ5010Сг также выпускается заводом ОАО «Манотомь» (рис. 3). Этот прибор включает в себя по одному геркону, и поводки магнитов, перемещаемых при помощи поводка, расположенного на указательной стрелке прибора. Герконы используются как двухканальные переключатели.

На рис. 3, а изображен внешний вид манометра, на котором обозначено: 1 – циферблат; 2 – указательная стрелка; 3 – поводок, расположенный на указательной стрелке 2 (поводок поводков магнитов); 4 – основание узла сигнализации; 5 и 6 – указатели максимально и минимально допустимых значений давления среды; 7 – стрелка поворота указателей максимально и минимально допустимых значений давления среды. На рис. 3, б изображен узел сигнализации манометра, на котором изображено: 14 и 15 – первый и второй диэлектрические бруски; 16 – дополнительная диэлектрическая пластина; 17, 18 и 19 – нижняя, средняя и верхняя опорные пластины; 20 и 21 – нижний и верхний поводки магнитов; 24 – цилиндрическая ось верхней опорной пластины [2].

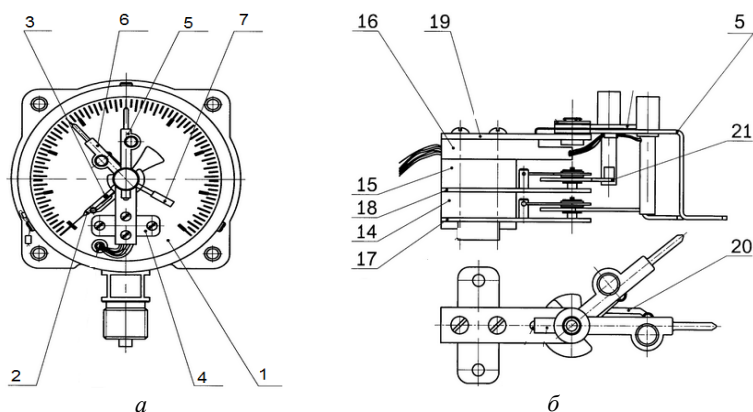


Рис. 3. Сигнализирующий манометр ДМ 5010 Сг [2]

При повышении давления среды, когда указательная стрелка 2 заходит за стрелку указателя 7 минимально допустимого давления среды, поводок 3 отодвигает верхний поводок 21 магнита от трубчатого держателя, и контакты находящегося в этом держателе геркона возвращаются в нормальное исходное состояние.

При повышении давления среды и совпадении направления указательной стрелки 2 с направлением стрелки указателя 5 максимально допустимого значения среды нижний поводок своим цилиндрическим стаканчиком с магнитом упирается в трубчатый держатель геркона на уровне зоны срабатывания последнего. В этом случае переключаются контакты в герконе, размещенном в трубчатом держателе (нормально замкнутые контакты размыкаются, а нормально разомкнутые контакты замыкаются). При понижении давления среды и пересечении указательной стрелкой 2 стрелок указателей максимально 5 и минимально 6 допустимых значений давлений среды положения контактов обоих герконов будут такими же, как и при нулевом избыточном давлении среды.

Применение герконов в виде двухканальных переключателей позволило создать манометр с универсальным узлом сигнализации, способным работать с различными типами сигнальных устройств, выпускаемых отечественной промышленностью.

Одним из приоритетных направлений развития сигнализирующих манометров является интеграция манометров в автоматизированные системы управления. В рамках решения этой задачи ОАО «Манотомь» было предложено использовать магнитный абсолютный энкодер (датчик угла поворота), показывающий текущую координату стрелки.

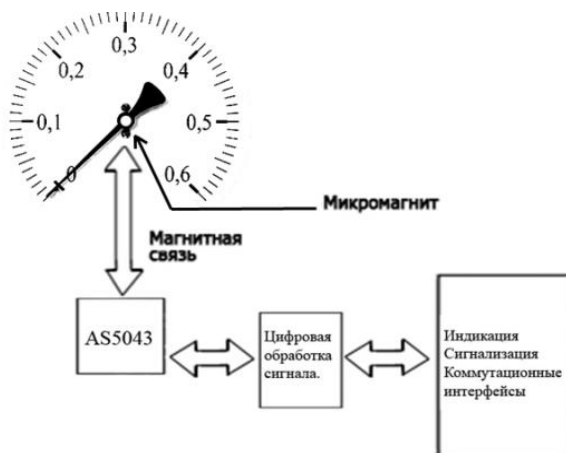


Рис. 4. Функциональная схема манометра с энкодером

На стрелке прибора закреплён микромагнит NdFeB, связанный магнитной связью с датчиком угловых перемещений AS5043. Сигнал с датчика преобразуется в цифровой и передаётся на плату управления, которая включает в себя индикацию, сигнализацию и коммутационные интерфейсы (рис. 4). Использование поляризованных реле в блоке коммутации позволяет значительно снизить энергопотребление прибора [3].

Перспективность применения стрелочных приборов основана на необходимости визуального наблюдения и контроля измеряемых параметров, особенно в России. Применение бесконтактных датчиков для определения положения стрелочного индикатора манометра позволяет без ограничений по диапазону измеряемого давления, условиям эксплуатации создавать стрелочные манометры современного типа различного назначения, в том числе виброустойчивые. Значение погрешности срабатывания таких сигнализаторов находится на уровне основной погрешности прибора, т.е. 0,5; 1; 1,5% [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Манометр с узлом сигнализации [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.findpatent.ru/patent/234/2344392.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2014).
2. Сигнальный манометр [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.findpatent.ru/patent/237/2377514.html>, свободный (дата обращения: 16.02.2014).
3. История изобретения и развития жидкостного манометра [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.kipstory.ru/pribori/razvitie/>, свободный (дата обращения: 15.02.2014).

4. Манотомь [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.manotom-tmz.ru/content/115.html>, свободный (Дата обращения: 15.02.2014).

5. Мулёв Ю.В., Свинолулов Ю.Г. Перспективные направления развития отечественных электро-контактных манометров. М, 2009.

6. Сигнальный манометр (RU 2377514) [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.findpatent.ru/patent/237/2377514.html>, свободный (дата обращения: 15.02.2014).

ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦИКЛОКОНВЕРТОРОМ С ПОВЫШЕННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ВХОДНОГО КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Р.Ю. Сараханова, магистрант каф. ЭЭ

*Научный руководитель С.А. Харитонов, зав. каф. ЭЭ, д.т.н., профессор
г. Новосибирск, НГТУ, sarahanenok@mail.ru*

Данная работа посвящена исследованию циклоконвертора с комбинированным законом управления вентильными комплектами с перспективой применения рассматриваемого преобразователя в автономных системах генерирования электроэнергии. Целью работы является повышение входного коэффициента мощности циклоконвертора.

В исследуемой схеме циклоконвертора комбинированный сигнал управления – это синусоидальный сигнал, просуммированный с треугольной добавкой, иллюстративно показанной на рис. 1 полужирной линией.

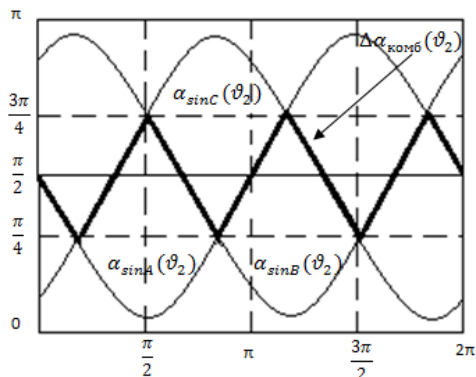


Рис. 1. Характер изменения во времени комбинированной добавки

Формирование управляющих сигналов вентилями циклоконвертора основано на векторном способе управления во вращающейся системе координат dq.

Структурная схема силовых цепей исследуемого циклоконвертора представлена на рис. 2, где:

- ВКА, ВКВ, ВКС – реверсивные вентильные преобразователи с раздельным управлением, формирующие три фазы выходного напряжения (*A*, *B* и *C* соответственно);
- ВКХ – реверсивный вентильный преобразователь с совместным управлением, выполняющий функцию компенсации третьей гармоники тока в нулевом проводе трехфазной нагрузки;
- I , I_d – датчики токов;
- U – датчик напряжения.

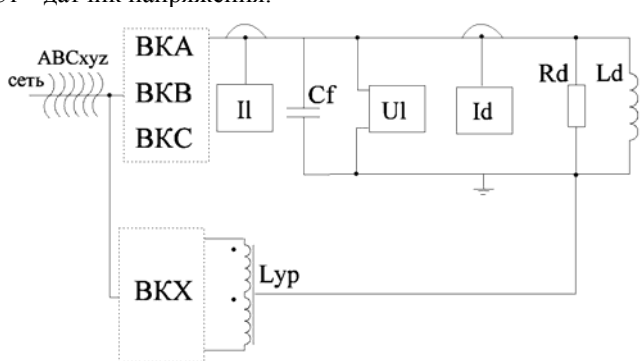


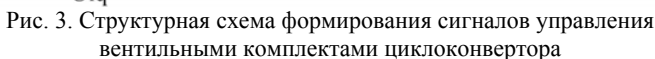
Рис. 2. Структурная схема силовых цепей циклоконвертора

Структурная схема системы управления приведена на рис. 3, где

- $\overline{ПГ1}$, $\overline{ПГ2}$, $\overline{ПГ3}$ – преобразование Парка–Горева;
- $\overline{ПГ}$ – обратное преобразование Парка–Горева;
- $Wp(p)1$, $Wp(p)2$ – пропорционально-интегральный регулятор;
- $K1$, $K2$ – регулируемый коэффициент;
- K_d – коэффициент преобразователя;
- СИФУ – система импульсно-фазового управления;
- U – сигнал обратной связи по напряжению;
- I , I_d – сигналы обратной связи по току.

Из рис. 3 видно, что система управления содержит три контура обратных связей, которые формируют векторы сигналов управления в системе координат « dq ». Обратное преобразование Парка–Горева позволяет из вращающейся системы координат « dq » получить оси « abc ».

Исследования проводились путем сравнения основных характеристик циклоконвертора с комбинированным законом управления и циклоконвертора с синусоидальным (классическим) законом управления. Были разработаны математические модели исследуемых схем.



УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ НАМОТКИ КАТУШЕК С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ ROLLERDX 7

Р.Г. Калинин, Н.П. Винтоняк, аспиранты каф. ПрЭ

г. Томск, ТУСУР, nik-leo-93@mail.ru

Проект ГПО ПрЭ-0732 – «Источник питания инверторного типа
для ручной электродуговой сварки»

209

отечественном рынке, все еще открыт. Основным поставщиком таких станков является ЗАО «Остек-ЭТК».

Компания ЗАО «Остек-ЭТК» предлагает ряд станков для полуавтоматической намотки. В ее каталоге имеется различное оборудование для намотки катушек. На рис. 1, *а* представлен станок марки FW 022 производителя IWT Industrielle Wickeltechnik.



а) Намоточный станок FW 022



б) Намоточный станок LW 10

Рис. 1. Станки для автоматической намотки

С использованием станка осуществляется намотка проводов диаметром 0,01–1,0 мм, с точностью намотки провода 0,001 мм обеспечивается точность останковки шпинделя 1/100 об. Управляется от компьютера в режиме реального времени [1].

Технический центр «Виндэк» является представителем компании RuffGmbH, предлагает станок для полуавтоматической намотки марки LW 10, представленный на рис. 1, *б*.

С использованием станка осуществляется намотка проводов диаметром 0,01–3,0 мм. Максимальный крутящий момент 1,25–20,0 Н·м. Двигатель имеет максимальную скорость вращения 9000 об/мин. Управляется от компьютера в режиме реального времени [2].

Компания TPC (TechnologyProductCompany) предлагает станок линейной намотки марки ERN 22G, представленный на рис. 2, *а*.



а) Намоточный станок ERN 22G



б) Намоточный станок CHO-2.0-300

Рис. 2. Станки для автоматической намотки

Станок отличается точечным реверсивным отсчетом витков и точностью позиционирования шпинделя. Для намотки используются провода диаметром 0,02–1,7 мм. Максимальная скорость вращения двигателя 12000 об./мин. Намоточный цикл управляется микропроцессором [3].

Намоточный станок марки СНО-2.0-300 «Школьник» для рядовой намотки провода представлен на рис. 2, б.

С использованием станка осуществляется намотка проводов диаметром 0,05–2,2 мм. Номинальный крутящий момент 0,15 Н·м. Максимальная скорость вращения двигателя 7000 об./мин. Номинальная потребляемая мощность станка 0,35 кВт [4].

У всех описанных выше станков, сравнительно высокая стоимость, доходящая до ста тысяч рублей и выше. К тому же эти станки имеют большие массогабаритные показатели.

Перед нами поставлена задача разработать компактный, недорогой полуавтоматический станок для разработчиков радиоэлектроники, работающих в лабораторных условиях.

Разрабатываемый станок предназначается для полуавтоматической намотки катушек и базируется на двигателе постоянного тока (12 В, 40 Вт). Функциональная схема устройства представлена на рис. 3.

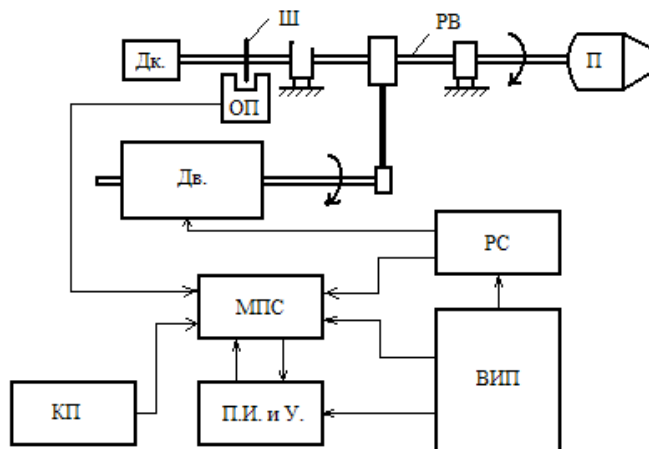


Рис. 3. Функциональная схема устройства полуавтоматической намотки

Двигатель постоянного тока Дв посредством ременной передачи связан с валом блока датчиков Вл. На рабочем валу РВ установлена шторка Ш из непрозрачного материала и резьбовой патрон П. В шторке имеется вырез в форме неполного сектора. Угловая ширина и глу-

бина выреза должны быть такими, чтобы при вращении вала шторка обеспечивала кратковременное прохождение инфракрасного излучения оптопары ОП. В качестве ОП выбран щелевой датчик НОА0901-011. Сигналы с ОП отправляются в микропроцессор МПС марки MC56F8013 для обработки и подсчета числа оборотов. Данные о количестве витков выводятся на панели индикации и управления ПИ и У в удобном для пользователя виде. Скорость двигателя регулируется посредством регулятора скорости РС и ножной кнопки-педали КП с потенциометром EV-5. Сигнал педали обрабатывается АЦП МПС, который выдает управляющий сигнал на регулятор скорости РС. Все устройство запитывается от вторичного источника питания ВИП типа PS-65–12 компании Meanwell.

Использование в устройстве недорогих, серийно выпускаемых компонентов позволяет сократить расходы на производство станка, что позволяет надеяться на уменьшение его стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. ЗАО «Остек-ЭТК» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ostec-cable.ru/equipment/prod/371.html>, свободный (дата обращения: 25.02.2014).
2. Универсал прибор [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.pribor.ru/npf/t_ob_html/namotka_katushek_namotochnoe_oborudovanie/, свободный (дата обращения: 25.02.2014).
3. Технический центр «Виндэк» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://windeq.ru/razdel-oborudovaniya/ryadovaya-namotka>, свободный (дата обращения: 25.02.2014).
4. Мир намоточных станков [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.namotka.com/products/unit.php?cat_id=49&prod_id=533, свободный (дата обращения: 25.02.2014).

СЕКЦИЯ 13

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Председатель секции – Ехлаков Ю.П., проректор по информатизации и управлению ТУСУРа, зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор,
зам. председателя – Сенченко П.В., декан ФСУ,
доцент каф. АОИ, к.т.н.*

МОДУЛЬ ДЛЯ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ, ВЕДУЩЕГО ДОБЫЧУ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДОМ СПВ

*А.Н. Черников, студент каф. ЭМИС
Научный руководитель А.Д. Истомин, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.
г. Томск, ТУСУР, a.chernikov@astra.ws*

Одним из перспективнейших методов разработки месторождений полезных ископаемых является скважинное подземное выщелачивание (СПВ) [1]. Данный метод безопаснее для окружающей среды по сравнению с другими методами разработки, а также позволяет снизить экономические затраты на добычу полезных ископаемых. При СПВ добыча полезных ископаемых ведется путём их избирательного растворения на месте залегания и последующего извлечения на поверхность в виде химических соединений, образованных в зоне реакции [2].

Сложность управления процессом СПВ связана с недостатком информации о состоянии продуктивного горизонта, отсутствием своевременной достоверной информации по большому количеству объектов, а также необходимостью оперативного анализа большого количества разнородных пространственно распределённых данных о параметрах технологического процесса [2]. В связи с этим целесообразно использование современных информационных технологий для повышения эффективности управления процессом СПВ [3].

Для решения задачи оптимального управления работой добычного комплекса разработана информационная система, обеспечивающая сбор, обработку, хранение, анализ, визуализацию данных, а также информационную поддержку при подготовке управления предприятием. Информационная система содержит модули для оперативного, тактического и стратегического уровней управления добычным комплексом.

Для обеспечения целостности и непротиворечивости информации, вводимой из разных модулей, вся информация привязывается к объектам цифровой модели добычного комплекса. Модули представляют собой клиентские приложения и используют единую базу данных, в которой информация хранится согласно цифровой модели добычного комплекса; в качестве СУБД (система управления базой данных) используется MSSQL [3].

Важной задачей для обеспечения управления добычным комплексом является расчет наработки и прогнозирование выхода из строя насоса с целью скорейшей его замены и восстановления работоспособности скважины. Одними из главных элементов добычного комплекса являются насосы, таким образом, учет и контроль скважинного насосного оборудования и времени его наработки – одна из основ управления процессом СПВ.

В настоящей работе представлен модуль учета и контроля насосного оборудования для информационной системы предприятия, ведущего добычу полезных ископаемых методом СПВ. Модуль функционирует в рамках информационной системы добычного комплекса и решает следующие задачи: управление информацией о насосных установках, двигателях, насосах; ввод информации об установках и демонстрациях насосных установок на скважины; расчет наработок насосных установок и прогноз их замены, используя информацию из других клиентских приложений.

Модуль учета и контроля насосных установок написан на языке программирования C++, в среде программирования Embarcadero RAD studio, для связи с СУБД используется технология ADO. Разработанный модуль содержит диалоги, позволяющие оператору вводить информацию об используемых в работе насосах, двигателях и насосных установках, а также выполнять проверки допустимости ввода той или иной информации на уровне БД (базы данных) и на уровне самой программы. Окна приложения представлены на рис. 1.

Раздел «Двигатели и насосы» состоит из группы диалогов, позволяющих занести информацию о новом двигателе или насосе, отредактировать существующую, списать или удалить двигатель/насос. Также имеется возможность добавлять и удалять марки двигателей/насосов. Раздел «Насосные агрегаты» содержит диалоги, позволяющие пользователю добавлять вновь поставленный на учет насосный агрегат, комбинировать агрегаты из уже существующих двигателей и насосов, а также списывать, расформировывать, редактировать и удалять их.

Журнал монтажа на скважины содержит диалоги, позволяющие пользователю отследить историю установок насосных агрегатов на скважины за текущий период времени, а также за определенный вре-

менной промежуток; ввести в систему информацию о монтаже или демонтаже агрегата на скважину, отредактировать информацию об установке.

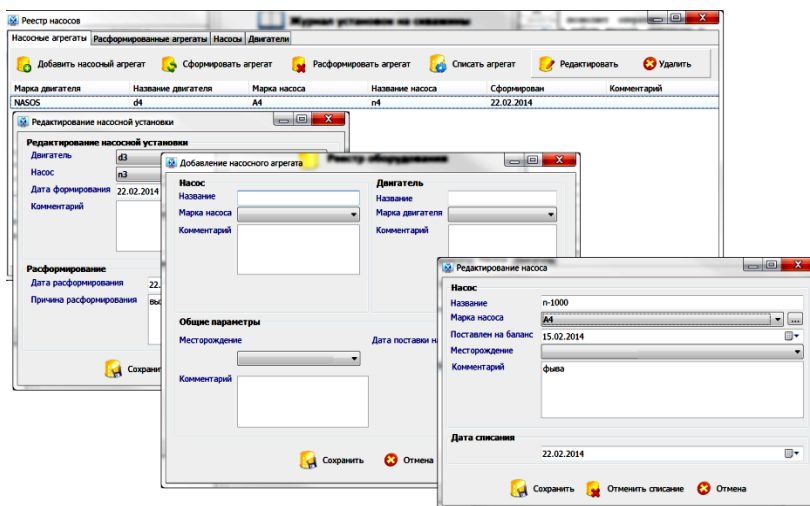


Рис. 1. Функциональные окна приложения

Разработанный модуль используется в информационной системе по управлению добычей полезных ископаемых методом СПВ. Также он может быть использован в нефтегазовой промышленности и в других сферах, где широко применяются насосные агрегаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаверов Н.П. Подземное выщелачивание полиэлементных руд. М, 2009.
2. Дементьев А.А., Бабкин А.С., Истомин А.Д. и др. Инновационная технология управления разработкой гидрогенных месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания // Вестник Российской академии естественных наук. 2013. №7. С. 28–35.
3. Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г. и др. Программный комплекс для управления разработкой месторождения полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 8. С. 376–381.

АЛГОРИТМ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ В ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ

А.М. Данченко, В.С. Тараканов, В.В. Штерн, студенты каф. АОИ

Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, доцент каф. АОИ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, danchenko_ann@mail.ru

Проект ГПО АОИ-1304 – «Информационные технологии прогнозирования рисков пожарной опасности в общественных зданиях»

Обеспечение пожарной безопасности людей актуально во все времена. В настоящее время огонь – это не просто стихия, а физическое явление со своими закономерностями, созданы модели развития пожара и методики по подсчету вероятности его возникновения. Использование данных научных обоснований пожара является обязательным и закреплено в государственных приказах и методиках. В приказе МЧС России №382 указаны 3 математические модели для определения расчетного времени эвакуации людей из здания [1].

Для программной реализации выбрана индивидуально-поточная модель эвакуации. Суть математической модели заключается в том, что скорость человека определяется с учетом значения локальной плотности потока, расчет проводится для каждого человека, пока все люди не покинут здание.

Основой для расчета времени эвакуации является поиск эвакуационных путей. На эвакуационные пути накладываются следующие ограничения: эвакуационным путем считается наикратчайший путь до эвакуационного выхода, для людей в помещении эвакуационный путь единственный и они не могут перейти к другому пути против движения потока.

Построение эвакуационного пути для отдельного человека происходит в два этапа. На первом этапе происходит поиск кратчайших путей от всех дверей до эвакуационных выходов. На втором этапе ищется эвакуационный путь для каждого отдельного человека.

Поиск эвакуационных путей. Исходные данные: из поэтажных планов здания строится взвешенный неориентированный граф $G = (V, E)$, в котором вершинами $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ являются двери (проемы) между помещениями, а дугами $E = \{\{v_i, v_j\} \mid i, j \in [1, n]\}$ – связи между дверьми в помещениях, весами которых являются расстояния между дверьми, где n – количество вершин и множество $V_e = \{v_k \mid k \in [1, n]\}$ – множество эвакуационных выходов.

Задача: составить ориентированный граф, содержащий только те дуги, которые ведут по кратчайшему пути к эвакуационным выходам.

За основу решения задачи выбран алгоритм Дейкстры [2], выходом которого является множество $P = \{(v_i, v_j) \mid i, j \in [1, n]\}$ путей, где пара (v_i, v_j) обозначает, что путь проходит из вершины v_i в v_j . Для подведения алгоритма к специфике поиска эвакуационных путей, были заданы следующие условия:

1. алгоритм выполняется последовательно для каждого элемента из множества эвакуационных выходов V_e ;

2. для второго и последующих выполнений алгоритма Дейкстры на графе не происходит установка для вершины расстояния, равного ∞ ;

3. при релаксации из вершины v_c в вершину v_k во множестве P находится пара с первой компонентой равной v_k , удаляется, а вместо нее добавляется пара (v_k, v_c) ;

4. если на шаге алгоритма Дейкстры ни для одной соседней вершины не удастся провести релаксацию, то прекращается выполнение алгоритма Дейкстры для данного эвакуационного выхода.

Таким образом, после выполнения данного алгоритма во множестве P содержатся кратчайшие пути от всех дверей до ближайших эвакуационных выходов. Результатом работы алгоритма является ориентированный граф $G' = (V, P)$.

Поиск эвакуационных путей для отдельного человека. Трудность применения индивидуально-поточной модели эвакуации состоит в том, что алгоритм не ориентирован на применение в случае двухмерной плоскости (проекции сверху) и дает лишь общие понятия о модели. Приведем модель к двумерному случаю. Для этого необходимо привнести в алгоритм следующие изменения.

Подготовительный этап: построение карты удаленности до выхода из помещения для каждой комнаты. Карта удаленности представляет собой массив ячеек, элементы которого хранят в себе координаты центра ячейки и расстояние до ближайшего выхода из помещения. Для этого каждую комнату разбить на квадратные ячейки размером $l \times l$. С помощью алгоритма Дейкстры, принимая за стартовую вершину выходные двери из комнат сохранить для каждой ячейки расстояние до ближайшего выхода. В этом случае путь сохранять не требуется.

Исходные данные: люди расставлены внутри помещения, время начала эвакуации для каждого человека установлено.

Координаты каждого человека в момент времени t определяются

по формуле
$$\begin{cases} x_i(t) = x_i(t - \Delta t) + V_i(t) \cdot \cos \alpha \cdot \Delta t, \\ y_i(t) = y_i(t - \Delta t) + V_i(t) \cdot \sin \alpha \cdot \Delta t, \end{cases}$$
 где $x_i(t - \Delta t)$ и $y_i(t - \Delta t)$

координаты i -го человека в предыдущий момент времени, $V_i(t)$ – скорость i -го человека в момент времени t , α – угол между вектором скорости и положительным направлением оси OX , Δt – промежуток времени.

Для определения направления движения человека для каждого человека рассматриваются три соседние ячейки, обладающие наименьшей удаленностью от выхода из помещения. Для каждой из трех ячеек рассчитывается коэффициент значимости для выхода по формуле $k_i = r + 0,2n$, $\forall i \in \{1, 2, 3\}$, где r – расстояние от ячейки, в которой находится человек, n – количество человек, находящихся в i -й ячейке. Направление выбирается в сторону центра ячейки с минимальным коэффициентом k_i .

Для определения локальной плотности людского потока перед каждым человеком выберем участок пути эвакуации, состоящий из шести ячеек пути предполагаемого следования (два ряда по три ячейки с минимальным расстоянием до выхода), и воспользуемся формулой

$$D_i(t) = \frac{(n-1) \cdot f}{l^2 \cdot c},$$
 где n – количество человек на участке; f – средняя

площадь горизонтальной проекции человека; l – длина ячейки; c – количество ячеек в участке.

Заключение. В данной работе представлен алгоритм поиска эвакуационных путей из здания. С помощью алгоритма происходит построение эвакуационного пути для каждого отдельного человека согласно выбранной для программной реализации индивидуально-поточной модели эвакуации. Полученные эвакуационные пути представляют собой основу для расчета времени эвакуации людей из здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС РФ от 30.06.2009 № 382 (ред. от 12.12.2011). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Dijkstra E.W. A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*. 1959. Vol. 1. P. 269–271.

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛА
СИСТЕМЫ WGS3 ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВНЕДРЕНИЯ ЕЕ
В РАЗЛИЧНЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**
А.И. Назарова, О.Н. Богомолова, А.С. Ефремов, студенты каф. АОИ
*Руководители проекта: Ю.Б. Гриценко, к.т.н., доцент каф. АОИ,
П.В. Сенченко, к.т.н., доцент каф. АОИ
г. Томск, ТУСУР, nazarowa.alia@yandex.ru,
bogomolova933@gmail.com, efremov.alexander2010@mail.ru*
*Проект ГПО АОИ-1305 – «Разработка технологии продвижения ГИС
на примере системы WGS-3-3»*

Широкое распространение в последнее время приобрели географические информационные системы (ГИС), автоматизирующие работу человека в различных сферах деятельности. Повсеместное использование ГИС обуславливают: возможность управления базами данных, визуальное представление географических объектов, редактирование пространственных данных, наличие средств, позволяющих произвести качественный анализ [1].

Многогранность охватываемых ГИС предметных областей стимулирует повышенный интерес широкой общественности к предоставляемым этой технологией возможностям. Ввиду этого в ТУСУРе была разработана web-ориентированная ГИС WGS3-готовое решение для формирования и мониторинга объектов электронного генерального плана с целью получения полной и единой информационной основы управления инженерными сетями предприятия в сети Интернет. Программа обеспечивает работу следующих основных функций ГИС: управление картографическим изображением, диалоговое управление слоями и легендами, масштабирование и обновление карты, использование избранных видов карты, привязка географических объектов с атрибутивным описанием, поиск и анализ объектов карты, множественное заполнение, буферное зонирование, географический и тематический анализ [2]. Система имеет развитые средства защиты данных от несанкционированного доступа к информации, а также обеспечивает ролевой регламентированный доступ к данным генерального плана и функционалу в соответствии с наделенными правами. Программа включает в себя компонент работы с документооборотом электронного генерального плана (работы с документами в электронном виде, ведение отчетности, применение электронно-цифровой подписи). А также реализована возможность использовать сервис Google Maps, тем самым позволяя накладывать объекты ЭГП на интерактивную карту Google.

Исходя из имеющегося перечня функций, можно сделать вывод о направленности продвижения системы в инженерную сферу области. Тем не менее функционал, соответствующий данной сфере, не способен в полной мере удовлетворить потребности других сфер деятельности, что существенно снижает возможность продвижения системы в другие отрасли и как следствие – коммерческую выгоду. В свою очередь сервис-ориентированная архитектура предлагаемой геоинформационной платформы позволяет наращивать функционал созданной на ее основе web-ориентированной ГИС, включать новые методы и средства анализа, а также предполагает полную модификацию. Ввиду этого, основываясь на анализе самых востребованных ГИС-систем в каждой области, выявлен перечень необходимых функций, позволяющих системе WGS3 стать конкурентоспособной в отдельно выделенной отрасли, и при их оптимальном сочетании получить конкурентное преимущество. Итоговый перечень функционала приведен в таблице.

**Перечень необходимого функционала,
соответствующего сфере деятельности**

Сфера деятельности	Добавляемые функции
Геодезия	1. Импорт информации с геодезического прибора без ручного ввода. 2. Обработка текстовых файлов с описанием координат объектов с дальнейшим нанесением на карту. 3. Автоматическое уравнивание измерений с использованием метода наименьших квадратов. 4. Добавление новых объектов на основе географической съемки
Чрезвычайные ситуации	1. Вычисление зоны заражения при химических авариях. 2. Вычисление затопленной местности при наводнении с учетом рельефа. 3. Анализ доступности пожарных гидрантов и пункта эвакуаций для географических объектов
Транспорт	1. Моделирование транспортных потоков для оптимизации дорожного движения. 2. Расчет оптимального пути движения транспорта с учетом имеющихся пробок. 3. Расчет наиболее оптимального, с точки зрения заполнения дорог, местонахождения участков полиции и скорой помощи. 4. Наличие GPRS для установления местонахождения транспортного объекта.
Водоснабжение и канализация	1. Добавление следующих слоев для водоснабжения: тупики, домовые вводы, задвижки, брошенные линии, скважины, водоводы от скважин, бойлерные. - Добавление следующих слоев для канализации: дюкеры, задвижки, проектные канализации, футляры, брошенные колодцы, брошенные трубы, узлы.

Сфера деятельности	Добавляемые функции
	2. Реализация возможности выделения труб разного диаметра в пределах одного участка. 3. Реализация детализовки колодцев. 4. Реализация решения задач гидравлического моделирования. 5. Реализация обмена пространственной и паспортной информацией со внешними организациями. 6. Мониторинг состояния водоканала
Нефтегазовая отрасль	1. Отслеживание финансовых аспектов добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов, обзор деятельности конкурентов. 2. Точное отображение расположения объектов на поверхности для инженерных служб. 3. Выявление путей доступа к объектам для подрядчиков и реагирование на сообщения о повреждениях и авариях. 4. Поиск оптимальных маршрутов движения ремонтных бригад, спасательных и пожарных служб
Торговля	1. Выбор городов для приоритетной экспансии. 2. Выбор местоположения для планирования торговой точки или всей сети. 3. Выбор формата и других характеристик в конкретном месте, или места под конкретный формат. 4. Расширение сети, оценке новых мест с точки зрения потребителя, конкуренции и инфраструктуры. 5. Пространственный бенчмаркинг, учет конкуренции в торговых зонах. 6. Планирование рекламных кампаний с учетом пространственных составляющих. 7. Расширения зон продаж и влияния на рынке. 8. Корректировка ассортиментной политики в существующих магазинах
Гео-маркетинг	1. Построение многофакторной модели «зон пригодности». 2. Модель определения оптимального местоположения. 3. Оценка выручки фирмы в потенциальном месте путем привязки данных о потребителе и модели его поведения к нужной транспортной зоне. 4. Планирование магазинов шаговой доступности путем наложения радиусов шаговой доступности на карту плотности населения для данной территории
Недвижимость	1. Визуализация и редактирование геометрии поэтажного плана. 2. Визуализация и редактирование рабочих мест. 5. Отображение атрибутивной информации (по зданиям, этажам, помещениям, рабочим и технологическим местам), хранящейся в SAP.

Сфера деятель- ности	Добавляемые функции
	3. Редактирование атрибутивной информации и сохранение ее в SAP. 4. Построение различных аналитических отчетов. 5. Планирование перепланировок помещений и размещения со- трудников

В ходе работы был подробно рассмотрен функционал системы WGS3 и сферы применения системы, на основе чего было выдвинуто предположение о необходимости дальнейшего продвижения системы в другие отрасли. Оптимальным путем продвижения системы, в другие отрасли считается модернизация функционала системы в связи с чем были предложены наиболее важные и необходимые функции, позволяющие системе стать конкурентоспособной в соответствующей отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Географическая информационная система [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Географическая_информационная_система (дата обращения: 27.02.2014).
2. Техничко-экономическое обоснование внедрения географической информационной системы поддержки мониторинга объектов инфраструктуры предприятия [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://aoi-soft.com/content/files/teo.pdf> (дата обращения: 27.02.2014).
3. Программное обеспечение для обработки данных земельно-кадастровых геодезических работ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.internetgeo.ru/uploads/journals/geoprofile0308/soft_cadastre.pdf (дата обращения: 27.02.2014).
4. ArcGIS Survey Analyst [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://nrtb.ru/products/arcgis_distrib/arcgis_modules/survey_analyst.php (дата обращения: 27.02.2014).
5. Использование ГИС в муниципальном управлении [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gis.su/massmedia/publication/show/79.htm> (дата обращения: 27.02.2014).
6. Типы проектов и решаемые задачи [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.geointellect.ru/?id=3063> (дата обращения: 27.02.2014).
7. Управление недвижимостью на платформе SAP [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://isystemsautomation.ru/53-upravlenie-nedvizhimostyu-na-platforme-sap> (дата обращения: 27.02.2014).

СИТУАЦИОННЫЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Т.А. Фоминых, В.В. Латровкин

г. Томск, ТУСУР, fominikh.tat@gmail.com, latrovkin@yandex.ru

*Проект ГПО АОИ-1302 – «Ситуационный центр управления
энергоэффективностью»*

В наше время, в условиях роста затрат на потребляемую энергию, энергосбережение является одним из ключевых факторов конкурентоспособности предприятий и организаций. Однако использование устаревшего оборудования не позволяет многим из них достичь должного уровня энергоэффективности. Внедрение автоматизированных систем позволит значительно снизить потребляемые ресурсы, улучшить качество выпускаемой продукции и прогнозировать изменения затрат на энергию.

Актуальной задачей автоматизации предприятия является:

1. Создание единого информационного пространства для объективной оценки текущей ситуации на производстве.
2. Получение информации об уровне и эффективности использования предприятием топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).
3. Учет, планирование и нормирование потребления энергоресурсов.
4. Оперативное принятие оптимальных управленческих решений.
5. Ликвидация барьеров между управленческим и технологическим уровнями.
6. Анализ качества продукции и улучшение его в дальнейшем.

Организация единого информационного пространства невозможна без создания механизма сбора первичной информации и передачи ее на следующие уровни управления, следовательно, и принятия решений. Таким образом, построение данного пространства на предприятии необходимо для организации надежного и быстрого доступа к показателям при помощи внешних информационных систем.

Разработанная система позволяет:

- Автоматизировать ввод, хранение, просмотр и вывод данных в виде отчетов.

Информация о потребляемой энергии приборами будет поступать в систему при помощи датчиков, которые расположены на самих приборах. Тем самым ввод данных в систему будет производиться автоматически, без помощи персонала. Это позволит значительно ускорить получение более точных сведений о количестве используемых энергоресурсов на предприятии. Вся полученная информация будет храниться в системе, что позволит упростить и ускорить документооборот и доступ к определенной информации. Также будет произво-

даться детализация сведений о потребляемой энергии оборудованием. Всю просматриваемую информацию можно будет выводить в виде отчетов.

- Кластерный анализ.

Кластерный анализ подразумевает под собой задачу разбиения объектов на группы, при анализе которого можно выявить скрытые закономерности энергопотребления.

- Анализ показателей с группировкой по видам ресурсов, подразделениям, участкам, цехам предприятия.

Анализ получаемых показателей будет проводиться для определения энергоэффективности предприятия. Он проводится на основе получаемых показателей, и в ходе анализа можно определить, какое оборудование потребляет больше энергии и с чем это связано. Также с помощью анализа данных можно будет выявить неисправность оборудования и своевременно принять нужное решение.

- Реализация многопользовательского режима работы с базой данных, предусматривающей разграничение прав доступа к информации для различных категорий пользователей.

- Минимизация затрат на выявление нерационального расхода тепловой энергии.

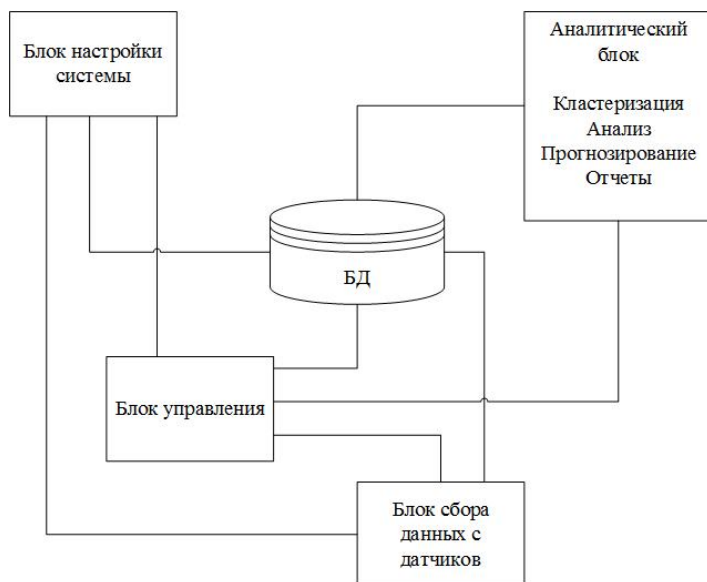


Рис. 1. Структура системы

Вся система (рис. 1) включает в себя блок управления, блок настройки системы и аналитический блок, а также устройства сбора данных с датчиков, а именно блок входящих сигналов. Каждый из них играет особую роль при работе системы.

Блок сбора данных с датчиков – производит сбор и передачу данных в базу данных (БД) с оборудования.

Блок управления – отображает информацию о процессах потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в реальном времени. Позволяет осуществлять контроль за процессами.

Аналитический блок – предназначен для определения достоверности входных сигналов, а также он выступает как координатор технологического процесса, предназначенный для формирования заданий на управление в соответствии с текущим состоянием. Аналитический блок состоит из:

- подсистемы кластеризации – отвечает за обработку и упорядочивание данных по группам;
- подсистемы анализа – отвечает за сравнение результатов, полученных после сбора и кластеризации;
- подсистемы прогнозирования – с помощью которой возможно прогнозировать расход ТЭР;
- подсистема «Отчеты» – предоставляет формы отчетов, необходимые для аудита энергопотребления.

В БД (таблица) будет храниться вся информация о работе системы, начиная со сбора данных с датчиков, заканчивая выводом результатов.

Описание сущностей базы данных

Сущность	Описание
Единицы измерения	Содержит единицы измерения приборов
Тип прибора	Содержит информацию о том, какой из прибором какую энергию потребляет (тепловую, электрическую и т.д.)
Список приборов	Содержит информацию о приборах, находящихся на предприятии
Проверка	Содержит информацию, собранную с датчиков
Месторасположение	Содержит месторасположение приборов
Характеристики прибора	Содержит информацию о приборе (паспорт прибора)

Разрабатываемая система позволит осуществить эффективное управление потреблением ТЭР и получать отображение текущей информации в реальном времени, а также выявлять неполадки в приборах и решить задачи централизованного сбора коммерческой и технологической информации с объектов учета.

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

Н.А. Фёдоров, студент каф. ЭМИС

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

г. Томск, ТУСУР, nfedorov1@gmail.com

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

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

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

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

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

Для создания модуля используется интегрированная среда разработки C++ Builder XE3. Пользовательский интерфейс разработанного модуля для химических анализов представлен на рис. 1. В качестве инструмента создания и сопровождения работы базы технологических данных химических анализов используется система управления базой данных Microsoft SQL Server 2008 R2. Взаимодействие с базой данных

осуществляется при помощи языка запросов SQL (Structured Query Language) через интерфейс прикладного программирования Microsoft ADO.

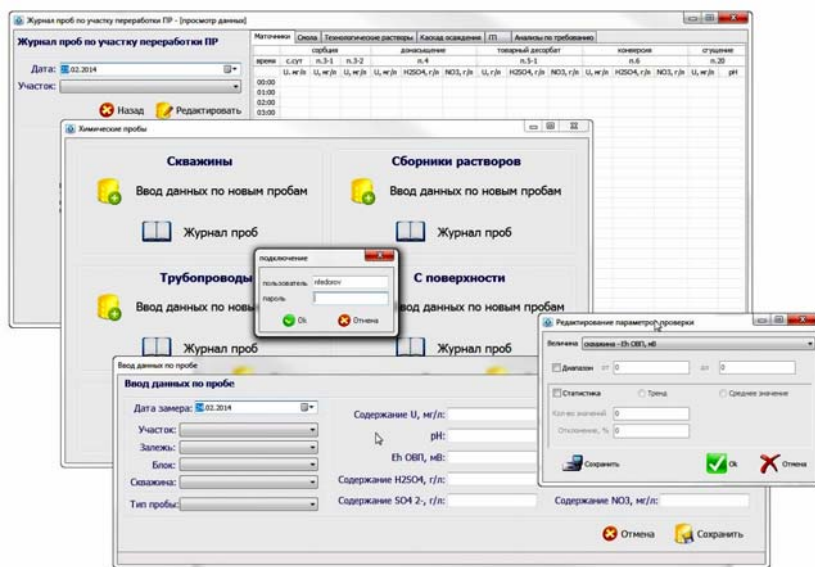


Рис. 1. Пользовательский интерфейс модуля для химических лабораторий

Модуль обеспечивает ввод, просмотр и редактирование информации о результатах химических анализов, а также позволяет производить по ней выборки в соответствии с местом или датой пробы. При вводе и редактировании данных осуществляется контроль вводимых числовых значений результатов химических анализов. Данные проверяются на соответствие диапазону допустимых значений. Если значение выходит за границы диапазона, то сохранение в БТД таких данных невозможно. Также при необходимости определяется отклонение от ожидаемого значения, вычисляемого методом линейного тренда или методом средних значений. В случае значительного отклонения работнику химической лаборатории предлагается подтвердить корректность вводимых значений.

Использование разрабатываемого модуля сделает более удобной обработку результатов анализов, уменьшит вероятность ошибки при вводе или редактировании данных, сделает возможным выполнение анализа полученных результатов, используя необходимые критерии и методики. Помимо этого, он позволит использовать информацию по химическим анализам другими модулями ГТИС (например, модулем,

моделирующим геотехнологические процессы добычного комплекса). Внедрение ГТИС обеспечит контроль геотехнологических процессов и информационную поддержку управления добычей, что повысит эффективность работы добычного комплекса. Разрабатываемый модуль может быть внедрен в химических лабораториях других предприятий, использующих способ скважинной добычи полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

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

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫЙ МОДУЛЬ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В МООС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА»

Л.С. Ревенко, студентка каф. АСУ

*Научный руководитель В.В. Романенко, к.т.н., доцент каф. АСУ
г. Томск, ТУСУР, lsrevenko@gmail.com*

Массовые открытые онлайн-курсы (МООС) – одна популярная и перспективная тенденция в мировом образовании. Они позволяют изучить желаемую дисциплину в любое свободное время и в подходящем темпе [1].

В настоящее время факультет дистанционного обучения (ФДО) ТУСУРа [2] занимается разработкой МООС, в частности МООС по дисциплине «Информатика». В данный МООС также входит раздел, посвященный обучению студентов основам программирования на языке высокого уровня Pascal. Учитывая, что принципы организации МООС практически исключают преподавателя из процесса обучения, необходимо разработать модуль, который сможет самостоятельно обучать студентов навыкам программирования, а именно – позволять выполнять демонстрационные примеры в процессе изучения теоретического и практического материала, а также выполнять автоматизированный контроль знаний при выполнении практических заданий и проведении тестирования.

Исходными данными для модуля является сборник задач в формате XML. В XML-документе разработчик может:

- указывать список доступных для решения задачи языков программирования и компиляторов;
- настраивать интерфейс модуля, адаптируя его под определенную задачу;
- задавать шаблон кода, акцентируя этим внимание обучающихся на выполнение определенных действий;
- описывать формат входных данных, считываемых с консоли;
- описывать способ выдачи результатов проверки программы.

Задачи могут быть выполнены в различных компиляторах и на различных языках программирования. Информация о доступных компиляторах (название, опции командной строки, расширение исходных файлов, режим подсветки синтаксиса в редакторе кода) хранится в формате XML и может легко дополняться.

Одни задания требуют четкого соответствия шаблону кода с целью закрепления знаний и навыков по использованию конструкций или операторов языка. Другие оставляют свободу выбора способа решения и проверяют только правильность ответа.

Проверка правильности выполнения задачи может осуществляться несколькими способами:

1. Проверка соответствия ответа или кода пользователя регулярному выражению. Регулярное выражение может задаваться фиксированно или являться результатом выполнения эталонной программы (на языках Pascal, C, C++ и т.п.) или функции (PHP, JavaScript).
2. Строгое соответствие ответа или кода пользователя эталонному ответу. Может задаваться фиксированно или является результатом выполнения эталонной программы или функции.

Работа так же поддерживает возможность использования для демонстрации примеров программ, когда пользователю необходимо только скомпилировать готовый код и проанализировать результат выполнения программы.

Клиентская часть модуля выполнена на связке HTML + JavaScript, серверная часть реализована на языке PHP. Для динамичной подсветки кода в браузере используется JavaScript библиотека CodeMirror.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ключкин А. Как изменить мир и заставить миллионы полюбить алгебру [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lenta.ru/articles/2013/05/20/mooc/> 21.05.2013.
2. Факультет дистанционного обучения ТУСУРа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fdo.tusur.ru/> 28.02.2014.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ OPENLAYERS
ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМОЙ ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО
ПЛАНА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА
МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОРОННИХ СЕРВИСОВ В КАЧЕСТВЕ
ПОСТАВЩИКОВ ГЕОДАННЫХ**

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

Научные руководители: Ю.Б. Гриценко, доцент, к.т.н.,

О.И. Жуковский, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф, АОИ, milikhin@gmail.com, mixrich1@gmail.com

С каждым месяцем доля мобильного трафика продолжает неуклонно расти, а производительные мощности современных мобильных устройств приближаются к мощностям среднестатистического настольного компьютера образца 2010–2011 гг. Поэтому не удивительно, что в последнее время наблюдается увеличение количества и качества программного обеспечения для мобильных устройств. При этом порой на рынок мобильного ПО выходят и промышленные программы, такие как AutoCAD WS, Web-серверы и даже СУБД MySQL. Фактически при такой тенденции развития, в скором времени отсутствие сборки какого-либо ПО для мобильного устройства станет существенным промахом в поиске рынка сбыта и своей целевой аудитории.

Данная ситуация не обошла стороной и геоинформационные системы. Благодаря вычислительным способностям мобильных устройств невольно возникает потребность в решении повседневных задач на местах. Опыт разработки ГИС ЭГП WGS3 показал, что централизованный доступ в функциям данной геоинформационной системы через браузер посредством Интернета существенно увеличивает удобство и простоту работы с ней. Однако современный дизайн как приведенной выше ГИС, так и других современных web-ориентированных ГИС не адаптирован для управления на сенсорных экранах, поэтому использование такой ГИС затруднено даже на самых современных мобильных устройствах, поэтому необходим инструмент, посредством которого станет возможным не только просматривать данные ГИС, но полноценно ей пользоваться на мобильных устройствах с сенсорными экранами.

Выбор инструментов реализации поставленной задачи выпал на OpenSource-продукты, однако этот выбор обусловлен в большей степени не свободным распространением данного ПО, а возможностью доступа к исходному коду, что позволит самостоятельно воплощать все поставленные задачи.

В ГИС WGS3 в качестве проводника геоданных используется свободно распространяемый MapGuide OpenSource от компании OsGEO, однако используемый обозреватель геоданных на стороне клиента MapGuide AJAX Viewer абсолютно не имеет никаких инструментов работы с помощью сенсорного экрана. Более того, компания OsGEO подтверждает, что такой поддержки в данном обозревателе нет и не предвидится никогда. Отсюда возникает потребность использования иного обозревателя геоданных.

Та же компания OsGEO в настоящее время проводит разработку стандарта взаимодействия с проводниками геоданных – OpenLayers [1]. Этот стандарт позволяет добавлять картографические данные на web-страницы практически из любого источника (включая основную источник – данные сервиса MapGuide). Кроме того, с версии OpenLayers 2.12 начинается поддержка управления жестами мобильных устройств, что и является основной целью выбора данной библиотеки. Использование стандартного MapGuide AJAX Viewer с OpenLayers не представляется возможным ввиду архитектурных различий, поэтому в качестве обозревателя предлагается использовать обозреватель «Fusion» все той же компании OsGEO [2].

Схематично взаимодействие Fusion и MapGuide Server посредством OpenLayers представлено на рис. 1.

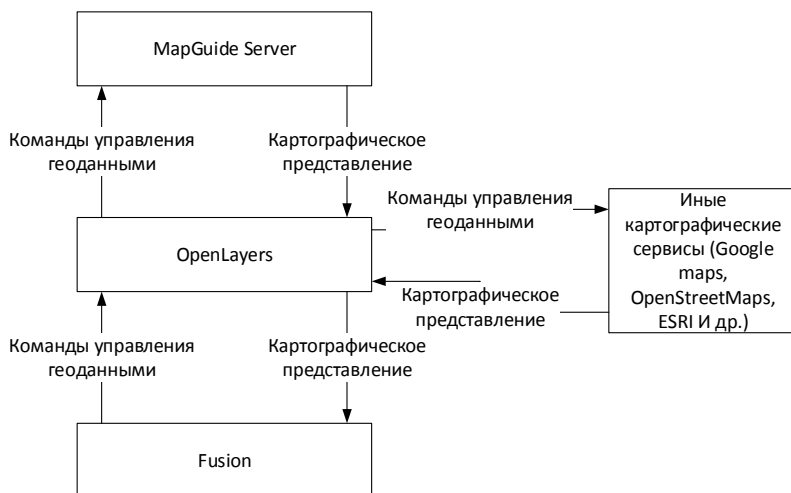


Рис. 1. Схема взаимодействия Fusion с MapGuide Server и другими картографическими сервисами посредством OpenLayers

Ресурс OpenLayers представляет собой библиотеку на JavaScript с открытым исходным кодом, обеспечивающую управление ею с помощью API. В качестве источников картографической информации вы-

бираются сторонние сервисы, в том числе сервисы с открытыми геоданными, передающие их через открытые интерфейсы, а OpenLayers служит для интеграции данных в одном интерфейсе. OpenLayers также предоставляет возможность редактирования данных, получаемых по протоколу WFS-T. Основной сущностной единицей, которой оперирует API, является слой. OpenLayers позволяет напрямую загружать ограниченные объёмы векторных данных из KML, JSON. Ещё одной особенностью OpenLayers являются дополнительные скрипты для загрузки данных, доступных через другие API контент-провайдеров. При этом клиентская поддержка позволяет загружать и перепроецировать добавочные слои, совмещая их с базовыми. Например, можно совместить слой с подложкой Google Maps [3]. OpenLayers уже в версиях 2.12 и 2.13 начинает поддержку управления жестами на мобильных устройствах [4], поэтому с дальнейшим развитием данного стандарта эта поддержка будет становиться все более полной.

Следуя вышесказанному, применение стандарта OpenLayers позволит использовать в одном проекте картографические данные сторонних сервисов, что придаст большую информативность и избавит пользователей от необходимости загружать в систему дополнительные данные в виде подложек.

ЛИТЕРАТУРА

1. OpenLayers: Home [Электронный ресурс]. Режим доступа к сайту: <http://openlayers.org/>
2. MapGuide – Fusion [Электронный ресурс]. OSGeo Trac Instances. Режим доступа к сайту: <http://trac.osgeo.org/fusion/wiki/MapGuide>
3. Потапов Г.В. Использование API веб-картографических сервисов для доступа к геоданным / Г.В. Потапов, М.Ю. Потанин // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС». М., 2009. №3. С. 7–13.
4. The Map Guy(de): MapGuide 2.6 feature showcase: Fusion [Электронный ресурс]. The Map Guy(de). Режим доступа к сайту: <http://themapguyde.blogspot.ru/2013/10/mapguide-26-feature-showcase-fusion.html>

МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДОБЫЧНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Н. Валитов, студент каф. ЭМИС

*Научный руководитель А.Д. Истомин, доцент каф. ЭМИС, к.ф.-м.н.
г. Северск, ТУСУР, statys@sibmail.com*

На данный момент метод скважинного подземного выщелачивания (СПВ) является одним из наиболее перспективных и технологиче-

ски безопасных методов добычи урана, благородных и цветных металлов [1]. Применение данного метода значительно уменьшает вред, приносимый окружающей среде. Технологические растворы подаются через скважины продуктивного горизонта, такая технология позволяет снизить эксплуатацию добычи. Способ СПВ позволяет эффективнее разрабатывать бедные месторождения, глубокозалегающие месторождения, характеризующиеся сложными гидрогеологическими и горно-технологическими условиями [2].

Недостаток информации о состоянии продуктивного горизонта и происходящих там процессах, высокая инерционность этих процессов, а также необходимость оперативного анализа большого количества разнородных пространственно распределенных данных о параметрах технологического процесса обуславливает высокую сложность управления СПВ. Поэтому для управления работой добычного комплекса целесообразно использовать современные информационные технологии для повышения эффективности управления процессом СПВ [3, 4].

В настоящее время разрабатывается информационная система (ИС) для оперативного контроля, обеспечивающая сбор, хранение, обработку, анализ, прогнозирование, визуализацию информации о работе добычного комплекса предприятия по добыче полезных ископаемых методом СПВ.

ИС состоит из единой базы данных (БД) и клиентских модулей, предназначенных как для сбора первичных данных, так и для оценки ситуации, оперативного доступа к любым данным по работе предприятия, а также экспертных модулей контроля вводимых величин. Вся информация об объектах (скважинах, блоках, залежей и т.д.) привязана к цифровой модели добычного комплекса. Вследствие, чего обеспечивается взаимодействие отдельных клиентских модулей различными данными между собой посредством единой БД, что позволяет обеспечить целостность, непротиворечивость и достоверность информации. В настоящей работе представлен модуль контроля движения технологических растворов в скважинах и трубопроводах информационной системы добычного комплекса. Модуль состоит из следующих блоков: блок взаимодействия с пользователем; блок контроля вводимых величин; блок обмена с БД (рис. 1).

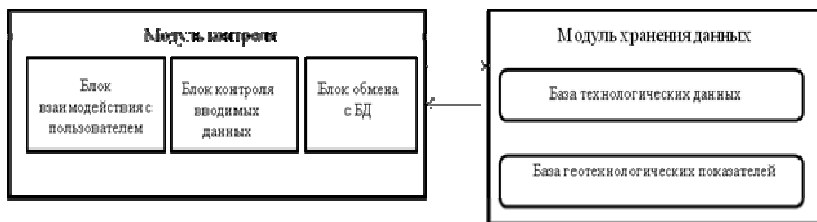


Рис. 1. Структура модуля

Модуль информационной системы создан на основе клиент-серверной архитектуры. В роли сервера выступает реляционная БД, реализованная в нормальной форме под управлением системы управления базами данных (СУБД) Microsoft SQL Server 2008 Express. Клиентская часть написана на языке программирования C++ в среде разработки Embarcadero RAD Studio XE3 и представляет собой многопоточное, 32-битное приложение, работающее на персональном компьютере под управлением операционной системы Windows XP, 7. Взаимодействие между клиентской частью и СУБД организовано при помощи языка запросов SQL (Structured Query Language) через интерфейс ADO фирмы Microsoft.

Программа предназначена для ввода, контроля, редактирования и визуализации по характеристикам откачных и закачных растворов по скважинам, а также трубопроводов геотехнического поля. Реализована возможность работы со следующими характеристиками результатов замеров по работе скважин и трубопроводов: замеры дебитов технологических растворов, протекающих в скважинах; суточный объем растворов в трубопроводах; глубина погружения насоса, динамический уровень, частота для откачных скважин; давление для закачных скважин; интервалы остановки работ скважин, трубопроводов. Наличие в программах системы проверок вводимых значений обеспечивает устойчивость к ошибкам пользователя. Реализовано две версии клиентского приложения:

- 1) версия оператора, которая состоит из модуля введения замеров дебитов по откачным и закачным скважинам, модуля суточного контроля дебитов по трубопроводам, модуля остановки работы скважины, модуля остановки работы трубопровода;
- 2) расширенная версия мастера, состоящая из журналов по трубопроводам и скважинам для просмотра, корректировки и редактирования имеющихся замеров и модуля контроля вводимых значений. Функциональные окна модуля представлены на рис. 2.

Таким образом, создан модуль информационной системы для ввода, контроля и изменения данных по ископаемым, добываемым методом СПВ. Использование конкретной модели обеспечивает надежность, корректность вводимой информации, также возможность быстрого поиска записей, хранимых в БД, за определенный отрезок времени. Благодаря своей структуре приложение может применяться на добычных комплексах различных предприятий, использующих способ СПВ. Эргономичное расположение пунктов меню, их дублирование кнопками панели инструментов способствуют быстрой обучаемости и оперативной работе персонала с программами.

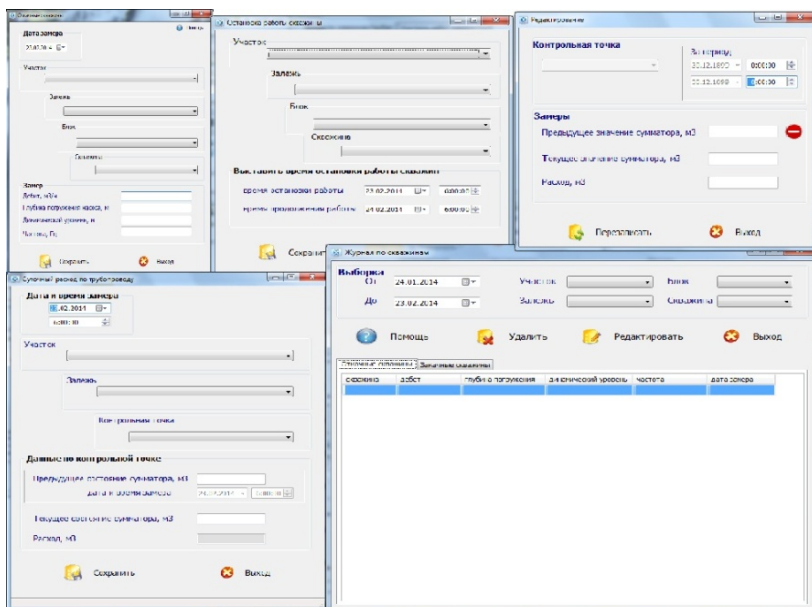


Рис. 2. Функциональные окна модуля

ЛИТЕРАТУРА

1. Урановый холдинг «АРМЗ» [Электронный ресурс]. Скважинное подземное выщелачивание (СПВ) URL: http://www.armz.ru/uranium_mining/uranium_mining/isl (дата обращения: 27.02.2014).
2. Лаверов Н.П. Подземное выщелачивание полиэлементных руд / Н.П. Лаверов, И.Г. Абдульманов, К.Г. Бровин и др. М.: Изд-во Академии горных наук, 1998. 446 с.
3. Дементьев А.А., Бабкин А.С., Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г., Чеглоков А.А. Инновационная технология управления разработкой гидрогенных месторождений урана методом скважинного подземного выщелачивания // Вестник Российской академии естественных наук. 2013. №7. С. 28–35.
4. Истомин А.Д., Носков М.Д., Кеслер А.Г., Носкова С.Н., Чеглоков А.А. Программный комплекс для управления разработкой месторождения полезных ископаемых методом скважинного подземного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 8. С. 376–381.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ГРАДИЕНТНОГО СПУСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ДЕФФАЗИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

А.А. Голубева, аспирант каф. АОИ

*Научный руководитель Ю.Б. Гриценко, доцент каф. АОИ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, sasha_karateka@mail.ru*

Диагностика состояния объектов инженерной инфраструктуры крупных промышленных предприятий является одной из важнейших задач на сегодняшний день. Существующие методы диагностик достаточно неэффективны и ресурсозатратны [1].

Определение приоритетности проведения капитальных ремонтов на участках трубопроводов тепловых сетей основывается на значениях параметров, описывающих состояние труб. Информации, характеризующей состояние объектов тепловых сетей, присуща некоторая неопределенность и неполнота. В связи с этим предполагается, что для решения поставленной задачи могут быть применимы аппарат теории нечеткой логики и эвристические методы [2].

Укрупненный алгоритм градиентного спуска:

Обозначение переменных:

i – номер правила, $i=1, r$;

k – номер наблюдения, $k=1, m$;

g – номер параметра функции принадлежности, $g=1, s$;

l – номер функции принадлежности, $l=1, d$;

x_{jk} – значение признака, $j=1, n$, $k=1, m$;

j – номер признака, $j=1, n$;

m – количество строк в таблице наблюдений;

n – количество признаков;

r – количество правил;

s – количество параметров функций принадлежности;

d – количество функций принадлежности;

$\mu_{A_{ji}}(x_j)$ – функция принадлежности входа x_j нечеткому терму A_{ji} ;

$\mu_{B_i}(y_i)$ – функция принадлежности выхода y_j нечеткому терму B_i .

Вход: исходные параметры функций принадлежности и консеквентов правил.

Выход: функции принадлежности и консеквентов правил.

Алгоритм:

Шаг 1. Задать начальные параметры: шаг дискретизации входных переменных $K = \max(x_{ik})$.

$$\begin{aligned} 1 < i < n, \\ 1 < k < m. \end{aligned}$$

Шаг 2. Для каждой k -й строки из таблицы наблюдений по каждому i -му правилу рассчитываем уровень принадлежности значений входных переменных ($x_1^*, x_2^* \dots x_n^*$) из таблицы наблюдений нечеткому множеству описываемому i -м правилом, по формуле:

$$\mu_{A_{ji}}(x_j^*) = \min(\mu_{A_{1i}}(x_1), \mu_{A_{2i}}(x_2), \dots, \mu_{A_{ni}}(x_n)).$$

Шаг 3. В результате логического вывода по каждому i -му правилу базы знаний получаем нечеткое значение выходной переменной по формуле

$$B_i = \text{imp}(\mu_{A_{ji}}(x_j), B_i).$$

Шаг 4. Для каждой k -й строки получаем результирующее нечеткое множество объединением нечетких множеств (операция максимума над функциями принадлежности) по формуле:

$$\mu_{\bar{y}} = \max(\mu_{B_1}(y_1), \mu_{B_2}(y_2), \dots, \mu_{B_r}(y_r)).$$

Шаг 5. Четкое значение выхода y , соответствующее входному вектору $\mathbf{X}^*$, для каждой k -й строки определяем через дефаззификацию нечеткого множества по формуле

$$F(x_k) = \int \mu_{y_k}^-(y_k) * y_k dy / \int \mu_{y_k}^-(y_k) dy.$$

Шаг 6. Находим бесконечно малое приращение функции по g -му параметру по формуле

$$F'_{x_g}(x_k) = \lim_{\Delta x_g \rightarrow 0} \frac{F(x_k) - F(x_k + \Delta x_g)}{\Delta x_g}.$$

Шаг 7. Находим вектор градиент по формуле

$$\text{grad}'_{x_g} = - \frac{\sum_{k=1}^n [(f(\mathbf{x}_k) - F(\mathbf{x}_k)) F'_{x_g}(x_k)]}{N \sqrt{\sum_{k=1}^n (f(\mathbf{x}_k) - F(\mathbf{x}_k))}}.$$

Шаг 8. Смещаем g -й параметр l -й функции принадлежности консеквента по g -му параметру вектора антиградиента:

$$\mu_l''(y_i) = \begin{cases} \mu_l(y_i) - \text{grad}_g * k, & CKO^H < CKO, \\ \mu_l(y_i), & CKO^H \geq CKO. \end{cases}$$

Шаг 9. Рассчитываем СКО по формуле

$$CKO = \sqrt{\sum_{k=1}^m (f(\mathbf{x}_k) - F(\mathbf{x}_k))^2} / m.$$

Шаг 10. $K = K/2$.

Шаг 11. Если $K < 0,00001$ или $K_n = K$, то Шаг 22. Иначе Шаг 2.

Шаг 12. Выход.

Эксперимент. Эксперимент проводился на тестовых данных, предоставленных Томским филиалом ОАО «ТГК-11». Решалась задача определения приоритетности проведения капитальных ремонтов участков магистральных трубопроводов тепловых сетей.

В эксперименте участвовало от 2 до 9 признаков, 88 наблюдений.

Разработанный алгоритм показал среднюю ошибку до обучения 0,138, среднюю ошибку после обучения 0,071.

Заключение. Разработанный и реализованный модифицированный алгоритм градиентного спуска с применением интегральной дефазификации для нечеткой системы типа Мамдани был исследован на решении задачи определения приоритетности проведения капитальных ремонтов участков трубопроводов тепловых сетей. Исследование алгоритма идентификации нечеткой системы типа Мамдани проводилось при решении задачи аппроксимации, суть исследования заключалась в оценке эффективности методов инициализации и обучения. Результаты исследований показали, что разработанный и реализованный алгоритм позволяет снизить ошибку системы на 49%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голубева А.А. Интеллектуальный анализ пространственно-временных данных объектов инженерной инфраструктуры // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2012. №2 (26). С. 216–219.
2. Галицкая Л.В. Идентификация параметров объектов электронного генерального плана металлургического предприятия / Л.В. Галицкая, А.А. Голубева, Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский, И.Ю. Пудуль // Доклады Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. 2013. №1 (27). С. 60–63.

СЕКЦИЯ 25

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

*Председатель секции – Дмитриев В.М., зав. каф. МиСА, д.т.н.,
профессор;
зам. председателя – Ганджа Т.В., доцент каф. Ми СА, к.т.н.*

ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВ В РАМКАХ ЦМИТ

В.В. Ганджа, А.С. Бугаев

*Научный руководитель В.М. Дмитриев, профессор д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, alex_bugaev@sibmail.com*

В данной работе предлагается использовать принципиально иной подход в обучении, целью которого является популяризация инженерных специальностей, привлечение школьников к научно-техническому творчеству, которое будет способствовать в дальнейшем их профессиональной ориентации.

На сегодняшний день отмечается усиленный рост численности автоматизированного производства, что связано с бурным развитием науки и техники, вследствие чего существует проблема дефицита квалифицированных кадров на рынке труда. В связи с этим возникает острая необходимость в подготовке специалистов в данной сфере. Для этого необходима принципиально новая материально-учебная база, основанная на применении наряду с классическим вариантом обучения (который включает в себя обширную теоретическую базу) современных учебных программ, в которых особое внимание уделяется развитию практических навыков у студентов и школьников. Такая программа позволит унифицировать многообразные используемые в процессе подготовки специалистов технического профиля технические и программные средства. В свою очередь внедрение современных средств обучения, позволяющих развивать практические навыки у студентов и школьников, будет способствовать формированию особого профессионального мышления, необходимого для более квалифицированной работы. Такие специалисты затрачивают меньше времени на решение профессиональных задач, вследствие чего возрастает их производительность, что делает их наиболее конкурентоспособными на рынке труда. Именно для этого на базе ТУСУРа был создан Центр молодежного инновационного движения (ЦМИТ) [1].

Что такое ЦМИТ? Это открытая лаборатория, которая не имеет узкой или научной специализации и коммерческой направленности. Центр представляет собой зону свободного доступа, где молодежь может реализовывать свои технические идеи, обучаться и обмениваться опытом. Основой для создания ЦМИТ послужила модель FabLab – fabrication laboratory, «производственная лаборатория», впервые разработанная Нилом Гершенфельдом – Centre for Bits and Atoms (CBA) в MIT (США). В ЦМИТ можно решать следующие задачи:

- прототипирование – создание прототипов (3D-печать, фрезеровка, лазерная резка, обработка и т.д.);
- компьютерное моделирование (CAD, CAM);
- электроника (создание печатных плат, пайка, Arduino, микроконтроллеры, датчики и т.д.);
- промышленный дизайн.

ЦМИТ оснащен сравнительно недорогим и простым в использовании оборудованием. Это позволяет работать на нем без прохождения специального длительного обучения.

Цель программы обучения. Расширение научно-технического кругозора. Привитие навыков рационализаторской и изобретательской работы, допрофессиональная подготовка воспитанников. Показать детям доступность высокотехнологичного оборудования.

Задачи

- Привить навыки изобретательной работы.
- Научить составлять электрические схемы.
- Расширить технический кругозор.
- Обучить работе с оборудованием ЦМИТ.
- Сформировать и развить интерес к конструированию.
- Сформировать и развить интерес к самостоятельной работе.
- Познакомить с основами сборочного процесса.
- Развивать техническое мышление.
- Развить интерес к исследовательским, экспериментальным работам.
- Развить навыки руководства коллективом (староста, наставник, руководство по выбранной теме работы).

Помимо этого, в ЦМИТ раз в неделю, по субботам, проходят бесплатные тематические мастер-классы на следующие темы:

- лазерная резка и гравировка;
- работа на фрезерных станках с ЧПУ;
- 3D-печать и 3D-моделирование;
- уровни детализации;
- основы промышленного дизайна;
- микроэлектроника на основе Arduino.

Задача программы – научить школьников и студентов собственными руками спаять из радиоэлементов схему управления и настроить ее, сделать шасси и корпус и заставить созданную мобильную конструкцию решать простые, но вполне практические задачи.

Первым шагом обучения для школьника будет прохождение тестирования. Нужно узнать его уровень знаний, чтобы определить его дальнейший путь обучения. В ЦМИТ «Кибер» существует 3 уровня подготовки: 1-й уровень – ЦМИТ-досуг; 2-й уровень – ЦМИТ-старт и 3-й уровень – ЦМИТ-профи.

На первом уровне рассматриваются узлы и элементы прототипа – объекта проектирования. Представляются основные понятия механики конструкции, источников питания, приводов кибермоделей, датчиков движения и сведения о микроконтроллерах, используемые для управления прототипом.

На втором уровне производится знакомство с автоматикой и электроникой. Ребятам предстоит ознакомиться с курсом «Основы электроники и простые схемы управления» с элементами электроники, автоматики и робототехники. Более детальное знакомство с микроконтроллерами и интегральной схемотехникой. В ходе обучения ребята изготовят полноценную кибермодель мобильного устройства или мини-робота, оснащенного микроконтроллером.

Третий уровень обучения включает в себя практические занятия и лабораторные работы для привития экспериментальных навыков будущего проектировщика.

Если школьник обладает высокими знаниями, то он перескакивает через 1-й, 2-й уровни и попадает в 3-й уровень – ЦМИТ-профи. Если школьник не показал достаточных знаний, то он должен пройти все 3 уровня обучения. После обучения ЦМИТ-профи, школьник в проектно-конструкторской лаборатории создает свой проект. Но чтобы проект воплотить в жизнь, школьнику нужен будет доступ на производственно-технологическую площадку. После защиты своего проекта школьник получает сертификат о том, что он прошел обучение в ЦМИТ «Кибер».

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М., Шутенков А.В., Ганджа В.В., Харькова Я.А. Проектирование и конструирование кибермоделей мобильных устройств: учеб. пособие для центров молодежного инновационного прототипирования. Томск: В-Спектр, 2013. 220 с.

МОБИЛЬНАЯ МИКРОКОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ

В.В. Ганджа, С.К. Важенин

Научный руководитель В.М. Дмитриев, профессор д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, vasivik@gmail.com

ЦМИТ «Кибер» был запущен в прошлом году, и сейчас находится в режиме активной эксплуатации, которая сопровождается сильным шумом, создаваемым компрессорами. Поэтому было принято решение о создании мобильной микрокомпрессорной станции (ММКС), которая будет располагаться на улице.

ММКС должна отвечать следующим требованиям:

1. Относительная мобильности (речь идет о быстром перемещении ММКС посредством специальной техники, а не вручную, но при этом должна быстро разворачиваться на новом месте).

2. Самодиагностики. Так как компрессоры должны проходить техническое обслуживание при наработке определенного количества часов, а также нужно следить за уровнем масла в поршнях, наличием конденсата в баллонах и за работоспособностью компрессора в целом.

3. Система должна работать в суровом сибирском климате, т.е. должна одинаково хорошо выполнять свои функции при температуре от -40 до $+40$ по Цельсию и относительной влажности до 99%.

4. Система должна отображать отчеты и сигнализировать при неисправности и/или при необходимости технического обслуживания.

5. ММКС должна максимально минимизировать вмешательство человека, т.е. должна стать автоматизированной и автономной.

Выбор аппаратной платформы. Исходя из вышеперечисленных требований, был выбран микроконтроллер Arduino Mega. С помощью данной отладочной платы можно реализовать несколько SPI-каналов, а также она имеет на своем борту несколько ЦАП и АЦП. Библиотеки и сама среда программирования идеально созданы для быстрой отладки. Но для самодиагностики и формирования отчетов одного AVR микроконтроллера не хватит, но устанавливать стационарный ПК является не надежным решением. Поэтому был выбран одноплатный компьютер на архитектуре ARM – RaspberryPi. Данный одноплатный компьютер имеет все необходимое в своем составе: высокопроизводительный процессор, достаточный объем ОЗУ, USB Host, Ethernet и очень малое энергопотребление. Таким образом, одноплатный ПК будет связываться по USB с Arduino, обрабатывать полученные данные, принимать решения и посредством связи с Arduino вырабатывать регулирующие сигналы.

Данный ПК будет также формировать отчеты и предупреждающие сигналы и отправлять их посредством протокола TCP/IP либо в

локальную сеть или в сеть Интернет. Кроме того, на RaspberryPi устанавливается полноценная ОС Linux, на которой можно перейти на языки высшего уровня (Python, Ruby) для создания программы для ММКС.

Для измерения внешней температуры и влажности, а также температуры кожуха поршней есть готовые решения для платформы Arduino. Для управления силовой частью будут созданы усилители постоянного тока.

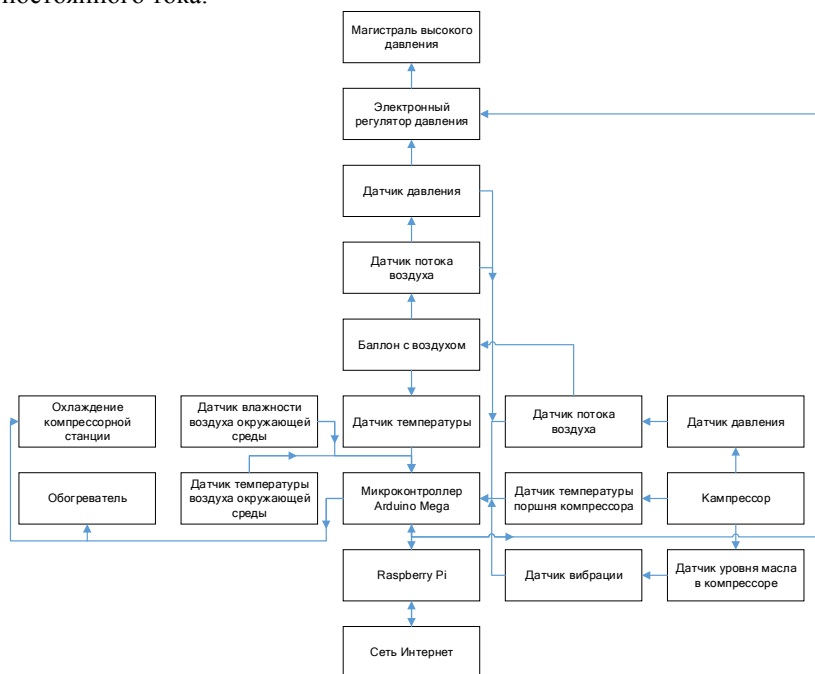


Рис. 1. Структура ММКС

Выбор программной платформы. Для написания программного кода для отладочной платы Arduino имеется очень много готовых решений в сети Интернет, а у коллектива ЦМИТ «Кибер» есть большой опыт в написании программ для AVR микроконтроллера как на Arduino IDE, так и на самом низшем языке программ – Assembler. Скрипт управления будет создан на языке Python, а веб-сервер на фреймворке Ruby on Rails.

В дальнейшем планируется посредством языка Python формировать пакеты данных с отчетами о работе системы, отправлять их на внешний, возможно облачный, сервер, на котором установлена систе-

ма СМ МАРС и которая будет принимать эти пакеты данных, обрабатывать посредством компьютерного моделирования, просчитывать риски работы ММКС в разных режимах работы и для большего сбережения ресурсов компрессоров будет передавать обратно управляющие пакеты. Таким образом, одноплатный компьютер будет выполнять уже роль посредника для передачи данных от AVR к СМ МАРС и обратно.

Техническая реализация ММКС. Для реализации данного проекта был создан укрепленный герметичный железный короб с утепленными стенами, размерами 500×500×500, в котором помещается баллон для сжатого воздуха, способный выдержать давление на разрыв в 20 атм. Также для дополнительной страховки в баллоне имеется аварийный стравливающий клапан на 10 атм.

Программная реализация. На начальном этапе программа управления будет находиться внутри ММКС, и данный фактор будет мешать оперативному вмешательству в параметры программы или даже в ее структуру, но когда будет совершен переход на СМ МАРС, эта возможность станет реализуемой, можно будет менять алгоритмы и параметры работы компрессорной станции непосредственно в процессе работы.

Генерируемые отчеты, просматриваемые через веб-сервер, будут выводить информацию со всех температурных датчиков о количестве перекачанного воздуха, о времени работы всех используемых компрессоров и о количестве потребленного электричества (рис.1).

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СБОРА УРОЖАЯ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРС

Т.Е. Григорьева, студентка каф. МиСА,

Т.В. Ганджа, к.т.н., доцент каф. МиСА

Научный руководитель В.М. Дмитриев, зав. каф. МиСА,

д.т.н., профессор

г. Томск, ТУСУР, tanya_grig_1991@mail.ru

В настоящее время интенсивное развитие получило имитационное моделирование в социально-экономической, природоохранной и финансовой сферах деятельности. Интерес представляет и его применение в сельскохозяйственной и природоохранной деятельности для целей прогнозирования и оптимального планирования, а также принятия необходимых управленческих решений.

В сельскохозяйственной деятельности мы в основном наблюдаем непрерывно-событийные системы, где непрерывный процесс функ-

ционирования сельскохозяйственного объекта прерывается некоторым событием, а затем возобновляется и продолжается до наступления следующего события.

Моделирование процесса сбора урожая. Для моделирования процесса сбора урожая будем использовать среду моделирования MAPS [1]. MAPS представляет собой программный продукт для моделирования и анализа физически неоднородных технических систем, позволяющий частично или полностью заменить физический эксперимент вычислительным, исследовать и оптимизировать характеристики создаваемых устройств или подсистем в поисках наилучшего варианта.

В основе работы системы моделирования лежит представление исследуемого объекта в виде компонентной цепи. Сложные технические устройства (электронные, электромеханические и т.д.) представляются набором компонентов, связанных между собой согласно принципиальной, кинематической, структурной схеме или другой формальной структуре. Таким образом, исследуемый объект перед началом моделирования должен быть представлен в виде компонентной цепи, состоящей из типовых компонентов, входящих в библиотеку моделей.

Процесс уборки урожая зерна может быть представлен следующей схемой взаимодействия трех агрегатов. Каждый из трех агрегатов (комбайн, трактор и грузовик) движется по плоскости. Модель допускает движение только по прямой, равномерно и с постоянной скоростью. Прибыв к месту назначения, сельскохозяйственная техника начинает работать. Комбайн и трактор движутся одновременно до тех пор, пока емкость трактора не будет наполнена. Когда емкость трактора наполнена, трактор едет на разгрузку к грузовику, разгружается и возвращается обратно. Комбайн в это время ждет трактор, чтобы продолжить сбор урожая. Грузовик в свою очередь после загрузки отвозит урожай в зерноток и возвращается назад.

Моделирование процесса сбора урожая можно представить в форме компонентной цепи (КЦ), приведенной на рис. 1, состоящей из таких элементов сетей Петри, как: «Источник фишек», «Счетчик» «Очередь», «Позиция», «Позиция с двумя входами».

Под компонентами «Источники фишек» понимается сельскохозяйственная техника: комбайн, трактор и грузовик соответственно.

Компонент «Счетчик» считает повторность действий каждой сельскохозяйственной техники.

Компонент «Очередь» считает, сколько комбайнов, тракторов и грузовиков находятся в очереди.

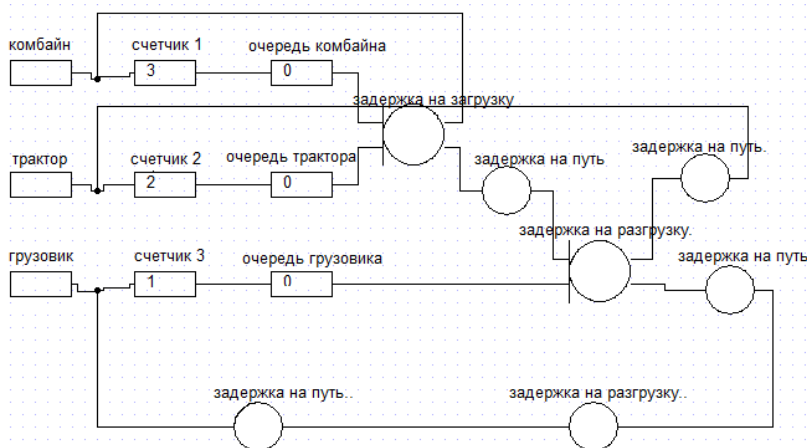


Рис. 1. Схема для моделирования процесса сбора урожая

Компонент «Позиция» представляет собой задержку на путь, а также задержку на загрузку и разгрузку сельскохозяйственной техники. Его модель для включения в СМ MAPC выглядит таким образом:

$$T_{\text{вып}} = \begin{cases} t + T_{\text{обсл}} & \text{если } V_{n1}(t) = 1 \text{ и } V_{n1}(t-1) = 0, \\ 0 & \text{если } V_{n1}(t) = 0; \end{cases}$$

$$V_{n2} = \begin{cases} 1 & \text{если } t = T_{\text{вып}} \text{ и } V_{n1}(t) = 1, \\ 0 & \text{если } t \neq T_{\text{вып}} \text{ или } V_{n1}(t) \neq 1; \end{cases}$$

$$V_{n1} = \begin{cases} 1 & \text{если } V_{n1} = 1 \text{ и } t < T_{\text{вып}}, \\ 0 & \text{если } V_{n1} = 0, \end{cases}$$

где V_{n1} – входящие фишки; V_{n2} – фишки на выходе; t – текущее время; $T_{\text{вып}}$ – время выпуска; $T_{\text{обсл}}$ – время обслуживания.

В свойствах каждого компонента можно задать время его работы, а также каждый компонент имеет свое внутреннее модельное время.

Заключение. С помощью данной схемы можно оценить эффективность каждой сельскохозяйственной техники, проанализировав очередь комбайна, трактора или грузовика, можно уменьшить время сбора урожая или повысить эффективность путем добавления или уменьшения на каждом участке определенного вида сельскохозяйственной техники.

Дальнейшее развитие модели будет связано с построением физических моделей движения, отгрузки, разгрузки агрегатов, а также отграничением на эти параметры и привязкой модели к рельефу сельскохозяйственной местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. Томск: В-Спектр, 2011. 278 с.
2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 390 с.

ОБУЧЕНИЕ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ

М.И. Кочергин, магистрант каф. МиСА

Научный руководитель Т.В. Ганджа, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, sorlak@ya.ru

Для совершенствования преподавания естественнонаучных дисциплин активно и успешно используются компьютерная техника и различные программные средства. Такие средства позволяют наглядно, в интерактивной форме, преподносить теоретический и практический материал, неотъемлемой составляющей которого является решение задач. На данный момент не существует универсальной технологии или средства для автоматизации данного процесса, однако нам представляется наиболее подходящим использование для этих целей метода моделирования. Перевод некоторого исследуемого объекта в форму модели позволяет обнаружить в нем такие свойства, которые не выявляются при непосредственной работе с ним. Это позволяет конкретизировать условия задачи, глубже проникнуть в суть ее решения, а также на её базе организовать небольшой эксперимент с варьированием значений числовых параметров. Данный метод реализуется в среде компьютерного моделирования задач (СКМЗ) [1]. СКМЗ – среда моделирования, основанная на методе компонентных цепей [2] и реализующая объектно-ориентированный подход при моделировании структуры задачи.

Так как работа в СКМЗ требует от пользователя некоторых навыков, то возникает необходимость в обучении пользователя процедуре построения модели задачи. Для этих целей подходящими являются средства автоматического анализа текста [3], которые бы выводили пользователю пошаговую инструкцию по созданию компьютерной модели задачи или физико-химического процесса.

Работа пользователя с системой. Взаимодействие пользователя с системой автоматического анализа текста можно разделить на две составляющие: внешний и внутренний диалоги.

Внешний диалог представляет собой пользовательский интерфейс, внутренний – набор модулей, осуществляющих логико-лингвистическую обработку текста.

Внутренний диалог заключается в логико-лингвистической обработке текста задачи и генерации пошаговой пользовательской инструкции по созданию компьютерной модели в СКМЗ.

Структура работы программы представлена на рис. 1.

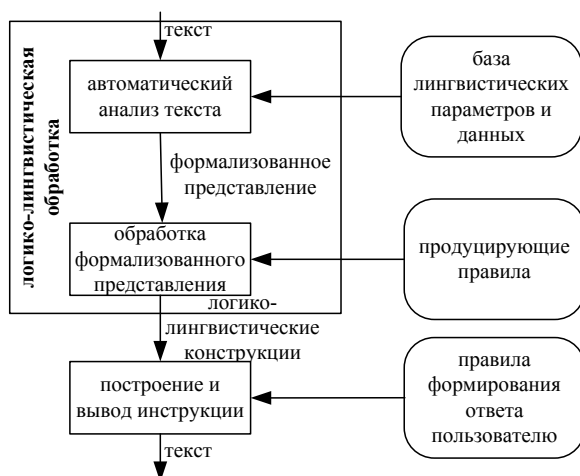


Рис. 1. Структура работы программы автоматического анализа текста задачи по физике

Текст задачи, введенный пользователем, проходит логико-лингвистическую обработку, результатом которой являются наборы логико-лингвистических конструкций, в которых содержится информация о типе задачи, моделях поведения объектов [4] и пр. Затем, основываясь на специальных правилах формирования ответа, происходит генерация инструкции и её вывод. Далее пользователь по выведенной инструкции производит построение компьютерной модели задачи в СКМЗ. Данная инструкция представляет собой алгоритм действий, необходимый пользователю для создания модели задачи в редакторе схем СКМЗ, а также некоторые пояснения по использованию тех или иных компонент (описание объектной модели, связей с другими компонентами и др.).

Заключение. Предлагаемый алгоритм осуществляет поддержку работы пользователя в СКМЗ при решении задач по физике. Выводимая программой инструкция позволяет даже незнакомому с работой среды моделирования пользователю разобраться в процедуре построе-

ния модели задачи в СКМЗ, что способствует как обучению решению задач по физике методом моделирования, так и приобретению навыков самой процедуры моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М., Филиппов А.Ю., Ганджа Т.В., Дмитриев И.В. Компьютерное моделирование физических задач. Томск: В-Спектр, 2010. 248 с.
2. Дмитриев В.М., Арайс Л.А., Шутенков А.В. Автоматизация моделирования промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1995. 304 с.
3. Большакова Е.И. и др. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие / Е.И. Большакова, Э.С. Клышинский, Д.В. Ландэ, А.А. Носков, О.В. Пескова, Е.В. Ягунова. М.: МИЭМ, 2011. 272 с.
4. Филиппов А.Ю. Алгоритмы формализации и автоматизации решения задач на основе среды компьютерного моделирования задач: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. Томск, 2007. 211 с.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ

В.С. Куринька, аспирант каф. МиСА, Т.В. Ганджа, доцент, к.т.н.
Научный руководитель В.М. Дмитриев, зав. каф. МиСА, профессор, д.т.н.
г. Томск, ТУСУР, valek019@gmail.com

В задачи «умной теплицы» входит автоматизированное обеспечение условий, способствующих максимальному росту растений при выращивании их в почве. Задача усложняется тем, что на это влияют многие параметры, определяющие рост растений в почве. Способность управлять этими параметрами – вот что делает гидропонику непревзойденной в садоводстве. При выращивании в почве растению требуется потратить огромные ресурсы и энергию для поиска питания, а при использовании гидропоники – все у растения рядом и в легкодоступной форме. Это дает растению возможность тратить силы только на быстрый рост, цветение и получение максимального урожая и лучшего вкуса.

«Умная теплица (УТ)» – это автоматизированный агротехнический объект, который позволяет создавать максимально эффективные условия для выращивания растений [1], для отладки алгоритма управления которой может быть применена компьютерная модель, отражающая структуру реального объекта.

Для нахождения оптимальных климатических режимов удобно использовать компьютерную модель, которая позволяет быстро нахо-

дить оптимальные режимы, правильно выстраивать функциональное проектирование, составлять схемы расположения элементов теплицы, подбирать оборудование, а также управлять им с целью поддержания заданных значений параметров, позволяющих увеличить урожайность.

Целью данной работы является проведение системного анализа системы управления «умной теплицы» (СУ УТ) для построения ее компьютерной модели.

Для этого будем использовать систему моделирования [2], которая включает в себя три уровня. Визуальный уровень включает в себя панель приборов, отражающую изменения характеристик и позволяющую регулировать параметры «умной теплицы» для поддержания в ней заданных климатических режимов. Логический уровень содержит модель системы управления, которая отражает алгоритмы интеллектуального контроля и управления режимами в камере для высадки растений и в емкости для питательного субстрата в «умной теплице». Объектный уровень включает в себя физико-химические модели компонентов, которые соответствуют реальным элементам «умной теплицы», а также включают модели воздействий внешней среды на них. Состав структуры и связей СУ УТ приведен на рис. 1.

Система управления УТ включает в себя: устройство управления, представленное на базе компаратора, которое обрабатывает информационно-измерительные сигналы датчиков, сравнивает их с данными, хранящимися в базах данных, вырабатывает и отправляет необходимые управляющие сигналы на исполнительные устройства; базы данных, которые отражают параметры для создания оптимальных условий развития растительной среды в «умной теплице»; протоколы системы управления, которые позволяют получить обратную связь о ходе работы устройства управления. Это дает возможность проанализировать полученные данные и найти оптимальные режимы работы «умной теплицы»; внешняя среда, которая отражена источниками изменения окружающей среды на объекты управления; объекты управления, представленные в виде камеры для высадки растений и емкости для питательного субстрата.

Информационно-измерительная подсистема камеры для высадки растений включает в себя: температурный датчик, предназначенный для измерения температуры внутренней среды камеры; датчик влажности, измеряющий влажность воздуха внутренней среды камеры. Все полученные значения с датчиков передаются в устройство управления.

Исполнительная подсистема состоит из источника света, создающего тепловой и световой поток в камере «умной теплицы», и системы охлаждения, использующейся для создания притока холодного и оттока теплого воздуха в камере «умной теплицы».

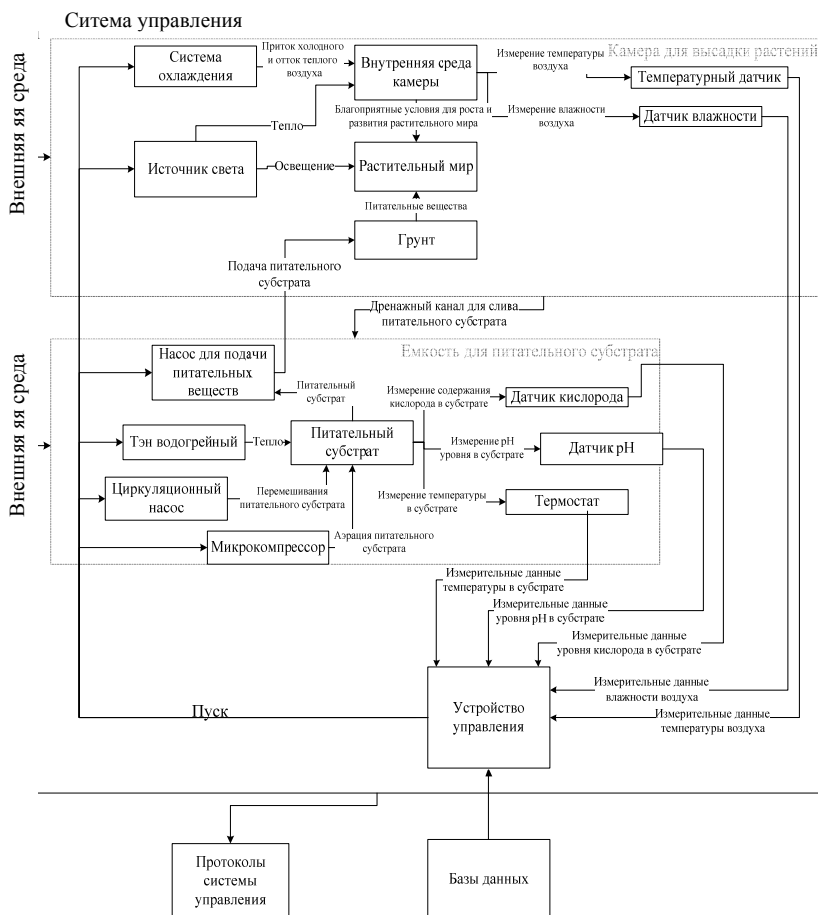


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы управления «умной теплицы»

Емкость для питательного субстрата оборудована следующими измерительными приборами: датчик кислорода, использующийся для измерения содержания уровня кислорода в субстрате; датчик pH, предназначенный для измерения кислотно-щелочного баланса в субстрате; термостат, применяющийся для измерения температуры в субстрате. Все полученные данные с датчиков отправляются на устройство управления.

Исполнительная подсистема емкости для питательного субстрата включает в себя: насос для подачи питательных веществ, отвечающий за подачу питательного субстрата в грунт камеры «умной теплицы»;

тэн водогрейный, предназначенный для подогрева питательного субстрата; циркуляционный насос, применяющийся для перемешивания питательного субстрата. микрокомпрессор, использующийся для аэрации питательного субстрата.

Для построения компьютерной модели «умной теплицы» в среде моделирования MAPS [3] для каждого из выделенных элементов должна быть поставлена в соответствие определенная математическая модель, описывающая протекающие в нем процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куринька В.С., Дмитриев В.М. Требования к алгоритмам управления функционированием подсистем «умной теплицы» // И62 Инженерная мысль машиностроения будущего: Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 524 с.
2. Дмитриев В.М. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа // Информатика и системы управления. 2013. № 2 (36). С. 24–36.
3. Дмитриев В.М. MAPS – среда моделирования сложных технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. Томск: В-Спектр, 2011. 278 с.

КОНСТРУКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ НА БАЗЕ МЕТОДА КОМПОНЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ

С.А. Панов, аспирант каф. МиСА

*Научный руководитель Т.В. Ганджа, доцент каф. МиСА, к.т.н.
г. Томск, TUSUP, spytech3000@gmail.com*

При подготовке высококвалифицированных технических специалистов в современном вузе особое внимание должно уделяться развитию навыков составления и работы с различной инженерной документацией, которая может включать в себя следующие виды документов: протоколы, отчеты, чертежи, табличные формы, различные составные документы.

Например, в соответствии с ФГОС 3-го поколения бакалавр по направлению подготовки 220100 «Системный анализ и управление» должен решать следующую профессиональную задачу – «разработка и оформление проектно-конструкторской и рабочей технической документации» [1].

Для развития навыков документирования научных исследований и инженерных работ в настоящее время активно применяется специализированное программное обеспечение, к которому относятся конструкторы документов.

Существующие конструкторы документов специализированы под конкретные задачи и обладают узкой направленностью («AutomatiCS», «DIAdem» (модуль к «LabView»), «АСОПД», «ЛОЦМАН: ПГС» и др.), в связи с чем поиск и исследование новых подходов и методик создания документов являются актуальными.

Конструктор технических документов. Любой технический документ можно представить в виде совокупности его структурных элементов: текстового блока, числа (цифры), таблицы (с названием или без него), рисунка (с названием или без него), ссылки на литературный источник, заголовка, номера страницы, колонтитула, формулы (математического выражения), встроенного объекта (например, OLE-объект) и др.

Автором предлагается новый подход к структуре конструкторов технических документов, заключающийся в использовании такой современной технологии, как компьютерное моделирование. Его основными преимуществами являются: возможность расширения областей применения и легкая интеграция с различными системами. Из множества методов компьютерного моделирования наиболее подходящим для моделирования технических документов и их структурных элементов является метод компонентных цепей (МКЦ), предложенный профессором ТУСУРа В.М. Дмитриевым [2]. МКЦ позволяет создавать цепь из специальных компонентов, представляющих собой математические и имитационные модели объектов различной физической природы (технических, математических, экономических, химических, механических, информационных систем и т.д.). Применительно к документам компонентами являются компьютерные модели структурных элементов технических документов. Каждый компонент в представлении МКЦ имеет: имитационную модель; параметры; связи (узлы), с помощью которых выполняется соединение с другими компонентами; потоки в связях; графическое представление, визуализирующее компонент на поле редактора конструктора документов.

В настоящее время автором ведется разработка конструктора технических документов на базе МКЦ.

Для создания нового документа в конструкторе технических документов необходимо на поле специального редактора поместить нужные компоненты (они представлены в библиотеке моделей компонентов), связать их между собой (рис. 1) и запустить генерацию электронного документа (в одном из выбранных форматов). Таким образом, документ в конструкторе технических документов будет представлять собой схему, составленную из компонентов. Преимуществами такого подхода являются: наглядность, простота и высокая скорость процесса создания документов.

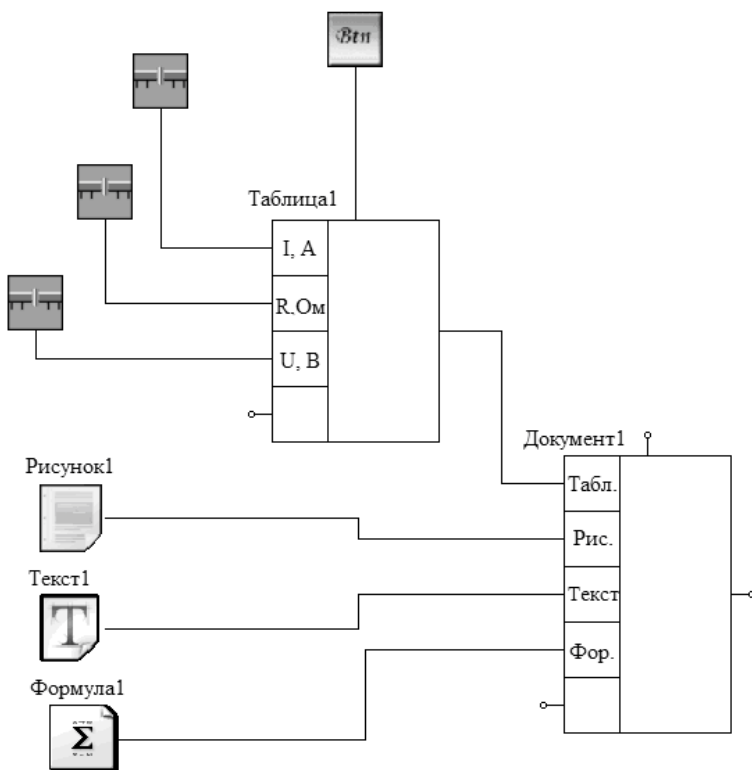


Рис. 1. Редактор конструктора технических документов

Заключение. В перспективе планируется расширение компонентного базиса конструктора технических документов, что позволит создавать документы следующих типов:

- выпускные квалификационные работы;
- диссертации;
- авторефераты и другие документы, используемые в процессе подготовки соискателя ученой степени к защите;
- экологические программы;
- бухгалтерские документы;
- научные статьи, монографии;
- заявки на гранты, научные конкурсы;
- бизнес-планы и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 220100 – Системный анализ и управление (квалификация (степень) «бакалавр»), утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 18 ноября 2009 г. № 632.

2. Дмитриев В.М. Автоматизация моделирования промышленных роботов / В.М. Дмитриев, Л.А. Арайс, А.В. Шутенков. М.: Машиностроение, 1995. 304 с.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

В.С. Скокшина, Я.И. Винникова

*Научный руководитель Т.О. Перемитина, доцент каф. АОИ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, peremitinat@mail.ru*

Одной из задач повседневного труда преподавателя является необходимость осуществлять текущий контроль знаний учащихся. В настоящее время преподаватели, проводящие лабораторные работы у групп с большой численностью, порой не успевают опросить студентов по теоретическому курсу при защите лабораторных работ и оценить уровень усвоения студентом материала по изучаемой теме.

В связи с вышесказанным задача разработки автоматизированной системы тестирования знаний студентов является актуальной. Основная цель внедрения автоматизированной системы тестирования знаний учащихся в учебный процесс – помочь преподавателям и студентам интересно и быстро закрепить и/или пополнить свои теоретические знания.

Сравнительный анализ форм контроля. Формы контроля очень разнообразны, но наиболее часто используются письменный или устный опросы. К сожалению, эти формы не лишены недостатков. При проведении устного опроса – это относительно большая затрата времени при небольшом количестве выставляемых оценок, при проведении письменных работ количество оценок возрастает, но много времени уходит на проверку [1–2].

Анализ современных форм контроля знаний учащихся показал преимущество системы компьютерного тестирования (рис. 1), которое позволяет отчасти решить перечисленные выше проблемы, предоставляя возможность преподавателю оперативно (затрачиваемое на тестирование время зависит от количества и сложности заданий) и объективно (оценку выставляет компьютер) определить уровень усвоения знаний, полученных всеми учащимися.

В настоящее время студенты в процессе обучения получают постоянное увеличение объема информации при ограниченном учебном времени [3]. Эта проблема обуславливает необходимость внедрения систем компьютерного тестирования, которые обеспечивают:

- оперативность получения оценки (в отличие от письменного опроса);
- постоянное обновление информационного материала;
- мобильность;
- объективность оценки (независимость оценивающего лица).

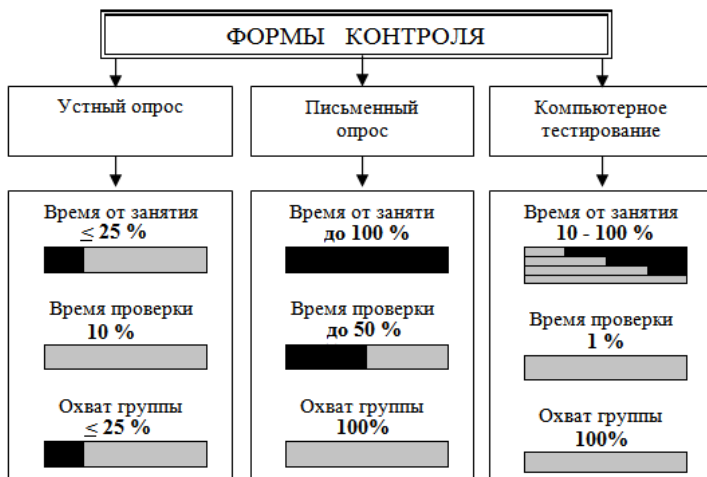


Рис. 1. Анализ эффективности форм контроля

Разработка системы автоматизированного тестирования. На рис. 2 приведена обобщенная схема алгоритма тестирования знаний студентов по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

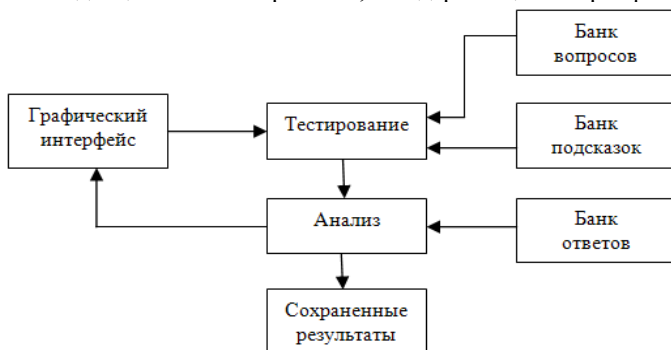


Рис. 2. Обобщенная схема алгоритма

При помощи компьютерной системы тестирования знаний студентов осуществляется не только контроль, но и подготовка к контрольным и лабораторным работам, самостоятельная проверка и оценивание знаний с применением «Банка подсказок» (см. рис. 2).

Заключение. Проведенный анализ различных форм контроля знаний учащихся показал, что тестирование в компьютерной форме имеет ряд преимуществ: исключает возможность ошибки преподавателя при проверке тестовых заданий, сводит к нулю время, необходимое на проверку (время ожидания оценки учащимися), устраняет необходимость раздачи и сбора тестового контроля материала на бумажных носителях.

Внедрение автоматизированной системы тестирования знаний учащихся в учебный процесс поможет в работе преподавателю и позволит студентам быстро закрепить и пополнить свои теоретические знания по изучаемой дисциплине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулидов В.Н., Шатун А.Н. Методика конструирования тестов. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. 112 с.
2. Теория и технология компьютеризированного обучения / Казан. гос. тех. ун-т им. А.Н. Туполева. Казань: Мастер Лайн, 2001. 91 с.
3. Фомина Н.Б. Оценка качества образования. Новые способы оценивания учащихся: метод. пособие. М.: УЦ ПЕРСПЕКТИВА, 2009. 48 с.

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

М.И. Кочергин, К.С. Спиридонова

Научный руководитель Т.В. Ганджа, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, sorlak@ya.ru

Для обучения решению задач по естественнонаучным дисциплинам одним из наиболее подходящих методов является метод моделирования. Этот метод позволяет исследовать свойства объектов, оперируя их моделью, и наглядно демонстрировать их учащимся без затрат на проведение реальных экспериментов. Инструментом для решения задач по естественнонаучным дисциплинам (таким, как физика) может являться среда компьютерного моделирования задач (СКМЗ) – объектно-ориентированная среда моделирования, основанная на методе компонентных цепей [1]. Однако как и любое программное средство, решающее сложные задачи, СКМЗ требует от пользователя владения некоторыми навыками работы с ним. Для этих целей было предложено

создать систему логико-лингвистического анализа текстов задач, которая выводила бы пользователю пошаговую инструкцию-подсказку по процедуре создания модели задачи или физико-химического процесса в СКМЗ. Составной частью такой системы является модуль автоматического анализа текста.

Сравнение разработанных средств автоматического анализа.

Идея автоматизированного анализа текста не является новой, но полностью разрешенными считаются лишь первые этапы автоматического анализа: графематический, морфологический и синтаксический [2]. Всего же можно выделить четыре этапа автоматического анализа: 1) графематический; 2) морфологический; 3) синтаксический; 4) семантический. Но стоит отметить, что модуль автоматизированного анализа текста, осуществляющий его формализацию, является лишь первым блоком системы логико-лингвистической обработки текста, которую можно условно назвать лингвистической. Вторым блоком этой системы – логическим – является обработка уже формализованного представления текста.

На данный момент существует множество программ, в той или иной степени реализующих автоматический анализ текста [3]. Перечислим наиболее важные из них:

- семантическая поисковая система AskNet (семантический (смысловой) поиск информации, заданной как явно, так и неявно, в сети Интернет);
- комплексная система OntosMiner (анализ текстовых документов с целью составления аннотаций, выделения объектов и их связей; предназначена преимущественно для анализа текстов новостей, реклам и т.д.);
- информационно-аналитическая система «Арион» (анализ текста для выявления связей фактографической информации; сферы применения: обработка материалов СМИ, обращений граждан и организаций, формирование онтологий предметных областей, построение портрета описываемого объекта – по сводкам происшествий);
- проект «Автоматическая обработка текста» (незавершенный проект с открытым кодом, осуществляющий формализацию текста с использованием бесплатных словарей);
- комплекс программ Russian Context Optimizer (платный пакет для разработки средств автоматизированной обработки текста, осуществляющих выявление связей фактографической информации).

Таким образом, отметим, что перечисленные выше программы не являются подходящими для решения поставленной задачи по нескольким причинам:

- ориентированность не на технические тексты, а на фактографическую информацию (что из-за специфики современного русского языка приводит к меньшей точности анализа),
- узкая специализированность, отличная от требуемой (поиск информации либо выделение связей объектов, а не построение модели процессов),
- отсутствие обработки формализованного представления (оперирование логико-лингвистическими конструкциями),
- закрытость исходного кода или неточность используемых бесплатных словарей.

Особенности предлагаемого модуля автоматического анализа.

Морфологический анализ осуществляется с помощью бессловарного метода (использование статистических методов), что позволяет производить анализ слов, не входящих в доступные словари (но в данный момент производятся работы по комбинированию словарного и бессловарного методов). При этом используется связанная пара таблиц формо- и словообразующих морфем (флексий и аффиксов), что повышает точность анализа.

Синтаксический анализ завершается построением ориентированного графа отношений объектов, которые характеризуют смысловую составляющую текста.

Семантический анализ осуществляет распределение семантических ролей (разработанных с учетом специфики текстов задач по физике), которые дополняют граф отношений объектов, построенный на этапе синтаксического анализа, что реализует некоторую степень автоматического «понимания» текста.

Перечисленные этапы входят в состав автоматического анализа текста, который не является завершающей процедурой. Его выходными данными является формализованное представление, которое передается в модуль логической обработки, откуда сформированные логико-лингвистические конструкции отправляются в модуль генерации инструкции пользователю. Формирование ответа пользователю является завершающим этапом работы системы логико-лингвистического анализа.

Заключение. *Разработанный модуль логико-лингвистического анализа текстов задач по физике является системой, не имеющей на данный момент аналогов, и может использоваться для обучения учащихся решению задач методом моделирования.* Входящий в состав системы модуль автоматического анализа текста осуществляет свою работу в рамках специальных условий, откуда следует вывод, что он лишь частично может быть заменен разработанными ранее программ-

ными продуктами. На данный момент ведется доработка модуля автоматизированного анализа текста – комбинирование словарного и бессловарного методов морфологического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М., Филиппов А.Ю., Ганджа Т.В., Дмитриев И.В. Компьютерное моделирование физических задач. Томск: В-Спектр, 2010. 248 с.
2. Леонтьева Н.Н. Автоматическое понимание текстов: системы, модели, ресурсы. М.: Изд. центр «Академия», 2006. 304 с.
3. Программы анализа и лингвистической обработки текста [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. URL: <http://www.asknet.ru/Analytics/programms.htm>

ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНО-ИЛЛЮСТРАТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ ПО КУРСУ ТОЭ

А.В. Сторчак, ассистент каф. МуСА

*Научный руководитель А.В. Шутенков, доцент каф. МуСА, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, shutenkov@mail2000.ru*

Учебно-иллюстративными модулями (УИМ) будем называть программно-инструментальное приложение к интерактивному учебнику, построенное на основе многоуровневых компьютерных моделей для целей более глубокого понимания различных понятий, излагаемых в данной дисциплине. Для реализации УИМов используется среда моделирования MAPS [1], позволяющая представлять моделируемый эксперимент на трех уровнях [2] (объектном, логическом и визуальном), имеющих свои отображения в соответствующих слоях многослойного редактора.

Используются УИМы для более глубокого понимания студентами изучаемого материала: понятий, методов, алгоритмов и т.д.

Алгоритм и схема построения УИМа приведены в [3].

В теоретическом материале гипертекстового учебника методом делаются вставки – интерактивные узлы, по которым вызывается определенный УИМ, в состав которого входит многослойный редактор, включающий в себя текстовый, математический и схемный редакторы, а также выходные графики процессов. Схемный редактор в соответствии с уровнями содержит три слоя (объектный, логический и визуальный) для занесения информации о проводимом эксперименте.

В объектном слое расположена компонентная цепь (КЦ), в логическом слое изображается логическая схема проведения эксперимента, составленная из математических или алгоритмических компонентов системы. В визуальном слое расположены компоненты, отображаю-

щие регуляторы изменяемых параметров и получаемые в ходе эксперимента числовые значения.

Примеры построения УИМов

1. УИМ «Первый закон Кирхгофа». В объектном слое расположена схема, иллюстрирующая первый закон Кирхгофа (рис. 1, а).

Схема содержит источник тока $J1$, резисторы $R1$, $R2$ (переменный), $R3$, измерители потоковой переменной (тока) Ib .

В логическом слое изображена схема эксперимента (рис. 1, б), с помощью алгоритмических компонентов формируется алгоритм работы модельной иллюстрации. Показан процесс передачи значений токов в ветвях и суммарного значения в визуальный слой (рис. 1, в). В визуальном слое отображается также движковый регулятор сопротивления $R2$.

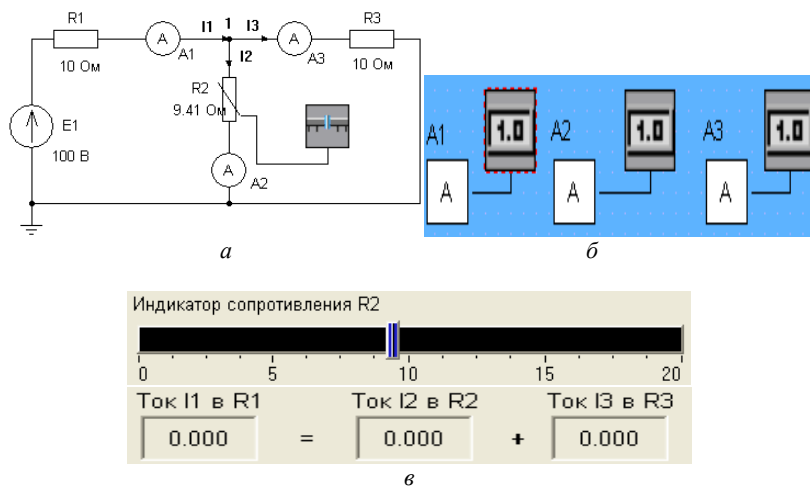


Рис. 1. Схемы УИМа «Первый закон Кирхгофа»

2. УИМ «Метод эквивалентного генератора». В объектном слое расположены схемы, поясняющие применение метода эквивалентного генератора. Исходная схема (рис. 2, а) содержит источники ЭДС $E1$ и тока $J1$, резисторы $R1$, $R2$ (переменный), $R3$ и сопротивление R_{nag} , измеритель тока (для проверки правильности вычислений).

Схемы, расположенные на рис. 2, б–г, являются вспомогательными и поясняющими метод эквивалентного генератора. Измеритель сопротивления (потенциометр) Z ($Z1$ и $Z2$ на рис. 2, б и г) производит измерение значений R_{nag} и R_{eq} (сопротивление эквивалентного генератора).

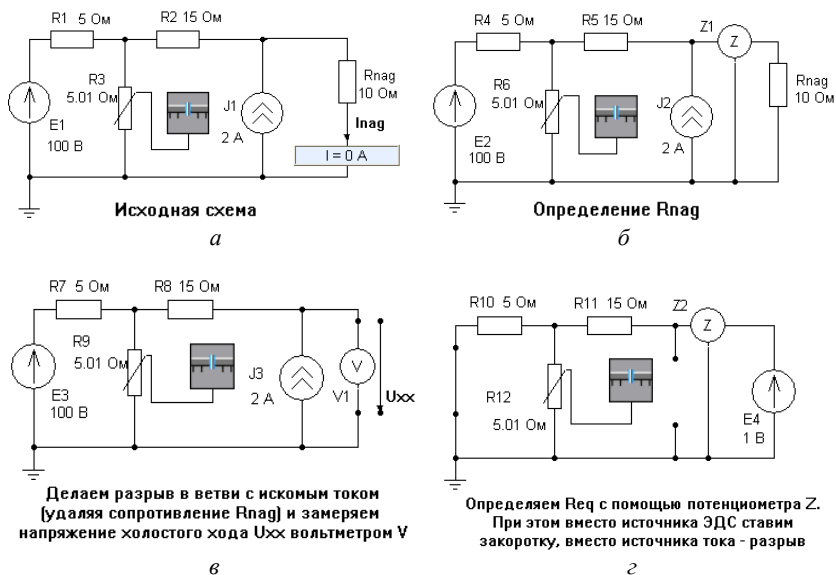


Рис. 2. Схемы УИМа «Метод эквивалентного генератора»

В логическом слое изображена схема вычислений (рис. 3, а). Показан процесс передачи значений параметров и расчета по формуле метода эквивалентного генератора. В визуальном слое отображаются вычисления по формуле, а также движковый регулятор сопротивления R_3 (рис. 3, б). Изменяя сопротивление R_3 , меняем сопротивление преобразуемого участка цепи, а следовательно, наблюдаем изменение тока в сопротивлении R_{nag} .

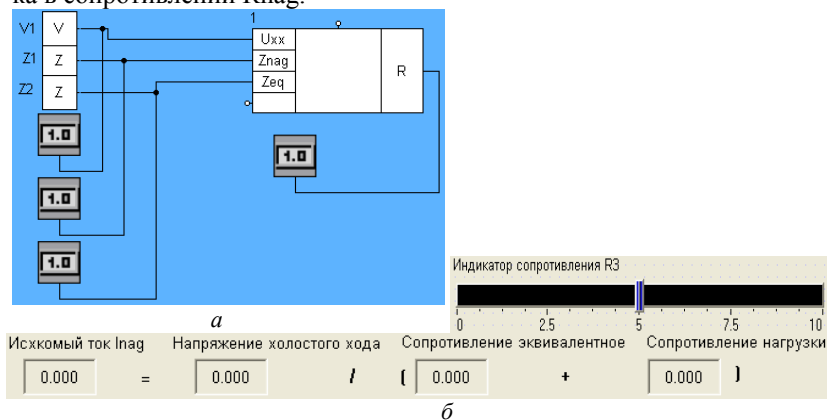


Рис. 3. Логический и визуальный слой УИМа

Таким образом, использование УИМов позволяет наглядно продемонстрировать действие законов, методов решения задач и физических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенков, Т.Н. Зайченко, Т.В. Ганджа. Томск: В-Спектр, 2011. 278 с.
2. Дмитриев В.М. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами / В.М. Дмитриев, Т.В. Ганджа // Информатика и системы управления. 2013. № 2. (36). С. 24–35.
3. Дмитриев В.М. Методика применения учебно-иллюстративных модулей в интерактивном учебнике / В.М. Дмитриев, А.В. Шутенкоов, А.В. Сторчак // Современное образование: актуальные проблемы профессиональной подготовки и партнерства с работодателем: матер. междунар. науч.-метод. конф., 30–31 января 2014 г., Россия, Томск. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2014. С. 81–82.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ

С.К. Важенин, А.С. Бугаев, А.С. Букреев

Научный руководитель В.М. Дмитриев, профессор д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, seregavazhenin@gmail.com

Система многоуровневого компьютерного моделирования СМ МАРС [1] позволяет эффективно проводить самые разнообразные исследования роботов [2]. В составе робота как сложной системы могут быть выделены следующие подсистемы:

- многозвенный плоский или пространственный механизм (объект);
- силовые следящие приводы и трансмиссия (исполнительная подсистема);
- подсистема (блок) управления;
- информационная подсистема с контрольно-измерительными датчиками;
- подсистема, описывающая рабочую сцену, на которой функционирует робот.

Объект – многозвенный робот-манипулятор (РМ), характеризующийся такими данными, как типы звеньев, кинематическая схема механизма из различных типов кинематических соединений, системами координат (СК), инерционными свойствами звеньев, упруго-диссипативными эффектами в кинематических парах, а также характеристиками взаимодействия с рабочей сценой. Для твердых тел (ТТ) механи-

ческой цепи в зависимости от характера задачи могут быть выбраны как связанные с ТТ системы координат, так и неподвижная СК.

Силовые приводы представляют собой согласующие компоненты, которые в общем виде можно рассматривать как управляемые источники силы или скорости. При более детальном рассмотрении моделирование приводов проводят с учетом их инерционных свойств, нелинейностей, а также ограничений мощности источников питания.

Подсистема управления роботами может быть представлена как моделями различных регуляторов, так и алгоритмами управления различных уровней. Форма моделей может быть различной – структурные схемы, логические соотношения, блок-схемы алгоритмов.

Информационная подсистема содержит различные датчики и регистраторы. Модели датчиков соответствуют по форме моделям согласующих компонентов, на входе которых энергетические потоки, а на выходе – информационные переменные.

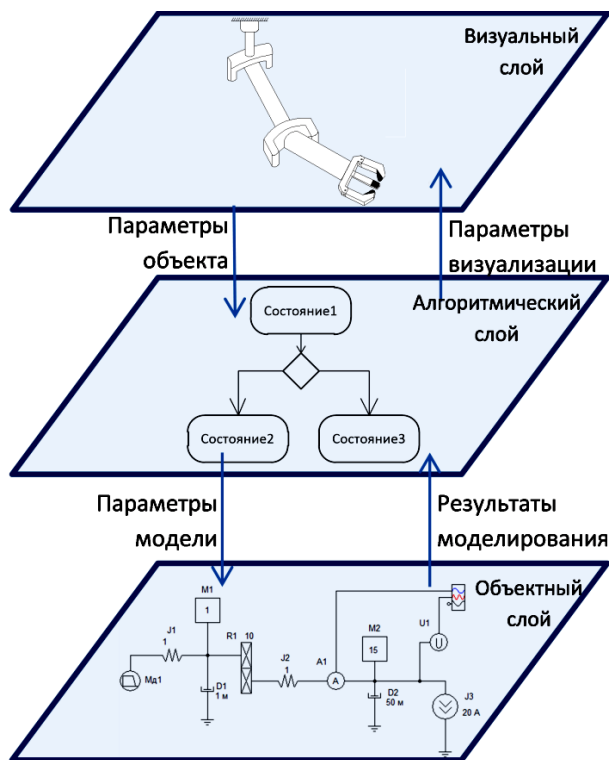


Рис. 1. Архитектура многоуровневой компьютерной модели для моделирования систем управления роботом-манипулятором

Для компьютерного исследования роботов-манипуляторов предлагается использовать многоуровневую компьютерную модель [3]. На ее объектном слое располагается представленная в формате метода компонентных цепей компьютерная модель исследуемого РМ, которая включает в себя модель исполнительной системы в виде следящих приводов и трансмиссии. С помощью измерительных компонентов, представляющих в модели датчики, результаты моделирования передаются с объектного слоя на логический, где реализуются имитационная модель алгоритма управления и системы слежения за движением робота. Она позволяет находить управляющие воздействия на модель РМ, передаваемые на модели сервоприводов, расположенных на объектном слое. Также на логическом слое находятся блоки подготовки данных к визуализации, с помощью которых рассчитываются координаты точек. Затем они передаются на визуальный слой, где находится визуальный образ исследуемого РМ, который передвигается согласно предписанным координатам.

Алгоритм формирования многоуровневой компьютерной модели РМ состоит из следующих шагов:

1. Формирование визуального кинематического образа изучаемого РМ, предназначенного для демонстрации характера его движений, производится на *визуальном слое* из компонентов, позволяющих изменять свое положение в зависимости от значений параметров визуализации, рассчитываемых на алгоритмическом слое.

2. На *алгоритмическом слое* формируется алгоритм управления движением звеньев робота путем построения в нем модели этого алгоритма, обработка поступивших с объектного слоя результатов моделирования объекта-робота и параметризации визуальных компонентов.

3. На *объектном слое* представляется кинематическая или динамическая модель исследуемого РМ в виде КЦ из совокупности взаимосвязанных компонентов – звеньев и кинематических пар, составляющих робот-манипулятор, а также динамических компонентов, ограничивающих относительное перемещение звеньев робота, а также статические объекты рабочей сцены.

С помощью предлагаемого подхода можно эффективно строить и отлаживать алгоритмы управления движением робота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев В.М., Шутенков А.В., Зайченко Т.Н., Ганджа Т.В. МАРС – среда моделирования технических устройств и систем. Томск: В-Спектр, 2011. 278 с.
2. Арайс Е.А., Дмитриев В.М. Автоматизация моделирования многосвязных механических систем. М.: Машиностроение, 1987. 240 с.
3. Дмитриев В.М., Ганджа Т.В. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами // Информатика и системы управления. 2013. № 2 (36). С. 24–36.

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ОТКРЫТИЯ. ТВОРЧЕСТВО. ПРОЕКТЫ**

*Председатель секции – Смолонская М.А., зам. нач. учебно-методического управления
НОУ «Открытый молодежный университет»,
зам. председателя – Титов Р.В., вед. методист учеб.-метод.
управления НОУ «Открытый молодежный университет»*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА**

*К.В. Гасс, А.С. Романова, О.А. Скрипичников, магистранты каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, gasskristina@mail.ru*

Сегодня во многих случаях Интернет предлагает простые, удобные и быстрые способы решения проблем, связанных с коммуникацией, обменом и хранением информации, позволяющие сократить издержки предприятия. Такие интернет-технологии, как электронная почта, видео- и конференц-связь, специализированные информационные системы с доступом к быстро изменяющейся базе законодательных и нормативных документов и др., прочно вошли в повседневную жизнь и сегодня являются надежным помощником как руководителей, так и рядовых работников многих больших и малых предприятий.

Способы и методы представления и обработки информации в Интернете продолжают развиваться ускоряющимися темпами – появляются новые сервисы и возможности, уже известные сервисы приобретают новые функции. Поэтому становится актуальной задача анализа такого рода изменений, происходящих в сфере технологий Интернета, оценки их «полезности» с пользовательской и предпринимательской точки зрения, испытания и тестирования этих сервисов, наконец, внедрения их в повседневную жизнь.

Одной из самых популярных технологий выделяется сервис видеоконференц-связи. Сегодня существует возможность организации видеоконференц-связи или вебинара с помощью преднастроенного «общественного» видеосервера, часть ресурсов которого доступна зарегистрированным пользователям для окончательной настройки и выполняет вещание на заданную группу компьютеров в Интернете. Такие услуги предлагают десятки компаний, среди которых Google, Cisco,

Microsoft и др. Для подробного изучения таких услуг были проведены исследования, направленные на анализ отличий и особенностей сервисов видеоконференц-связи. В ходе исследований было выявлено, что сервисы, предлагающие услуги проведения видеоконференц-связи, имеют существенные различия по числу одновременно работающих участников, стоимости, качеству воспроизведения видео и звука и различным дополнительным функциям. Одни сервисы предоставляются практически бесплатно. Например, сервис видеоконференций, входящий в состав одной из новых служб Google, – Google+ дает возможность бесплатно установить видеосвязь с 9 абонентами, но для работы с сервисом каждый участник общения должен быть зарегистрированным пользователем Google+. Такое количество абонентов должно быть вполне достаточным особенно для молодых развивающихся компаний и стартапов. Многие сервисы, предоставляемые бесплатно, зарабатывают на предоставлении дополнительных услуг. Например, сервис Skype, принадлежащий компании Microsoft, лидирует по высокому качеству передачи голоса, но видеоконференц-связь в бесплатном режиме доступна только для двух абонентов, при увеличении их количества услуга становится платной. В то же время по качеству других компонентов конференц-связи – таких как возможность демонстрации окна отдельного приложения, разделение участников по ролям, возможность записи сеанса связи – этот сервис сильно уступает Cisco WebEx. В свою очередь, Cisco WebEx бесплатно предлагает только 14-дневный период пробного использования.

Следующая разновидность интернет-сервиса обмена видеосообщениями – передача видео с мобильного телефона на видеосервер в Интернет, где эта информация может быть записана и сохранена или предоставлена для просмотра сразу же, в реальном времени. На первый взгляд, добавление в процесс съемки телефонной видеокамеры является незначительным изменением самих технологий видеотрансляции, но это позволяет получить совершенно новое качество. Теперь каждый, у кого есть сотовый телефон с видеокамерой, может стать оператором и снимать собственное «кино». Например, сотрудник компании может транслировать видеозапись важной деловой встречи руководству и сразу же получать рекомендации по тем или иным обсуждаемым аспектам. Существенно упрощается задача сбора интересующей компанию информации, в том числе промышленного шпионажа. К сервисам такого рода относятся Livestream.com, Ustream.tv, Bambuser.com. И все, что нужно для использования этой технологии, это регистрация на одном из этих сервисов и установка на телефон небольшой программы.

Для удобства ведения, хранения и использования некоторой документации сегодня используются облачные сервисы, благодаря которым пользователю нет необходимости приобретать пакет офисных программ – к его услугам широкий выбор альтернатив: «Документы» Google, Office Web Apps от Microsoft, Zoho Office Suite от AdventNet и др. Работая с такими сервисами, нужные файлы никогда не потеряются, они будут доступны везде, где есть Интернет. Также можно управлять доступом к таким документам, выбирая, кому из коллег и что можно с документом делать. Используя специальные документоформы, можно проводить анкетирование и массовые опросы.

Всегда актуальной проблемой для компаний является проблема безопасной передачи данных, т. к. любая компания нуждается в средствах передачи информации, и эта информация может быть секретной, особо ценной, доступ к ней может быть очень ограничен. Совместить потребности переноса деловой информации с использованием для этих целей общедоступных каналов Интернета позволяют методы криптографической защиты и технологии VPN. В этой области также появляются сервисы, позволяющие без особого труда и очень быстро – за минуты – решать такие сложные задачи, как разворачивание собственной защищенной частной сети. Основным стимулом к появлению таких сервисов было развитие сетевых игр, но сейчас, например, LogMeIn Hamachi легко может использоваться любой компанией как средство построения собственной защищенной частной сети.

Каждый день приносит что-то новое в области интернет-технологий, неудивительно поэтому, что большинство представителей бизнеса даже не знают, что многие их трудности можно решить легкими и быстрыми способами. Выполненный краткий обзор современных технологий Интернета показал, что многие из этих технологий, рассчитанных изначально на обычного пользователя Интернета, могут успешно использоваться и в бизнесе, особенно в бизнесе малом, начинающем, финансовые возможности которого ограничены. Новые технологии иногда оказываются настолько «революционными», что способны изменить даже сам способ ведения бизнеса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петренко С. Защищенная виртуальная частная сеть: современный взгляд на защиту конфиденциальных данных // Мир Internet. 2001. № 2.

LITE GAME ENGINE

Д.Н. Леонтьев, студент каф. АСУ

Научный руководитель А.А. Шелестов, доцент, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, LeonardoA.M@mail.ru

Разработка компьютерных игр – очень выгодная сфера деятельности. Главная особенность игр в том, что они никогда не потеряют свою популярность. Но в разработке компьютерных игр есть одна существенная проблема – время, затрачиваемое на создание игры, занимает от нескольких месяцев до нескольких лет. Данный проект посвящен решению этой проблемы.

Есть несколько игровых движков, например hge, unity, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки.

HGE (Haaf's Game Engine) – это самый популярный среди пользователей 2D-движок, он распространяется бесплатно с открытым исходным кодом. Его преимущество состоит в том, что он имеет систему частиц. Во всем остальном он только уступает.

Unity – над созданием этого движка работает команда разработчиков – прост в освоении, функционален. Но он не был испытан на реальной игре, из-за чего содержит множество ошибок и слабую оптимизацию.

Цель данной работы – сделать игровой движок, на котором можно будет разрабатывать компьютерные игры под разные платформы, имитировать поведение роботов и различных механизмов на производстве и даже использовать возможности 3D-шлемов виртуальной реальности.

На данный момент готов полностью рабочий 2D-движок, на котором уже можно разрабатывать игры для операционных систем семейства Windows.

Для достижения максимальной скорости работы создаваемой игры я задействовал следующие технологии:

- Вершинные и пиксельные шейдеры, которые на процессоре видеокарты просчитывают текстурные координаты, цвета пикселей, карту нормалей и прочие эффекты.
- Текстурные атласы, которые сокращают расходы на переключение состояния рендера.
- Сюрфейсы, то есть специальный механизм, позволяющий рисовать множество спрайтов прямо в текстуру и выводить – это как один спрайт.

Данный проект позволит разрабатывать красивые и качественные приложения максимально быстро и без лишних затрат денежных ресурсов. Система хорошо структурирована (рис. 1), проверена на множестве устройств, отлажена, расширяема – любые дополнения не влекут за собой изменение основного кода.

Перспектив развития данного проекта очень много: это и добавление поддержки мобильных платформ, и добавление функций обработки 3D-графики, и современные кинематографические эффекты.

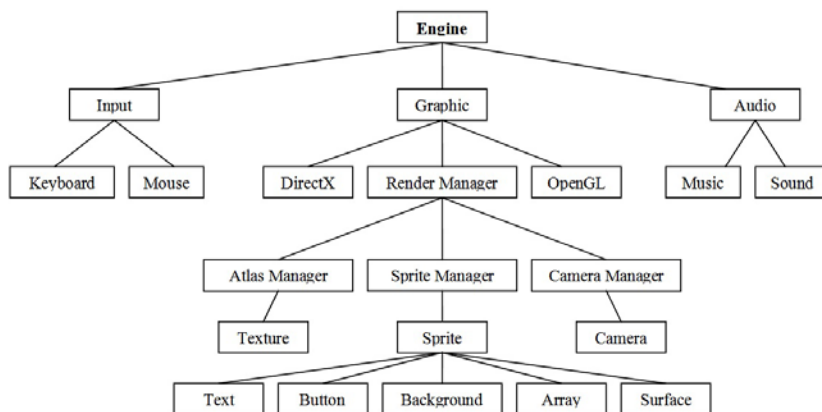


Рис. 1. Структура проекта

Используемые инструменты. Для реализации проекта использовались язык C++, среда разработки Microsoft Visual Studio 2010 и графические библиотеки DirectX 9, DirectX 11 и OpenGL ES 2.0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Язык программирования C++. Лекции и упражнения. 5-е изд. / Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. 1184 с.
2. DirectX 9: Уроки программирования на C++. СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 400 с.
3. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных / Пер. с англ. Б. Подшивалова. М.: Мир, 1989. 360 с.
4. Цехнер Марио. Программирование игр под Android. СПб.: Питер, 2013. 688 с.
5. Тихомиров Ю. Программирование трёхмерной графики. СПб.: БХВ-Петербург, 2001. 256 с.
6. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 512 с.
7. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики / Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1980. 240 с.

СОЗДАНИЕ ВИДЕОСОПРОВОЖДЕНИЯ К УРОКАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

А.Р. Фесенко, ученица 6-го ИТ-класса школы-лицея №60

Руководитель М.П. Кольцов, учитель ОИВТ школы-лицея № 60

Республика Казахстан, г. Астана, bagira555-5@mail.ru

Всегда хочется быть уникальным. А как насчёт того, чтобы создать оригинальный, стильный аватар для социальных сетей или украсить свою комнату плакатом с фото друзей. Для этого понадобится изучение графических программ.

В нашем лицее предлагается курс «Юный дизайнер» ОМУ, в котором можно изучить работу в простейших графических редакторах Paint и GIMP. Ученикам предлагается замечательный интерактивный учебник, по которому, шаг за шагом, читая, можно изучить работу в данных графических редакторах. Также, можно послушать лекцию замечательного учителя информатики. Но народная мудрость гласит: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Поэтому возникла идея по созданию коротких видеороликов, основанных на материале интерактивного учебника ОМУ.

Я считаю, что просмотр пятиминутного ролика, в котором информативно рассказывается и показывается выполнение задания по изучаемой теме, значительно экономит на уроке время для объяснения нового материала. Каждый ученик индивидуально может просмотреть ролик, и если что-то упустил или прослушал, пересмотреть его вновь, не задавая бесконечных и повторяющихся вопросов учителю. Следует не забывать, что просмотр видеороликов не исключает необходимости прочтения учебника.

Внедрение в нашей школе системы электронного обучения <http://e.edu.kz/> подтолкнуло меня к попытке создания мультимедийного ресурса по компьютерной графике.

Таким образом, главной целью моей работы является создание приложения к интерактивному учебнику ОМУ по информатике для работы в графических редакторах Paint и GIMP, которое оптимизирует изучение предложенного материала.

Общий план достижения поставленной цели содержал следующие этапы:

- подробное освоение работы редакторов Paint и GIMP;
- подбор и установка программ для записи видеофайлов;
- освоение программы по записи видеофайлов;
- составление сценария видеороликов проекта;
- создание видеороликов проекта;
- апробация проекта.

Графические редакторы Paint и GIMP широко известны как стандартные приложения операционной системы Windows.

Microsoft Paint – многофункциональный, но в то же время довольно простой в использовании растровый графический редактор компании Microsoft.

GNU Image Manipulation Program или GIMP – растровый графический редактор для создания и обработки растровой графики и частичной поддержкой работы с векторной графикой. Проект основан в 1995 г. Спенсером Кимбеллом и Питером Маттисом как дипломный проект и в настоящий момент поддерживается группой добровольцев. Проект распространяется на условиях GNU General Public License.

В ходе подготовительных работ была выбрана программа для записи видеофайлов «Camtasiastudio» как достаточно удобная и простая в использовании, позволяющая производить качественный видеозахват с экрана, выполнять монтаж видео файлов, а также конвертировать видеофайлы в различные форматы.

Предлагаемое мною мультимедийное приложение к учебнику информатики ОМУ состоит из уроков, которые отражают возможности работы в данных графических пакетах.

При работе с растровой графикой я использовала легкодоступную в сети интернет программу GIMP.

В дальнейшем это позволило получить неоспоримое преимущество – использование данной программы абсолютно любым пользователем для наглядного обучения работе в графическом редакторе.

Ключевым направлением данной работы явилось использование мультимедиа в учебной деятельности как наиболее удобной и интересной формы изложения информации учащимся, развивающей стремление к творчеству и повышению интереса к предмету.

Использование зрительного и звукового восприятия информации помогает учащимся понимать и запоминать учебный материал, возвращаться к непонятным этапам урока и определять самостоятельно темп подачи информации.

Для записи каждого урока-видеоролика были проведены следующие работы:

- составление планов уроков;
- создание сценариев видеороликов;
- поэтапная запись видеороликов;
- монтаж записанных видеороликов;
- наложение звука.

В ходе работы над проектом было создано мультимедийное приложение, которое позволяет абсолютно любому человеку научиться работать в графических пакетах Paint и Gimp.

Была проведена работа по изучению теоретических основ работы в данных пакетах, поиску и установке программы, которая позволила бы записать все уроки, учитывая необходимые технические требования.

Данная работа была апробирована моими одноклассниками, учениками школы-лицея №60, а также учителями нашей школы, которые не владели навыками работы в данных приложениях.

В целом моя работа получила положительные отзывы.

В дальнейшем планируется выполнение аналогичных обучающих приложений, но в векторной графике, в частности, для графического редактора «Inkscape», мультимедийной платформы «Flash», обучающего курса «Этот объемный мир».

ЛИТЕРАТУРА

1. Комплексная образовательная программа «ШКОЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»: интерактивный электронный учебник по курсу «Юный дизайнер», ОМУ. Томск, 2000.

2. Уроки, статьи и приемы работы в GIMP [Электронный ресурс]. URL: <http://www.progimp.ru/articles/>

3. Компьютерные видеоуроки [Электронный ресурс]. URL: http://compteacher.ru/video/camtasia_studio/

МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ ПО ЗАДАННОМУ ЛОГИЧЕСКОМУ ВЫРАЖЕНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫРАЖЕНИЙ ПО ЗАДАННОЙ СХЕМЕ

***Ю.А. Богомолов, ученик 11-го «А» класса КГУ
КРШГ №54 им. И.В. Панфилова***

*Научный руководитель А.И. Епанешников, учитель информатики
КГУ КРШГ №54 им. И. В. Панфилова*

Республика Казахстан, г. Алматы, infokrg54@yandex.ru

В настоящее время в любом вузе или школе по информатике изучается такая наука, как алгебра логики, ибо она способствует развитию логического мышления и абстрактной логики. Важными аспектами при ее изучении являются построение логических схем и таблиц истинности. Но многие сталкиваются с такой проблемой, как недостаток какого-либо программного обеспечения, способного помочь в изучении данной науки. Но всё же что-то есть...

Одним из ресурсов, решающих данные задачи, является сайт www.tablica-istinnosti.ru. Он позволяет строить схемы, таблицы истинности, таблицы СКНФ и СДНФ, полином Жегалкина и карты Карно. Это, конечно, полезно, но построенные схемы очень неудобны в плане чтения. Они громоздки и тяжело читаемы (пример на рис. 1). К тому

же не всегда имеется стабильный доступ в Интернет, что ограничивает повсеместное использование данного ресурса.

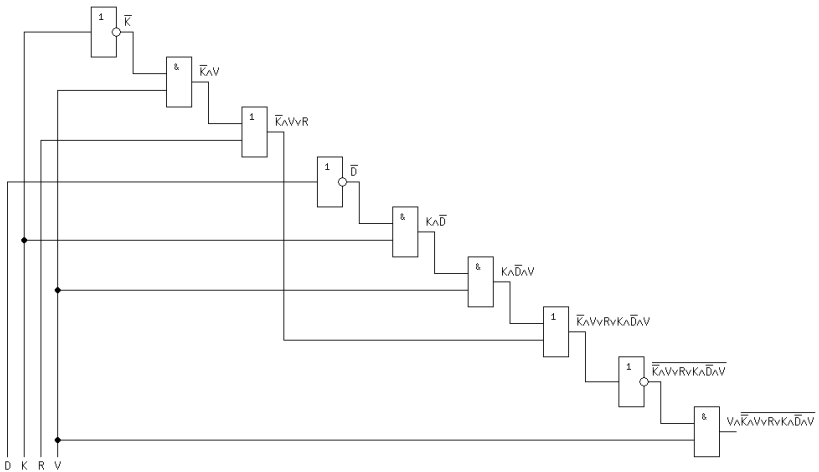


Рис. 1. Пример схемы, построенной сайтом tablica-istinnosti.ru

Еще одной программой, способной строить логические схемы, является Logisim, программа с открытым исходным кодом. Пример той же схемы, сделанной с помощью этой программы, можно увидеть на рис. 2. Но построение логических схем не автоматизировано, потому что главная цель программы – построение электрических схем.

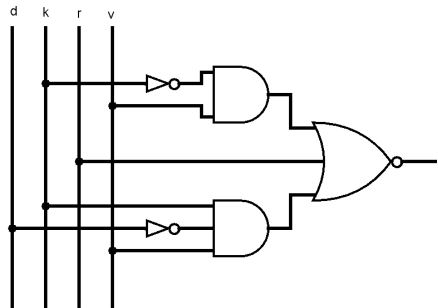


Рис. 2. Пример этой же схемы, построенной программой Logisim

Перечисленные проблемы отсутствуют в предлагаемой программе Logical Schemes 2.0. Она имеет несколько важных функций: автоматизированное построение логической схемы по заданному логическому выражению, построение таблицы истинности по заданному логиче-

скому выражению, восстановление логического выражения из построенной пользователем схемы и тестирование пользователя на умение записывать логические выражения по сгенерированной программой логической схеме. В программе используются три логических оператора: AND, OR и NOT. Пример схемы, построенной данной программой, можно увидеть на рис. 3.

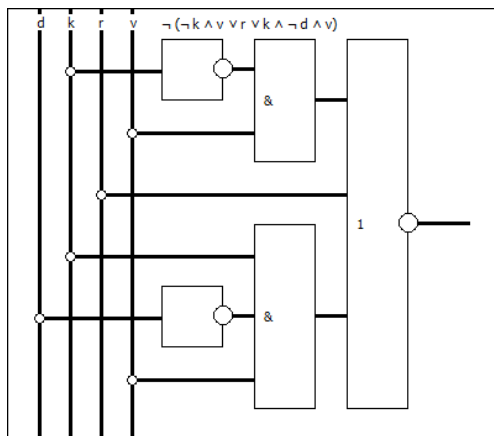


Рис. 3. Пример этой же схемы, построенной программой Logical Schemes 2.0

Одной из интересных функций программы является построение логической схемы, разукрашенной в соответствии со значениями переменных в строке таблицы истинности. Зеленым цветом обозначается ИСТИНА, красным цветом – ЛОЖЬ. Это наглядно показывает, как принимает данная функция (логическое выражение) при различных ситуациях.

Тестирование в программе проходит в виде мини-игры. Начинается отсчет времени, запрещается возможность строить схемы, таблицы истинности и восстанавливать выражение, чтобы получить объективный результат. Также ведется учет правильных и неправильных ответов, а за каждую схему в зависимости от сложности начисляется определенное количество очков. В конце тестирования программа высчитывает уровень знаний пользователя в процентном соотношении, что позволяет преподавателю выставить оценку ученику/студенту согласно своим критериям выставления оценок.

В программе предусмотрена возможность экспорта логических схем в виде графической картинки, таблиц истинности – в MS Excel, а также сохранения логических выражений, по которым были построены логические схемы и таблицы истинности. Более того, программа

проверяет введенные выражения на корректность и, если будут найдены ошибки, уведомляет об этом пользователя. Интерфейс программы поддерживает три языка: русский, английский, казахский. Кроме того, в программе имеется справка (также на трех языках), помогающая пользователю разобраться с программой. В ней все разложено по полочкам, нет воды, навигация достаточно простая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронный учебник НОУ ОМУ «Числа. Логика. Компьютер». Томск, 2012.
2. Электронный учебник НОУ ОМУ «Объектно-ориентированное программирование в среде Delphi». Томск, 2011.
3. Электронный учебник НОУ ОМУ «Программирование на Pascal». Томск, 2010.
4. Форум <http://www.sql.ru/forum>
5. Статья интернет-энциклопедии [Электронный ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгебра_логики
6. Словарь [Электронный ресурс] URL: <http://sozdik.kz>
7. Словарь и переводчик [Электронный ресурс]. URL: <https://translate.google.kz>
8. Поисквик [Электронный ресурс]. URL: <http://www.google.ru>

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТАЙВАНЯ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУЧНЫХ ПАРКОВ И УНИВЕРСИТЕТОВ

*О.А. Скрипчиков, А.С. Романова, К.В. Гасс, магистранты каф. УИ
г. Томск, ТУСУР, skripso@rambler.ru*

На сегодняшний день российская национальная инновационная система находится в стадии становления. Соответствуя ряду критериев инновационной, национальная экономика России пока не вышла на уровень устойчивого развития с доминированием высокотехнологичных отраслей.

Поиск новых стратегий, гарантирующих общественный и социальный прогресс на основе экономического роста, является основной миссией государства. Создание экономики знаний – это одна из стратегий, реализация которой открывает для России перспективы вхождения в число динамично развивающихся стран с высоким уровнем жизни населения.

Опыт Тайваня ценен тем, что эта страна с архаичным экономическим укладом и преобладанием аграрного сектора в рекордно короткие сроки превратилась в мирового лидера производства наукоемкой продукции. Кроме того, существует определенное совпадение политиче-

ских моделей России и Тайваня (длительное доминирование правящей партии, наличие сильного бюрократического государства, использование прямого администрирования в качестве инструмента регулирования). Не случайно инновационное развитие Тайваня, как и России, начиналось по инициативе «сверху», т.е. полностью стимулировалось государством с последующим вовлечением в процесс частных инвесторов.

Это сходство стран и намерение российского правительства построить инновационную экономику в кратчайшее время делает чрезвычайно важным опыт Тайваня для изучения и применения в России.

Залогом успеха в формировании национальной инновационной системы (НИС), как правило, считают успешно функционирующее взаимодействие: «университет – бизнес – власть».

В данной работе анализируется взаимодействие университетов с бизнесом через научные парки Тайваня.

Цель работы: обобщить опыт взаимодействия «бизнес – университет» через инструментарий научных парков для возможного использования опыта НИС Тайваня при создании центров инновационного развития в России.

Задачи:

- Изучить историю становления НИС Тайваня.
- Исследовать формирование научных парков Тайваня как действующей модели наукоемкого бизнеса.
- Проанализировать методы взаимодействия университетов с бизнесом и дать рекомендации по их применению в России.

За последние годы Тайвань далеко продвинулся в плане развития сотрудничества между бизнесом и университетами. Государство поставило цель, наметило необходимую программу действий и чётко следовало заранее принятому плану создания национальной инновационной системы, дополняя или подстраивая его под изменяющиеся условия.

Желание занять лидирующее место в мире по количеству научных достижений, реализовать на практике то, что было доказано в теории или создано в лаборатории в единичных экземплярах, претворить в жизнь результаты работы учёных различных университетов Тайваня, удивить мир своими разработками и инновациями – всё это способствовало началу реформ в области образования и во взаимоотношениях университетов и бизнеса.

Реформы не заставили себя долго ждать. Сначала была принята необходимая законодательная база, расширившая права университетов. Также были созданы госструктуры, стимулирующие развитие сотрудничества науки и бизнеса. Помощь государства и финансирование проектов

со стороны госструктур стали главным залогом успеха всей этой программы.

Однако не только государство способствовало развитию сотрудничества университетов и предприятий, сами вузы также были настроены на укрепление связей с бизнесом, так как это позволяло получить помощь государства, давало возможность коммерциализации и серийного выпуска своих изобретений, облегчало процедуру получения патента и, безусловно, увеличивало возможность всеобщего признания со стороны всемирного научного сообщества. Поэтому специализированные структуры создавались и в самих университетах. Кроме того, государство проводило точечную политику в этом направлении, уделяя особое внимание «топовым» университетам, уже зарекомендовавшим себя в области научных разработок, представившим на свет сотни проектов и разработок, известных по всему миру.

Бизнесу же сотрудничество с университетами по новой схеме открывало доступ к знаниям и научным разработкам, к достижениям, инновационным подходам и новым идеям, которые можно было реализовать на практике и выгодно продать. Сотрудничество стало более целостным, всеобщим, проекты генерировались целыми командами учёных или университетом в целом, а не были уделом отдельных научных сотрудников, что снижало их ценность.

Всё это привело к стремительному росту числа патентов, новых изобретений, воплощенных в серийное производство и прошедших стадию коммерциализации. Результаты оказались ошеломляющими, что позволило говорить об успехе данной политики. Именно поэтому опыт Тайваня в сфере развития сотрудничества и производства наукоёмкой продукции представляет высокую ценность: его нужно изучать, можно копировать или брать за образец для проведения подобной политики и в нашей стране.

Пример Тайваня показывает, что при грамотном подходе к делу, желании всех сторон участвовать в процессе реформирования отношений производства и университетов, точечных и своевременных шагах, учитывающих специфику рынка, уровня развития университетов и промышленности, можно за относительно короткий срок добиться хороших результатов, которые станут фундаментом для дальнейшего развития науки, техники и внедрения инноваций в производство.

СЕКЦИЯ 27

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

*Председатель секции – Соколовская Н.С., доцент
каф. уголовного права, к.ю.н.*

ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

К.В. Часовских

*Научный руководитель В.Г. Мельникова, к.ю.н., доцент
г. Томск, ТУСУР, каф. информационного права ЮФ,
christiana1@rambler.ru*

В 2013–2014 гг. были приняты Хартия открытых данных «Группы восьми» [1] и Концепция открытости федеральных органов исполнительной власти [3], которые поставили перед органами государственной власти новую задачу – обеспечить информационную открытость и прозрачность деятельности органов власти. Одним из инструментов, способствующих ее реализации, являются «открытые данные».

Открытые данные (англ. Open data) – информация, размещенная в сети Интернет в виде систематизированных данных в формате, обеспечивающем ее автоматическую обработку без предварительного изменения человеком, в целях неоднократного, свободного и бесплатного использования [2].

На сегодняшний день во многих странах мира существуют специальные порталы, на которых органы власти публикуют свои открытые данные: в Великобритании это портал data.gov.uk, в Австралии – data.gov.au, в Новой Зеландии – data.govt.nz. В России это сайт: открытые.большоеправительство.рф.

Согласно Методическим рекомендациям по публикации открытых данных государственными органами и органами местного самоуправления [2] наборы открытых данных должны размещаться на официальных веб-сайтах государственных органов или органов местного самоуправления, являющихся обладателями этих наборов данных. Так, открытые данные администрации Томской области располагаются на официальном интернет-портале по адресу: <http://tomsk.gov.ru/ru/otkrytyy-region/otkrytye-dannye/#rezultaty>. На сегодняшний день на этом портале опубликовано свыше 35 наборов данных.

Сравнив интернет-порталы, содержащие открытые данные разных регионов (Тульской, Волгоградской областей, Красноярского края), можно сделать вывод о том, что интернет-портал администрации Томской области находится еще в стадии становления.

Для повышения эффективности работы с открытыми данными видится возможным рекомендовать следующее:

1) изменить структуру представления открытых данных, то есть предоставить пользователю возможность знакомиться не только с общим списком данных, но и осуществлять поиск по определенным параметрам, например по органам исполнительной власти, по категориям и т.д.;

2) расширить минимальный набор рекомендованных открытых данных другими востребованными категориями, например, такими, как информация о чрезвычайных ситуациях, пожарах, реестр недобросовестных поставщиков и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хартия открытых данных «Группы Восьми»: принята на саммите «Группы восьми» (G8) в Лох-Эрне (Великобритания), июнь 2013 [Электронный ресурс] // Сайт Открытого Правительства. URL: <http://открытыеданные.большоеправительство.рф/documents/> (дата обращения: 01.03.2014).

2. Методические рекомендации по публикации открытых данных государственными органами и органами местного самоуправления и технические требования к публикации открытых данных: утв. протоколом заседания Правительственной комиссии по координации деятельности открытого правительства от 04.06.2013 № 4 [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс».

3. Об утверждении Концепции открытости федеральных органов исполнительной власти: Распоряжение Правительства РФ от 30.01.2014 № 93-р [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс».

ПРОБЛЕМЫ РАВНОПРАВИА СТОРОН ПО УПК РФ

В.С. Федоров, студент

Научный руководитель Н.С. Соколовская, к.ю.н.

г. Томск, ТЭЮИ, vlad1993vlad@sbimail.com

В соответствии со ст. 123 Конституции РФ судопроизводство в РФ ведется на основе состязательности и равноправия сторон. Также данный принцип закреплен в ст. 15 УПК РФ. Проанализировав данную норму, можно выделить основные элементы принципа состязательности и равноправия сторон:

- 1) наличие равноправных сторон;
- 2) размежевание трех основных уголовно-процессуальных функций;
- 3) особая пассивная роль суда.

Рассмотрим такой элемент принципа, как равноправие сторон.

УПК РФ предусматривает наличие сторон. В ст. 5 УПК РФ предусмотрено легальное определение: «... стороны – участники уголовного судопроизводства, выполняющие на основе состязательности функцию обвинения (уголовного преследования) или защиты от обвинения».

Стороны отличаются от других участников уголовного процесса следующими признаками:

- наличием противоположных интересов;
- способностью влиять своими действиями на движение процесса;
- равенством прав при отстаивании своих интересов.

Равноправие сторон декларируется во многих статьях УПК РФ (например, ст. 244 «Равенство прав сторон»: в судебном заседании стороны обвинения и защиты пользуются равными правами на заявление отводов и ходатайств, представление доказательств, участие в их исследовании, выступление в судебных прениях, представление суду письменных формулировок по вопросам, указанным в п. 1–6 части первой ст. 299 УПК РФ, на рассмотрение иных вопросов, возникающих в ходе судебного разбирательства).

Однако на практике возникает ряд проблем, касающихся равноправия сторон. В настоящее время реально противостоять обвинению сторона защиты имеет возможность лишь в стадии судебного разбирательства.

Так, на стадии предварительного расследования защитник может лишь оказывать консультативную юридическую помощь своему подзащитному, а также заявлять ходатайства и обжаловать действия и решения должностных лиц, производящих расследование по уголовному делу.

В соответствии со ст. 86 УПК РФ сторона защиты и сторона обвинения обладают правом собирать доказательства. При этом доказательство должно соответствовать четырем критериям допустимости:

- 1) надлежащий источник;
- 2) уполномоченный субъект;
- 3) надлежащий способ собирания доказательств;
- 4) соблюдение правил фиксации доказательств.

Однако в случае применительно к защитнику законом не установлены правила фиксации доказательств. В результате собранные защитником сведения использовать в доказывании не представляется возможным с силу того что они не отвечают критериям допустимости. Так, в соответствии с п. 1 ч. 3 ст. 86 УПК РФ защитник вправе собирать доказательства путем получения предметов, документов и иных сведений. Способов же закрепления такой информации в УПК РФ не содержится.

В соответствии с п. 3 ч. 3 ст. 86 УПК РФ защитник вправе делать адвокатские запросы. В частности, к адвокатским запросам относится запрашивание справок, выписок, характеристик и любых других документальных подтверждений как в органах государственной власти, так и в органах местного самоуправления или в общественных объединениях и других организациях.

В.В. Ясельская справедливо отмечает, что учреждения и организации не очень активно отвечают на такие адвокатские запросы, причины этому называются следующие: во-первых, отсутствует ответственность должностных лиц за неудовлетворение требований защитников предоставить соответствующие документы; во-вторых, запросы для целого ряда учреждений не являются обязательными (например, сведения о вкладах населения, справки о судимости из ИЦ МВД-УВД); в-третьих, существует также установленные в законодательстве запреты на разглашение некоторых видов информации (например, запрещено разглашение врачебной тайны), за исключением запросов от следственных органов и судов [1]. Таким образом, и такой способ собирания защитником доказательств оказывается неэффективным.

В заключение можно констатировать, что принцип состязательности в современном уголовном процессе до конца не реализуются, поскольку сторона защиты не располагает возможностью собирать доказательства, а следовательно, полноценно, на равных состязаться со стороной обвинения.

Совершенствование уголовно-процессуального законодательства должно сопровождаться предоставлением большей самостоятельности защитнику в собирании доказательств.

Исходя из сложившейся ситуации на данный момент в уголовном процессе, считаю необходимым внесение в УПК РФ ряда поправок, которые устранят непреодолимые препятствия для реализации защитником права на участие в собирании доказательств. Предлагаю дополнить ст. 119 УПК РФ нормой, определяющей право суда по ходатайству защитника на стадии предварительного расследования обязать сторону обвинения произвести процессуальное действие с целью собирания оправдательных доказательств, если ранее сторона обвинения отказалась удовлетворить такое ходатайство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ясельская В.В. Самостоятельная деятельность защитника по собиранию доказательств // Правовые проблемы укрепления российской государственности: сб. статей. Вып. 10 / Под ред. Ю.К. Якимовича. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 53 с.

АУТСТАФФИНГ: ЗАКОННОСТЬ ДАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

И.Н. Фролов, студент

Научный руководитель К.А. Мухаметкалиев, ст. преподаватель

каф. теории права ЮФ ТУСУРа

г. Томск, ТУСУР, fin4eg92@rambler.ru

Аутстаффинг (англ. out – «вне» + англ. staff – «штат») – вывод сотрудника за штат компании-заказчика и оформление его в штат компании-подрядчика, при этом он продолжает работать на прежнем месте и выполнять свои прежние обязанности, но обязанности работодателя по отношению к нему выполняет уже компания-подрядчик [12; с. 45]. Поскольку действующее российское законодательство не регламентирует общественные отношения по предоставлению работников (аутстаффинга), то на данный момент сложились две основные позиции в отношении данной конструкции: первая позиция отрицает возможность существования в рамках действующего законодательства данной формы вовлечения граждан в трудовую деятельность, а вторая является противоположной. Последняя позиция представляется более верной.

Аргументация противников аутстаффинга (и заемного труда в целом) состоит в следующем: отсутствие законодательного закрепления данной конструкции, а с учетом последних изменений, вносимых в Трудовой кодекс РФ (далее – ТК РФ) Федеральным законом от 28 декабря 2013 г. № 421-ФЗ [3], и вовсе её прямой запрет; предметом договора аутстаффинга является предоставление работников [9]; лишение работника ряда гарантий, предоставляемых трудовым законодательством. Последний аргумент не может влиять на законность существования аутстаффинга, поскольку в любом случае обеспечение гарантий и компенсаций, предусмотренных трудовым законодательством, выступает одной из обязанностей работодателя (компания-подрядчика) [2]. Остальные аргументы являются несостоятельными в силу следующих причин.

Во-первых, судебной практикой подтверждается [5–8], что в качестве предмета договора аутстаффинга следует признать услуги компании-исполнителя, предоставляемые компании-заказчику. Таким же образом характер данных отношений определяется в ряде зарубежных стран и Конвенции Международной организации труда № 181 «О частных агентствах занятости» (заключена в г. Женеве 19.06.1997) [4], а также других международных актах.

Во-вторых, поскольку предметом договора аутстаффинга выступают услуги, то речь идет о гражданско-правовом договоре. В соответствии с п. 2 ст. 421 Гражданского кодекса РФ (далее – ГК РФ) [1] сто-

роны могут заключить договор, как предусмотренный, так и не предусмотренный законом или иными правовыми актами. Исходя из деловой практики, сложившейся при заключении такого рода договоров, в соответствии с условиями договора аутстаффинга исполнитель обязуется совершить определенные действия или осуществить определенную деятельность, то есть представляет собой договор возмездного оказания услуг, регулируемый гл. 39 ГК РФ [12; с. 45]. В противовес данным нормам некоторые авторы [11] указывают на ст. 11, 15, 19.1 ТК РФ, устанавливающие запрет на прикрытие трудовых правоотношений гражданско-правовым договором и регламентирующие порядок признания таких отношений трудовыми. Однако, договор аутстаффинга регламентирует отношения между компанией-исполнителем и компанией-заказчиком, а указанные нормы ТК РФ распространяют свое действие на ситуации, когда работодатель непосредственно заключает гражданско-правовой договор с работником, прикрывающий трудовой договор [7]. Кроме этого, ученые ссылаются на положения ТК РФ (ст. 16, 67.1) о фактическом допуске работника к работе, без заключения трудового договора [11]. Например, если компания-заказчик аутстаффинга допускает работника к исполнению трудовых обязанностей, предоставляет рабочее место, то между ними возникают фактические трудовые отношения, не оформленные трудовым договором надлежащим образом, а поскольку работник у другого работодателя числится по трудовому договору, у которого находится трудовая книжка на хранении, то у работника с компанией-заказчиком возникает внешнее совместительство (ст. 60.1 ТК РФ), регулируемое положениями гл. 44 ТК РФ. Данный аргумент имел бы под собой основание, если бы в договоре аутстаффинга (либо фактически) все основные обязанности работодателя (либо их большая часть) выполнялись компанией-заказчиком, а не компанией-подрядчиком (работодателем), как этого требует трудовое законодательство. Однако, исходя из деловой практики, обязанности работодателя в договоре аутстаффинга и фактически и юридически выполняет компания-подрядчик, в этом и заключается выгода компании-заказчика.

Таким образом, в России, с учетом действующего законодательства, имеются возможности использования конструкции аутстаффинга. Однако для обеспечения прав работника и работодателя, а также в целях предупреждения правонарушений в области трудового законодательства требуется нормативная регламентация общественных отношений в области заёмного труда, в том числе путем принятия специального федерального закона. По мнению М.В. Лушниковой, «такой подход позволит обеспечить единство правового регулирования и избежать возможных межотраслевых коллизий, а также провести апробацию закона» [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 г. (ред. от 02.11.2013) // Российская газета. 1994. 08 августа. № 238–239.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. (ред. от 28.12.2013) // Российская газета. 2001. 31 декабря. № 256.
3. Федеральный закон от 28.12.2013 № 421-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О специальной оценке условий труда» // Российская газета. 2013. 31 декабря. № 296.
4. Конвенция Международной организации труда № 181 «О частных агентствах занятости» (Заключена в г. Женеве 19.06.1997) // Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
5. Апелляционное определение Суда Ямало-Ненецкого автономного округа от 02.04.2012 по делу № 33-655/2012 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
6. Определение ВАС РФ от 04.03.2010 № ВАС-2063 по делу № А59-1917/2009 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
7. Постановление Седьмого ААС от 20.04.2011 № 07АП-2218/11 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
8. Постановление Восьмого ААС от 16.03.2012 № А70-7988/2011 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
9. Куренной А.М. Заемный труд я называю «внебрачное дитя юриспруденции» // Трудовое право. 2011. № 2. С. 8–9.
10. Лушникова М.В., Лушников А.М. Заемный труд: исторический опыт и перспективы правового регулирования // Человек и труд. 2004. № 7. С. 85–88.
11. Педченко В. «Бермудский треугольник» аутстаффинга в условиях правовой неопределенности // <http://www.kodeks.ru/2702.html>
12. Шевченко Л. Аутстаффинг: споры, конфликты, судебная практика // Трудовое право. 2013. № 7. С. 45–65.

НАРУШЕНИЕ ПРАВ НА СВОБОДУ И ЛИЧНУЮ НЕПРИКОСНОВЕННОСТЬ ПРИ ЗАДЕРЖАНИИ ЛИЦА

В.В. Гридина, студент

*Научный руководитель Н.С. Соколовская, к.ю.н.
г. Томск, ТЭЮИ, valeriya_gridina@mail.ru*

Никто не может быть подвергнут задержанию не иначе как в случаях, предусмотренных законом, и при соблюдении форм, предписанных законом.

Задержание лица возможно лишь в случаях, предусмотренных ст. 91 УПК РФ. В ст. 91 УПК РФ предусмотрены основания задержания подозреваемого.

Однако при задержании лица возникает множество проблем.

Во-первых, в УПК РФ не раскрывается такое основание задержания лица, как «лицо застигнуто непосредственно после совершения преступления».

Обычно такие понятия, как «задержание лица при совершении им преступления» и «задержание непосредственно после совершения преступления», никем не разграничиваются. Однако, на мой взгляд, они имеют разное значение.

В связи с этим, можно задержать по данному основанию лицо, выходявшее из места совершения преступления или находившееся недалеко от него.

Во-вторых, в п. 2 ст. 91 УПК РФ указаны иные основания задержания лица. Для задержания лица по этим основаниям у органа дознания, дознавателя или следователя должны быть данные, дающие основание подозревать это лицо в совершении преступления.

Однако на практике мы можем увидеть, что не всегда у должностных лиц имеются эти данные, и они задерживают лиц лишь только по формальным признакам, указанным в ст. 91 УПК РФ. При этом не всегда лицо, чья личность не установлена или оно не имеет постоянного места жительства, может быть лицом совершившим преступление, даже несмотря на то, что оно могло находиться недалеко от места совершения преступления или на него указали очевидцы.

Еще одной проблемой является то, что иногда задержание лица производится до возбуждения уголовного дела. Однако уголовно-процессуальное задержание возможно только после возбуждения уголовного дела.

Также согласно ч. 1 ст. 91 УПК РФ задержать подозреваемого может только орган дознания, дознаватель или следователь. Задержание подозреваемого иными лицами, не может считаться уголовно-процессуальным задержанием.

Согласно п. 11 ст. 5 УПК РФ срок задержания составляет не более 48 часов с момента фактического задержания, по истечении этого срока подозреваемый подлежит освобождению. Однако и этот срок часто на практике нарушается.

Также задержание можно считать незаконным, когда не подтвердилось подозрение в совершении преступления; отсутствуют основания для применения меры пресечения в виде заключения под стражу.

Задержание относится к мерам процессуального принуждения. «Принудительный характер задержания проявляется в том, что оно помимо своей воли лишается свободы передвижения» [1].

В связи с этим, можно по случайности задержать лицо, не виновное в совершении преступления, и мы лишим это лицо свободы пере-

движения, а значит, нарушим его конституционное право на свободу и неприкосновенность.

Для защиты и восстановления своих нарушенных прав лицо может обжаловать произведенное в отношении него незаконное задержание, согласно гл. 16 УПК РФ руководителю следственного органа, прокурору или в суд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гриненко, А.В. Уголовный процесс: учеб. / Отв. ред. А.В. Гриненко. 2-е изд., перераб. М.: Норма, 2009. 140 с.

НЕДВИЖИМОЕ ИМУЩЕСТВО КАК ОБЪЕКТ ГРАЖДАНСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ

*Д.С. Ку克林, ассистент каф. теории права ЮФ
г. Томск, ТУСУР, dex_dex@mail.ru*

Правоотношения, связанные с оборотом и преобразованием недвижимости, – одна из тем, которые никогда не утрачивали актуальности, начиная с римского права и по наши дни.

Понятие «юридический режим правового регулирования» объединяет в себе в качестве целостной системы множество признаков, характеризующих понятие «правовое регулирование» в отношении конкретной совокупности норм. Однако существует потребность характеристики правовых режимов не только применительно к обобщенным объектам (правовой режим недвижимости), но и к определенным разновидностям объектов (правовой режим «жилой недвижимости», «коммерческой недвижимости», «предприятия как имущественного комплекса»). В подавляющем большинстве случаев совокупность норм не относится к какой-либо одной профилирующей (фундаментальной) отрасли права и состоит из институтов различных отраслей права. Таким образом, при юридико-методологической классификации правовой режим недвижимости следует относить к вторичному специальному институциональному режиму, представляющему собой комплексную модификацию частноправового и публично-правового режимов, обладающему определенными специфическими особенностями совершения сделок, объектом которых является недвижимое имущество.

Под движимыми и недвижимыми вещами и следует понимать предметы материального мира, существующие или будущие, состоящие или могущие состоять под чьим-либо господством и только в силу этого перерастающие из своей натурально-физической определенности в иное качество.

Современное российское гражданское законодательство легальных определений многих понятий не дает, однако логично предположить, что каждому из терминов в законодательстве отведена собственная смысловая «ниша». Поскольку современный уровень исследованности объектной составляющей права не позволяет пока найти решение многих теоретических, а часто и практических проблем, сопряженных с понятиями вещей и функционированием недвижимого имущества в гражданском обороте, исходя из имеющихся теоретических разработок попытаемся предложить определения недвижимой вещи, недвижимого имущества и недвижимости.

Недвижимыми вещами можно считать материальные, физически осязаемые, индивидуальные и незаменимые предметы естественного происхождения или результаты человеческого труда, обладающие имманентным свойством прочной связи с землей, а также движимые по своим естественным свойствам вещи – воздушные, морские суда, суда внутреннего плавания, космические объекты, подлежащие государственной регистрации и имеющие экономическую форму товара и потому являющиеся объектами гражданского оборота.

Недвижимым имуществом можно считать недвижимую сложную вещь, созданную или состоящую из разнородных вещей, но в совокупности образующую единое целое, которое используется по единообразному целевому назначению, в гражданском обороте выступающую как делимая или неделимая вещь. Недвижимой вещью может быть вещь, как по природе недвижимая, так и по закону.

Можно сделать следующие предложения:

1. Можно предложить применение к объектам недвижимости понятие «сложный объект», включающий в себя имущественный комплекс жилое – нежилое помещение. Данное понятие в перспективе можно применять как к морским и воздушным судам, космическим объектам, так и к зданиям и сооружениям, в состав которых входят как объекты жилого, так и объекты нежилого фонда.

2. Очевидна потребность в дальнейшей детализации на уровне закона правового режима объектов незавершенного строительства. Поскольку право собственности на объект незавершенного строительства всегда принадлежит собственнику земельного участка, владельцу земельного участка на праве аренды, владельцу земельного участка на вещном праве, предусмотренном гл. IV Земельного кодекса РФ (право постоянного (бессрочного) пользования, право пожизненного наследуемого владения), то должны быть внесены изменения в гражданское законодательство, в частности гл. 37 ГК РФ «Строительный подряд». Так, должно быть установлено, что подрядчик, осуществляющий строительство из собственных материалов, остается собственником

таких материалов лишь до момента фактического использования их в строительстве (до момента передачи материалов для их использования в строительстве). С указанного момента права собственности подрядчика на переданные материалы прекращаются в связи с юридической гибелью самих материалов. Сказанное не означает, что собственником материалов становится заказчик. Материалы с момента их юридической гибели вообще не могут быть оборотоспособными объектами гражданских прав в прежнем своем состоянии.

3. Положения ГК РФ о договорах дарения и ренты не содержат правил о единой судьбе земельного участка и строения на нем. Представляется, что к данным нормам по аналогии должны применяться правила купли-продажи недвижимости.

4. Какой бы совершенной ни была система регистрации, переход права собственности – это операция, связанная с риском. В зависимости от предмета регистрации все существующие в мире системы регистрации можно разделить на две большие группы – титульные и актовые. В титульных системах предметом регистрации являются права. В актовых системах – сделки. Система регистрации в России построена по смешанному типу. Если в классической системе с момента регистрации возникает право, то в отечественной момент регистрации обусловливает возникновение не только права, но и обязательств сторон по сделке, поскольку сделка, подлежащая регистрации, считается заключенной с момента регистрации. В России наряду с системой регистрации прав могло бы развиваться страхование титула собственника, но не вместо, как, например, в США, а параллельно с этой системой, гарантируя права добросовестных приобретателей.

5. Следует внести четкие критерии, по которым можно относить недвижимое имущество к памятникам культуры и искусства, а также разработать и улучшить правовой режим к данным объектам, что необходимо отразить в законодательстве: в Земельном кодексе РФ и ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» № 73-ФЗ.

6. Целенаправленное регулирование регистрации космических объектов – обязательная функция всех государств мира, имеющих космическую технику. И если государство не осуществляет такого регулирования, это означает лишь, что проблем такого регулирования не существует (например, в Ватикане), либо государство не озабочено настоящим и будущим экологического состояния своей страны и планеты в целом, либо власть государства недалековидна. Все большую необходимость в упорядочении учетной регистрации космических объектов будет вызывать активно наметившаяся в последнее время коммерциализация космической деятельности, первыми признаками

которой можно считать развитие космического туризма как вида экстремальных развлечений. В связи с этим следует на законодательном уровне ввести обязательное требование регистрации космических объектов. Законодательство в данной области должно быть доработано и дополнено, отвечая также критериям научно-технического прогресса. Также в ближайшем будущем возможна разработка ресурсов на других планетах нашей Солнечной системы и в перспективу будет необходима разработка нового космического законодательства.

СУБЪЕКТЫ СОБИРАНИЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ПО УПК РФ

А.В. Митюшин, студент

Научный руководитель Н.С. Соколовская, к.ю.н.

г. Томск, ТУСУР, andreym-93@mail.ru

Всех субъектов собирания доказательств в уголовном процессе условно можно разделить на следующие группы:

- государственные органы и должностные лица, обязанные собирать доказательства (дознатель, следователь, прокурор);
- лица, имеющие право участвовать в собирании доказательств (защитник и суд).

Право собирания доказательств путем производства следственных и иных процессуальных действий, в том числе с применением мер принуждения, предоставлено только должностным лицам, ведущим судопроизводство и ответственным за его ход и результат. Тем не менее действующий уголовно-процессуальный закон относит к субъектам собирания доказательств и других участников процесса.

Подозреваемый, обвиняемый, а также потерпевший, гражданский истец, гражданский ответчик и их представители вправе собирать и представлять лишь письменные документы и предметы для приобщения их к уголовному делу в качестве доказательств (ч. 2 ст. 86 УПК РФ). Таким образом, эти участники судопроизводства собирают не доказательства, а предметы и документы, которые могут быть лишь представлены ими дознавателю, органу дознания, следователю и суду для приобщения к материалам уголовного дела в качестве доказательств.

Согласно ч. 3 ст. 86 УПК РФ защитник вправе собирать именно доказательства. Способы для этого служат получение предметов, документов и иных сведений; опрос лиц (в том числе специалистов) с их согласия; истребование документов от органов государственной власти, местного самоуправления, общественных объединений и орга-

низаций, которые обязаны предоставить запрашиваемые документы или их копии.

В соответствии с принципом равенства сторон сведения, собранные защитником, сразу должны становиться доказательствами так же, как и сведения, собираемые его процессуальными противниками – следователем, органом дознания, дознавателем. Вместе с тем по смыслу ч. 2 ст. 159 УПК РФ в ходе предварительного расследования следователь и дознаватель фактически имеют возможность отказать в удовлетворении соответствующего ходатайства защитника, если сочтут, что обстоятельства, об установлении которых ходатайствует защитник, не имеют значения для данного уголовного дела. Однако по окончании предварительного расследования и ознакомления обвиняемого и его защитника с материалами уголовного дела следователь обязан выяснить, какие свидетели, эксперты, специалисты подлежат вызову в судебное заседание для допроса и подтверждения позиции стороны защиты (ч. 4 ст. 217 УПК РФ). В обвинительном заключении указывается перечень доказательств, на которые ссылается сторона защиты (п. 6 ч. 1 ст. 220 УПК РФ). Кроме того, к обвинительному заключению прилагается список подлежащих вызову в судебное заседание лиц со стороны защиты с указанием их места жительства и (или) места нахождения (ч. 4 ст. 220 УПК РФ). Следователь и прокурор не вправе дополнить или сократить список лиц, подлежащих вызову в суд, если речь идет о списке свидетелей со стороны защиты.

Также здесь стоит отметить, что в соответствии с Федеральным законом от 31.05.2002 № 63-ФЗ «Об адвокатской деятельности и адвокатуре в Российской Федерации» адвокат (представитель или защитник) «вправе собирать и представлять предметы и документы, которые могут быть признаны вещественными доказательствами и иными доказательствами в порядке, установленном законодательством РФ».

В ст. 86 УПК РФ субъектом собирания доказательств также указан суд. Вопрос о праве суда собирать доказательства в научной литературе не понимается однозначно. В соответствии с УПК РСФСР суд наряду с прокурором, следователем и органом дознания был обязан «принять все предусмотренные законом меры к установлению события преступления, лиц, виновных в совершении преступления, и к их наказанию», «принять все предусмотренные законом меры для всестороннего, полного и объективного исследования обстоятельств дела, выявить как уличающие, так и оправдывающие обвиняемого, а также смягчающие и отягчающие его ответственность обстоятельства». Таким образом, доказывание обстоятельств, имеющих значение для дела, являлось обязанностью, долгом суда.

Положения данных норм противоречили Конституции РФ: во-первых, декларируемым в Конституции РФ принципам состязательности и равноправия сторон в судопроизводстве, поскольку суд обязан был выполнять функции стороны обвинения; во-вторых, положения указанных статей УПК РСФСР противоречили статьям Конституции РФ, которые предусматривают разделение государственной власти на законодательную, исполнительную и судебную и осуществление правосудия только судом, из чего вытекает положение о недопустимости возложения на судебную власть каких-либо функций, не совместимых с ее исключительными полномочиями по осуществлению правосудия.

В настоящее время УПК РФ не обязывает суд собирать доказательства, что полностью согласуется с конституционным принципом состязательности и равноправия сторон. В то же время законодатель сохранил за судом право собирать дополнительные доказательства по уголовному делу. Такое положение процессуалистами по-разному оценивается. Одни полагают, что это полностью отвечает современным требованиям состязательного процесса [2, с. 128], другие опасаются, что суд может попасть в плен позиций сторон, тем самым существует риск неустановления истины по уголовному делу [1, с. 19–20].

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Ю.К. Основы теории доказательств в уголовном процессе. М., 2000.
2. Петрухин И.Л. Состязательность и правосудие // Государство и право. 1994. №10. С. 128–138.

ПРАВОВАЯ ПРИРОДА ОГРАНИЧЕНИЯ СВОБОДЫ КАК ВИДА УГОЛОВНОГО НАКАЗАНИЯ

Ю.С. Самсонова, студентка ЮФ

Научный руководитель А.А. Пропостин, к.ю.н.

г. Томск, ТУСУР, 93SUS@rambler.ru

В системе наказаний (ст. 44 УК РФ) ограничение свободы просуществовало 13 лет при отсутствии возможности его назначения и исполнения, ибо для этого не было создано условий, что существенным образом сужало возможность суда в выборе наказания при вынесении обвинительного приговора и являлось еще одним свидетельством существования в российском уголовном законе недействующих норм [1, с. 8]. Ранее ограничение свободы принадлежало к числу основных наказаний. Теперь оно может применяться и в качестве основного, и в качестве дополнительного.

Ограничение свободы как уголовное наказание должно обладать всеми его признаками. В первую очередь речь идет о каре – способности вызывать психические страдания и переживания. Элементы, составляющие содержание ограничения свободы, конечно же, представляют собой определенные ограничения конституционных прав граждан. В определенном смысле рассматриваемые ограничения могут причинять страдания осужденному. Но вот соответствует ли степень карательного воздействия ограничения свободы уголовным наказаниям? Сопоставив ограничение свободы с иными уголовными наказаниями, можно дать только отрицательный ответ. В этой связи обоснованным представляется мнение В.А. Уткина, отмечавшего, что такого рода обязанности и запреты «не способны выступать элементами содержания наказания, ибо по социальной природе они не могут и не должны обладать репрессивными свойствами. ...Даже законодатель без риска потерпеть фиаско не может превращать в наказание обязанности, ограничения или их элементы, которым карательная функция объективно не может быть присуща» [4, с. 128].

Исследуя ограничение свободы, Г. Верина пришла к выводу, что «есть основания предположить, что ограничение свободы по своей сущности в свете последних законодательных новелл утратило функции уголовного наказания. По юридической природе оно в большей степени отвечает требованиям иной меры уголовно-правового характера» [1, с. 8].

Кроме того, стоит отметить, что ограничение свободы имеет ряд общих признаков с условным осуждением:

1) ограничения на изменение постоянного места жительства, работы, учебы без уведомления специализированного государственного органа и на посещение определенных мест, предусмотренные в ч. 1 ст. 53 УК РФ для осужденных к ограничению свободы фактически не отличаются от обязанностей условно осужденных, воспроизведенных с незначительными текстуальными изменениями в ч. 5 ст. 73 УК РФ;

2) порядок надзора за осужденными к ограничению свободы сходен с порядком осуществления контроля за поведением условно осужденных;

3) предусмотренные ст. 58 УИК РФ основания для привлечения осужденных к ответственности за нарушение порядка и условий отбывания наказания в виде ограничения свободы и за уклонение от его отбывания частично совпадают с основаниями для привлечения к ответственности условно осужденных, закрепленными в ст. 190 УИК РФ [3, с. 37].

Потому можно предполагать, что применение ограничения свободы сможет изменить статистику применения условного осуждения, которое часто применяется при назначении наказаний.

При ограничении свободы осужденные могут уклоняться от исполнения установленных им судом ограничений, совершать административные правонарушения или преступления. Но при этом ст. 53 УК РФ предусматривает лишь последствия злостного уклонения осужденного от отбывания ограничения свободы, назначенного в качестве основного вида наказания. Последствия злостного уклонения осужденного от отбывания ограничения свободы, назначенного в качестве дополнительного вида наказания, закреплены в ч. 5 ст. 58 УИК РФ. Вопрос о совершении в период назначенных виновному ограничений административного правонарушения или преступления не нашел отражения в законодательстве. Однако в п. 16 Инструкции по организации исполнения наказания в виде ограничения свободы упоминается, что уголовно-исполнительная инспекция разъясняет ответственность осужденного к ограничению свободы за совершение им повторного преступления. Какие последствия повторного совершения преступления разъясняет инспекция осужденному, можно только догадываться. Возникший пробел в законодательстве, безусловно, подлежит устранению [2, с. 103].

Предлагаю дополнить ст. 53 УК РФ ч. 4¹, содержание которой будет следующим:

В случае совершения в период отбывания ограничения свободы осужденным преступления по неосторожности либо умышленного преступления небольшой или средней тяжести суд назначает ему наказание по правилам, предусмотренным ст. 70 настоящего Кодекса.

В случае совершения в период отбывания ограничения свободы осужденным умышленного тяжкого или особо тяжкого преступления суд заменяет наказание в виде ограничения свободы, назначенное в качестве основного вида наказания и назначает ему наказание по правилам, предусмотренным ст. 70 настоящего Кодекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верина Г. Ограничение свободы как вид уголовного наказания в свете законодательных новелл // Уголовное право. 2010. №5. С. 8–10.
2. Калинина О.М. Ограничение свободы: проблемы реализации // Российский юридический журнал. 2012. № 1. С. 101–106.
3. Соколов И. Проблемы назначения уголовного наказания в виде ограничения свободы // Уголовное право. 2011. № 5. С. 35–43.
4. Уткин В.А. Основания и пути модернизации системы наказаний // Вестник Том. гос. ун-та. 2011. № 349. С. 127–130.

ПРОЦЕССУАЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ СЛЕДОВАТЕЛЯ

М.В. Сидельцева, студентка

*Научный руководитель Н.С. Соколовская, к.ю.н.
г. Томск, ТУСУР, sideltseva2011@yandex.ru*

История уголовного процесса – это история его предварительного расследования. Именно предварительное расследование предопределяло судьбу уголовного дела [5, с. 31–37]. В конце 20-х годов функцию предварительного расследования осуществлял следователь, он был в полной организационной и процессуальной зависимости от прокурора. Многие считали эту систему наиболее правильной, в какой-то мере даже совершенной. Государство считало, что контроль органов предварительного расследования со стороны прокуратуры повысит законность действий следователей, принимаемых ими решений [4, с. 12]. В наше время органы предварительного расследования вышли из-под контроля прокуратуры. Хорошо это или плохо, единого мнения на этот счет в юридической литературе не существует. Ведутся споры о том, насколько следователь сохранил свою самостоятельность, какая из систем наиболее рабочая. При этом нужно отметить, что некоторые отголоски прошлой системы сохранились и по сей день. Прокурор сохранил некую управленческую власть за следователем. Например, прокурор, получив от следователя обвинительное заключение, вправе не утвердить его, а направить обратно для производства дополнительного расследования. при этом дать следователю обязательные для исполнения указания.

Процессуальная самостоятельность следователя – положение уголовно-процессуального законодательства, согласно которому следователь самостоятельно принимает все решения о направлении следствия и производстве следственных действий (за исключением случаев, когда законом предусмотрено получение разрешения суда) и несет полную ответственность за их законное и своевременное проведение. Правом вмешательства в процессуальную деятельность следователя обладают лишь суд, прокурор и начальник следственного отдела путем дачи ему письменных указаний о производстве следствия. В то же время следователю предоставлено право отстаивать свое мнение об основных решениях, принимаемых по делу, и при этом высказывать свои возражения (п. 3 ст. 38 УПК РФ).

Несмотря на то, что прокурор вправе вмешиваться в действия следователя, его роль в предварительном расследовании не должна выходить за пределы действий надзорного характера. Стоит придерживаться той позиции, в которой следователь подконтролен только

руководителю следственного органа, так как он (следователь) в большей степени ответствен перед своим начальником, который всецело осуществляет контроль за осуществлением работы следователя. Он предоставляет отчеты руководителю следственного органа о проведенной работе по материалам проверки сообщений о преступлении, о раскрытии преступления. Но во всем остальном следователь полностью самостоятелен и независим.

Принцип процессуальной независимости следователя представляет собой реальную гарантию законности и обоснованности процессуальных решений следователя, поскольку дает ему возможность в пределах, установленной законодательством компетенции вполне самостоятельно формулировать выводы и суждения на основе проверенных, достоверных доказательств [3, с. 19–21]. Презюмируется при этом, что никто лучше следователя, в чьем производстве находится уголовное дело и кто лично непосредственно вникает в сущность исследуемых обстоятельств, не может оценить доказательства в их совокупности и принять наиболее оптимальные, верные и рациональные решения по каждому возникающему правовому вопросу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации // СПС «КонсультантПлюс».
2. Уголовно-процессуальный кодекс РФ // СПС «КонсультантПлюс».
3. Громов Н.А. О принципе процессуальной самостоятельности следователя // Следователь. М.: Юрист, 1997. № 6. С. 19–21.
4. Петрухин И.Л. Прокурорский надзор и судебный контроль за следствием // Российская юстиция. 1998. № 9. С. 12.
5. Смирнов А.В. О процессуальной независимости следователя, защитника и обеспечении законных интересов личности в уголовном процессе // Предварительное следствие в условиях правовой реформы: Сб. науч. тр. / Ред. В.С. Шадрин. Волгоград: ВСШ МВД СССР, 1991. С. 31–37.

ПРИНЦИП НЕВМЕШАТЕЛЬСТВА КОГО-ЛИБО В ЧАСТНЫЕ ДЕЛА, КАК ОСНОВА ГРАЖДАНСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ

И.Г. Зимин, студент

Научный руководитель Т.А. Дедкова, к.ю.н., доцент

г. Томск, ТУСУР, [@mail.ru](http://www.zu.ru)

Принципы, сформулированные учеными-юристами, выступают в виде фундаментальных идей и идеалов, составляют часть научного и профессионального правосознания юридической политики и являются обязательными для субъектов права. Все принципы носят общеобязательный характер. Их соблюдение и учет при рассмотрении конкретных правовых ситуаций являются обязательным требованием закона.

Согласно ст. 1 ГК РФ гражданское законодательство основывается на признании равенства участников регулируемых им отношений, неприкосновенности собственности, свободы договора, недопустимости произвольного вмешательства кого-либо в частные дела, необходимости беспрепятственного осуществления гражданских прав, обеспечения восстановления нарушенных прав, их судебной защиты. Граждане (физические лица) и юридические лица приобретают и осуществляют свои гражданские права своей волей и в своем интересе. Они свободны в установлении своих прав и обязанностей на основе договора и в определении любых не противоречащих законодательству условий договора.

В соответствии с требованиями ст. 35 Конституции РФ право частной собственности охраняется законом. Каждый вправе иметь имущество в собственности, владеть, пользоваться и распоряжаться им как единолично, так и совместно с другими лицами. Никто не может быть лишен своего имущества иначе как по решению суда.

Принцип недопустимости характеризует гражданское право как частное право, вследствие чего данный принцип регулирует в большей степени частную жизнь. Под частной жизнью следует понимать совокупность форм духовной и физической деятельности человека во всех ее правомерных индивидуальных проявлениях, а также сведения об этой деятельности. Но границы применения данного принципа не заканчиваются на частной жизни, он применяется и при взаимодействии с государственными органами. Поэтому он имеет отношение и к публичной власти и ее органам, прямое, непосредственное вмешательство которых в частные дела, в том числе и в хозяйственную деятельность участников имущественных отношений – товаровладельцев-собственников, допустимо теперь только в случаях, прямо предусмотренных законом.

Реализации требований этого принципа содействуют новые правила законодательства об имущественной ответственности органов публичной власти за незаконное вмешательство в гражданские правоотношения (ст. 16 ГК), а также о возможности признания судом недействительными актов публичной власти или их неприменения при разрешении спора (ст. 12 и 13 ГК).

Данный принцип обусловлен тем, что нормы гражданского права призваны выражать и защищать прежде всего частные интересы участников гражданского оборота. Частные дела следует рассматривать как часть системы частного права через призму интереса отдельной личности – физического лица, коллективов, их объединений – юридического лица, государства в целом. А частное право распространяется на все гражданско-правовые отношения. Вмешательство в частные

дела есть действие стороннего лица, влияющее на ход гражданско-право-вого отношения без согласия его участников.

Невозможно достигнуть соблюдения этого принципа, если кто-либо будет произвольно вмешиваться в частные дела субъектов право-отношений. Со стороны государственных и муниципальных органов вмешательство в частные дела может выражаться в форме нормотворчества, индивидуального правоприменения или интерпретации правовых норм.

В соответствии с указанным принципом органы государственной власти и местного самоуправления, как и любые иные лица, не вправе вмешиваться в частные дела субъектов гражданского права, если эти дела осуществляются в соответствии с требованиями законодательства. Здесь имеются в виду не только частные дела предпринимателей, но и любые иные дела субъектов гражданского права.

Конституция РФ предусматривает право каждого на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну (ст. 23). В п. 7 ст. 3 Закона «Об информации», содержится «принцип неприкосновенности частной жизни, недопустимость сбора, хранения, использования и распространения информации о частной жизни лица без его согласия» [1, с. 12]. Тем самым можно констатировать, что любой несанкционированный доступ государственных органов, граждан к информации какого-то определенного гражданина должен сразу же пресекаться, а соответствующие правонарушители должны нести ответственность предусмотренную законодательством.

В настоящее время все больше гражданских дел, рассматриваемых судами, касаются нарушения этого принципа. Мы живем в веке компьютерных технологий и с каждым годом все больше граждан, могут получить интересующую их информацию о другом гражданине с помощью взлома сети Интернет. Юридические лица также пренебрегают данным принципом и в нарушение законодательства требуют предоставления им необходимой информации, но потом используют ее в дальнейшем без получения согласия, что является недопустимым, т.е. незаконным.

Государственные органы при осуществлении своей деятельности, используя информацию без согласия гражданина, вмешиваются в его частную жизнь, также нарушают данный принцип. Только суды, рассматривая гражданские дела, при вынесении решения имеют право доступа к такой информации, но это не нарушает действие принципа, а реализует его на практике.

Юридические, физические лица – работодатели, владеющие в силу служебного положения информацией о гражданах, в случае нарушения требования конфиденциальности, порядка обработки, доступа и защиты информации несут ответственность, предусмотренную законом.

Анализ судебной практики по данной категории дел подчеркнул, что рассматриваемый принцип не всегда реализуется на практике, потому что сами участники (субъекты) правоотношений не обращаются за защитой нарушенных прав, иногда не зная даже о том, что их права были нарушены. Тем самым создается проблема в реализации данного принципа на практике, так как большинство правонарушений, совершенных в этой сфере, скрываются от оглашения. В основном за защитой нарушенных прав обращаются юридические лица, а физические лица редко обращаются за защитой своих прав либо в силу незнания закона, либо из-за отсутствия информации об их нарушенных правах.

Таким образом, несмотря на универсальность этого принципа, он не должен нарушаться как публичной властью, так и другими субъектами гражданских правоотношений, и тогда принцип невмешательства кого-либо в частные дела действительно станет основой всего частного права России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ // Российская газета. 29.07.2006. № 165. С. 12.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 8

ОПТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАНОФОТОНИКА И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

Председатель секции – Шарангович С.Н., профессор,

зав. каф. СВЧиКР, к.ф.-м.н.;

зам. председателя – Буримов Н.И., зав. УНЛ каф. ЭП НИЧ, к.т.н.

О.В. Головашко, В.В. Кошелева, Е.С. Худякова СПЕКТРАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ СИЛИКАТА И ГЕРМАНАТА ВИСМУТА, ПОДВЕРГНУТЫХ ОТЖИГУ В ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРЕ	9
А.Ю. Искандаров, В.А. Харенков, И.А. Едреев ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ПОРОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПЕРЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ	12
С.И. Изотов, А.М. Ситдилов ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНОФОРОВ	15
А.В. Каншу ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТЫХ ЩЕЛЕВЫХ СОЛИТОНОВ В ОДНОМЕРНОЙ ВОЛНОВОДНОЙ СТРУКТУРЕ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЕМ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КАНАЛАМИ.....	18
М.В. Чуманов, И.А. Паргачёв ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКОМ КРИСТАЛЛЕ РКТР	21
Д. Ралко, Е.С. Худякова, В.Г. Дю ВЛИЯНИЕ ОТЖИГА В ВОЗДУШНОЙ АТМОСФЕРЕ НА ОПТИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КРИСТАЛЛЕ $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}:\text{Al}$	23
В.Ю. Рябченко, А.С. Перин ФОРМИРОВАНИЕ САМОИНДУЦИРОВАННЫХ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ СТРУКТУР В ИНТЕРФЕРОМЕТРЕ ФАБРИ-ПЕРО НА ОСНОВЕ КРИСТАЛЛОВ НИОБАТА ЛИТИЯ.....	26
М.А. Соколова, А.А. Астраханцева, К.П. Мельник ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ОПТИЧЕСКОГО УЗЛА.	28
Р.В. Терновский, В.С. Котяшев, К.П. Мельник ЛАБОРАТОРНО-ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ СТЕНД.....	29
О.Т. Важинский, М.В. Чуманов, И.А. Паргачёв ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА КОНТРАСТНОСТИ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ ЗАТВОРОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКООМНОГО КРИСТАЛЛА KTiPO_4	31
С.А. Юрьев ПОВЫШЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОРОШКОВ ДИОКСИДА ТИТАНА ПРИ ПРОГРЕВЕ И МОДИФИЦИРОВАНИИ НАНОЧАСТИЦАМИ	34

Е.А. Батунина, Н.Н. Достовалов, А.А. Сидоров УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ БЫТОВЫХ ПРЕДМЕТОВ И ПОМЕЩЕНИЙ	37
А.А. Дианова, Т.В. Маганаква, Н.А. Харитошин ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПРИНТЕРЕ	38
Ю.В. Кулешов, Е.В. Осинская, Д.К. Каженов, Т.М. Акылбаев, Д.С. Исаков, Б.А. Сибанбаев ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛОВ КАЛИЙ ТИТАНИЛ-ФОСФАТА ПО ПЕТЛЯМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГИСТЕРЕЗИСА НА ЧАСТОТЕ 50 ГЦ.....	40

СЕКЦИЯ 9

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

*Председатель секции – Демидов А.Я., зав. каф. ТОР, к.ф.-м.н.,
зам. председателя – Гельцер А.А., ст. преподаватель каф. ТОР, к.т.н.*

Ж.Т. Эрдынеев, Г.О. Манохин, А.С. Вершинин ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИГНАЛОВ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ LTE.....	43
Д.И. Иовлев ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ В MANET	46
Я.В. Крюков, Д.А. Покаместов МОДЕЛЬ ФАЗОВОГО ШУМА С УЧЕТОМ СПЕКТРАЛЬНОЙ МАСКИ СИНТЕЗАТОРОВ ЧАСТОТЫ И ГЕНЕРАТОРОВ СИГНАЛА	49
А.Ф. Ломакин, Г.А. Стеценко О ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБАХ СИНХРОНИЗАЦИИ ОКНА БПФ ДЕМОДУЛЯТОРА DVB-T2.....	52
А.М. Мукашев ФИЛЬТРАЦИЯ ДАННЫХ МЕТОДОМ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ.....	55
Д.А. Покаместов, Я.В. Крюков РЕГИСТРАЦИЯ OFDMA-СИГНАЛОВ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРЕАМБУЛОЙ	58
А.С. Колдомов, Е.В. Рогожников ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ АНАЛОГОВОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПОЛНОДУПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ	60

СЕКЦИЯ 10

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Председатель секции – Катаев М.Ю., профессор каф. АСУ, д.т.н.,
зам. председателя – Суханов А.Я., доцент каф. АСУ, к.т.н.*

М.А. Ашиток

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ПОТРЕБНОСТЕЙ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЕВРАЗТЕХНИКА» 64

В.Ю. Белоусов, А.Я. Суханов

ОБУЧЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ
НА ОСНОВЕ БИОНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ 66

С.С. Касаткин

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ВЫДЕЛЕНИЯ
ДВИЖЕНИЯ НА ИЗОБРАЖЕНИИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ 67

А.А. Ханефт

ОБРАБОТКА МЕДИАПОТОКОВ В СРЕДЕ MEDIA FOUNDATION 70

А.И. Харитонов

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ
В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ 73

А.Е. Косова

СИСТЕМА ЛАЗЕРНОГО НАВЕДЕНИЯ И СЛЕЖЕНИЯ
ЗА ДВИЖУЩИМИСЯ ОБЪЕКТАМИ 75

А.А. Мытник

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНЫМ
ПОДРАЗДЕЛЕНИЕМ 77

О.А. Подгорная, И.М. Панкрашин

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ 80

И.С. Сидоренко

ФУРЬЕ- И ВЕЙВЛЕТ-СГЛАЖИВАНИЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ
ЛИДАРНЫХ DIAL-СИГНАЛОВ 82

В.А. Соловьев

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ НА СПУТНИКОВЫХ
ФОТОГРАФИЯХ НА ОСНОВЕ ЯРКОСТНЫХ И ТЕКСТУРНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОБРАЖЕНИЯ 84

М.А. Сурганова, М.О. Денисенко

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ БЮДЖЕТНЫМИ
ОРГАНИЗАЦИЯМИ НА ПРИМЕРЕ ФОНДА СОЦИАЛЬНОГО
СТРАХОВАНИЯ 87

Р.С. Сушко

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И АНАЛИЗА
ДАННЫХ ДАТЧИКОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОТОКИ
КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ И CH₄ 90

Д.Н. Тимофеев, А.В. Романов

ВЫДЕЛЕНИЕ ЛИЦА ЧЕЛОВЕКА НА ИЗОБРАЖЕНИИ 92

Е.А. Туркова, А.М. Ооржак ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ МЕДИЦИНСКИМ УЧРЕЖДЕНИЕМ	94
В.В. Вдовченко АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕЛЕТЕКСТА В СТАНДАРТЕ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ DVB-T2	96
К.А. Буянова, В.А. Поваляева, А.А. Клюкин ПРИМЕНЕНИЕ АВАТАР-ОБУЧЕНИЯ В ВИРТУАЛЬНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	98
И.С. Кожевников, С.И. Яковченко, Н. Куртушин СПУТНИКОВЫЕ ДАННЫЕ LANDSAT В РЕШЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ	101
А.С. Крупский ОЦЕНКА QOS СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ	103
К.В. Попов, М.Н. Егерь, А.В. Анищенко ПРОГРАММА ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДЕЖДЫ	108

СЕКЦИЯ 11

ФИЗИЧЕСКАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Троян П.Е., зав. каф. ФЭ, д.т.н., профессор,
зам. председателя – Смирнов С.В., профессор каф. ФЭ, д.т.н.*

А.В. Белоножко, Н.В. Скотников, Р.А. Соколова ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕПЛОВОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЛЮМИНОФОРА В СВЕТОИЗЛУЧАЮЩЕМ ДИОДЕ	112
И.О. Берков, Л.В. Щербинина, В.С. Смирнов ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ УГЛЕРОДОМ	115
В.А. Конищев, А.С. Климов, А.А. Зенин, А.В. Меньшов ВЛИЯНИЕ ТОКА ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА НА ПАРАМЕТРЫ СОЗДАВАЕМОЙ ИМ ПЛАЗМЫ	117
И.В. Кутков ИЗМЕРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛЕНОК НИТРИДА КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА	120
К.С. Кузнецов, Д.Б. Золотухин ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА КОЛЛЕКТОРА ВНУТРИ ЗАМКНУТОГО ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБЪЕМА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	122
А.П. Молева РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГУЛЯРНЫХ НАНООСТРИЙНЫХ СТРУКТУР	125
И.В. Пилипец ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТЫХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА КРЕМНИЯ	127

Н.В. Скотников, А.В. Белоножко СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ	129
Т.В. Сигута РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОНКИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК	132
В.В. Скубо ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЁНОК ОКСИДА ТАНТАЛА, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИМ АНОДИРОВАНИЕМ	134
А.С. Смаилов, А.В. Казаков, А.В. Медовник ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	137
А.Н. Сниженко, А.В. Казаков, А.В. Медовник ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАЗРЯДНОГО ПРОМЕЖУТКА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИОННОЙ ПЛАЗМЫ В ФОРВАКУУМНОМ ИСТОЧНИКЕ ЭЛЕКТРОНОВ НА ОСНОВЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА	140
Ю.С. Жидик, А.А. Ватюк, Е.Е. Воронюк СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЗРАЧНОГО ПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА	143
Ю.С. Жидик ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ ОКСИДА ИНДИЯ И ОЛОВА ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ МЕТОДАМИ.....	146
Д.Б. Золотухин, Ю.Г. Юшков ОБРАЩЕННЫЙ ВРЕМЯПРОЛЕТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАСС-ЗАРЯДОВОГО СОСТАВА ПЛАЗМЫ В ФОРВАКУУМНОЙ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЙ.....	149
Т.Б. Жунысбек, К.А. Афанасьева ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫХ ЭФФЕКТОВ.....	152
С.П. Панова, Е.А. Малаева ЦВЕТОПЕРЕДАЧА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА.....	155

СЕКЦИЯ 12

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

*Председатель секции – Михальченко Г.Я., директор НИИ ПрЭ, д.т.н.,
профессор;*

*зам. председателя – Семенов В.Д., профессор, зам. зав. каф. ПрЭ
по НР, к.т.н.*

Д.Е. Железовский, В.В. Анисимов УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОЖДЕНИЯ	158
---	-----

В.И. Апасов ВЫБОР ЧАСТОТЫ КОММУТАЦИИ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОНИЖАЮЩЕ- ПОВЫШАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ	161
А.В. Берестов, Р.В. Денисенко РАСТВОРЫ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ ПРОВОДНИКОВ	164
Д.Б. Бородин, Р.Г. Калинин, В.А. Федотов ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА С СИСТЕМОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ В MATLAB SIMULINK	166
Р.Г. Калинин, В.А. Федотов ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ЗАЗОРА КОНЦЕНТРАТОРА МАГНИТНОГО ПОТОКА В ИНДУКТОРЕ НА НАГРЕВ МЕДНЫХ ПРОВОДОВ РАЗНЫХ ДИАМЕТРОВ	170
Д.А. Корольский, А.Л. Дайч ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОГО АППАРАТА	173
П.С. Косолапов КОНВЕКЦИОННАЯ ИНФРАКРАСНАЯ ПЕЧЬ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА	175
В.В. Игнатенко, В.С. Кубрин МОЩНЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ СВЕТИЛЬНИК С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ	177
Д.В. Ли, Р.Г. Калинин, В.А. Федотов ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ УСТРОЙСТВА ЗАЧИСТКИ ЭМАЛЬПРОВОДА БОЛЬШИХ ДИАМЕТРОВ	180
А.П. Бушуева, А.В. Литвинов, А.Ю. Хуторной, В.Н. Учасев ПРОТОКОЛ СВЯЗИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В АППАРАТНО-ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ	182
А.В. Сидоров ТРЕХФАЗНЫЙ АС-АС РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ ОДНОФАЗНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ С ВОЛЬТОДОБАВКОЙ	185
И.О. Цех БЛОК КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ДЛЯ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ	187
А.В. Юшков СИСТЕМА ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ДЛЯ ВВОДА В ОПТИМАЛЬНУЮ ТЕМПЕРАТУРУ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ	190
Н.Н. Горяшин, А.Н. Зорин АНАЛИЗ ПОТЕРЬ В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПРЯЖЕНИЯ С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПРИ НУЛЕВОМ ТОКЕ	193

Н.П. Винтоняк, Р.Г. Калинин РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОТОЧНОГО СТАНКА ROLLER DX7	195
О.В. Калининна, Ю.Г. Свинолупов ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ МАНОМЕТРОВ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	199
О.В. Калининна, Ю.Г. Свинолупов, СТРЕЛОЧНЫЙ МАНОМЕТР С СИГНАЛИЗИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРОННЫМ УСТРОЙСТВОМ.....	203
Р.Ю. Сараханова ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЦИКЛОКОНВЕРТОРОМ С ПОВЫШЕННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ВХОДНОГО КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ	207
Н.В. Тюрин, О.Ю. Усачев, Р.Г. Калинин, Н.П. Винтоняк УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ НАМОТКИ КАТУШЕК С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ ROLLERDX 7.....	209

СЕКЦИЯ 13

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Председатель секции – **Ехлаков Ю.П.**, проректор по информатизации
и управлению ТУСУРа, зав. каф. АОИ, д.т.н., профессор,
зам. председателя – **Сенченко П.В.**, декан ФСУ,
доцент каф. АОИ, к.т.н.*

А.Н. Черников МОДУЛЬ ДЛЯ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ, ВЕДУЩЕГО ДОБЫЧУ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДОМ СПВ	213
А.М. Данченко, В.С. Тараканов, В.В. Штерн АЛГОРИТМ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ В ИНДИВИДУАЛЬНО-ПОТОЧНОЙ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ	216
А.И. Назарова, О.Н. Богомолова, А.С. Ефремов АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛА СИСТЕМЫ WGS3 ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВНЕДРЕНИЯ ЕЕ В РАЗЛИЧНЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	219
Т.А. Фоминых, В.В. Латровкин СИТУАЦИОННЫЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ	223
Н.А. Фёдоров ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ МЕТОДОМ СКВАЖИННО-ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	226

Л.С. Ревенко КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫЙ МОДУЛЬ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ В МООС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИНФОРМАТИКА»	228
М.М. Рычагов, М.М. Милихин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ OPENLAYERS ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ С СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТОРОННИХ СЕРВИСОВ В КАЧЕСТВЕ ПОСТАВЩИКОВ ГЕОДАННЫХ	230
С.Н. Валитов МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ ДВИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ДОБЫЧНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	232
А.А. Голубева МОДИФИЦИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ ГРАДИЕНТНОГО СПУСКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ДЕФАЗИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНЫХ РЕМОНТОВ УЧАСТКОВ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ	236

СЕКЦИЯ 25

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

*Председатель секции – Дмитриев В.М., зав. каф. МиСА,
д.т.н., профессор,
зам. председателя – Ганджа Т.В., доцент каф. МиСА, к.т.н.*

В.В. Ганджа, А.С. Бугаев ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВ В РАМКАХ ЦМИТ	239
В.В. Ганджа, С.К. Важенин МОБИЛЬНАЯ МИКРОКОМПРЕССОРНАЯ СТАНЦИЯ	242
Т.Е. Григорьева, Т.В. Ганджа ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СБОРА УРОЖАЯ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ МАРС	244
М.И. Кочергин ОБУЧЕНИЕ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ В СРЕДЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ	247
В.С. Куринька, Т.В. Ганджа СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ «УМНОЙ ТЕПЛИЦЫ» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	249

С.А. Панов КОНСТРУКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ НА БАЗЕ МЕТОДА КОМПОНЕНТНЫХ ЦЕПЕЙ	252
В.С. Скокшина, Я.И. Винникова РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»	255
М.И. Кочергин, К.С. Спиридонова ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕКСТОВ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ	257
А.В. Сторчак ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНО-ИЛЛЮСТРАТИВНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ ПО КУРСУ ТОЭ.....	260
С.К. Важенни, А.С. Бугаев, А.С. Букреев КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ	263

СЕКЦИЯ 26

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОТКРЫТИЯ. ТВОРЧЕСТВО. ПРОЕКТЫ

Председатель секции – Смолонская М.А., зам. нач. учебно-методического управления

*НОУ «Открытый молодежный университет»,
зам. председателя – Титов Р.В., вед. методист. учеб.-метод. управ-
ления НОУ «Открытый молодежный университет»*

К.В. Гасс, А.С. Романова, О.А. Скрипачников ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА	266
Д.Н. Леонтьев LITE GAME ENGINE	269
А.Р. Фесенко СОЗДАНИЕ ВИДЕОСОПРОВОЖДЕНИЯ К УРОКАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ	271
Ю.А. Богомолов МОДЕЛИРОВАНИЕ СХЕМ ПО ЗАДАННОМУ ЛОГИЧЕСКОМУ ВЫРАЖЕНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВЫРАЖЕНИЙ ПО ЗАДАННОЙ СХЕМЕ	273
О.А. Скрипачников, А.С. Романова, К.В. Гасс НАЦИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТАЙВАНЯ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАУЧНЫХ ПАРКОВ И УНИВЕРСИТЕТОВ.	276

СЕКЦИЯ 27

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

*Председатель секции – Соколовская Н.С., доцент
каф. уголовного права, к.ю.н.*

К.В. Часовских

ОТКРЫТЫЕ ДАННЫЕ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	279
--	-----

В.С. Федоров

ПРОБЛЕМЫ РАВНОПРАВИЯ СТОРОН ПО УПК РФ	280
---	-----

И.Н. Фролов

АУТСТАФФИНГ: ЗАКОННОСТЬ ДАННОЙ КОНСТРУКЦИИ	283
--	-----

В.В. Гридина

НАРУШЕНИЕ ПРАВ НА СВОБОДУ И ЛИЧНУЮ НЕПРИКОСНОВЕННОСТЬ ПРИ ЗАДЕРЖАНИИ ЛИЦА	285
--	-----

Д.С. Куклин

НЕДВИЖИМОЕ ИМУЩЕСТВО КАК ОБЪЕКТ ГРАЖДАНСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ	287
---	-----

А.В. Митюшин

СУБЪЕКТЫ СОБИРАНИЯ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ПО УПК РФ	290
--	-----

Ю.С. Самсонова

ПРАВОВАЯ ПРИРОДА ОГРАНИЧЕНИЯ СВОБОДЫ КАК ВИДА УГОЛОВНОГО НАКАЗАНИЯ	292
---	-----

М.В. Сидельцева

ПРОЦЕССУАЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ СЛЕДОВАТЕЛЯ	295
--	-----

И.Г. Зимин

ПРИНЦИП НЕВМЕШАТЕЛЬСТВА КОГО-ЛИБО В ЧАСТНЫЕ ДЕЛА КАК ОСНОВА ГРАЖДАНСКИХ ПРАВООТНОШЕНИЙ	296
---	-----

Научное издание

**Материалы
Всероссийской научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2014»**

14–16 мая 2014 г., г. Томск

В пяти частях

Часть 2

Корректор – **В.Г. Лихачева**
Верстка **В.М. Бочкаревой**

Издательство «В-Спектр»
Сдано на верстку 01.04.2014. Подписано к печати 30.04.2014.
Формат 60×84¹/₁₆. Печать трафаретная. Печ. л. 19,4.
Тираж 500 экз. Заказ 11.

Издательство «В-Спектр»
ИП Бочкарева В.М. ИНН 701701817754
634055, г. Томск, пр. Академический, 13–24, т. 49-09-91.
E-mail: bvm@sibmail.com